

TUMBUHAN INVASIF dan PENDEKATAN PENGELOLAANNYA



Soekisman Tjitrosoedirdjo
Sri Sudarmiyati Tjitrosoedirdjo
Titiek Setyawati



Published by
SEAMEO BIOTROP
Southeast Asian Regional Centre for Tropical Biology
Bogor, Indonesia
www.biotrop.org

TUMBUHAN INVASIF dan **PENDEKATAN PENGELOLAANNYA**

**Soekisman Tjitrosoedirdjo
Sri Sudarmiyati Tjitrosoedirdjo
Titiek Setyawati**



Published by
SEAMEO BIOTROP
Southeast Asian Regional Centre for Tropical Biology
Bogor, Indonesia
www.biotrop.org

TUMBUHAN INVASIF DAN PENDEKATAN PENGELOLAANNYA

ISBN: 978-979-8275-50-0

Hak cipta © 2016 Soekisman Tjitrosoedirdjo, Sri Sudarmiyati Tjitrosoedirdjo, Titiek Setyawati

Desain sampul: Sri Sudarmiyati Tjitrosoedirdjo

Proofread: Sri I. Soerianegara

Diterbitkan pertama kali oleh:

SEAMEO BIOTROP

Southeast Asian Regional Centre for Tropical Biology

Edisi pertama: 2016

Edisi kedua: 2019

Buku ini diterbitkan dengan dana DIPA SEAMEO-BIOTROP 2019

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.

Dilarang memperbanyak buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit

Foto sampul depan:

Vacbellia nilotica (L.) Willd.

Foto sampul belakang:

Cestrum aurantiacum Lindl.

Foto sampul depan dan belakang adalah reproduksi dari gambar cat air oleh A. Satiri Nurhaman

KATA PENGANTAR

Buku “Tumbuhan Invasif dan Pendekatan Pengelolaannya” ini merupakan kumpulan materi pelatihan yang diberikan kepada peserta pelatihan Pengelolaan Gulma dan Tumbuhan Invasif yang diselenggarakan oleh SEAMEO BIOTROP. Bahan dikumpulkan dari berbagai sumber termasuk dari bahan yang disiapkan oleh FORIS yaitu Proyek “Removing Barriers of Invasive Alien Management of Productive and Protection Forests in Southeast Asia“ yang diimplementasikan oleh PUSKONSER.

Tumbuhan invasif, mengacu pada artikel 8(h) CBD, yang menyatakan bahwa *the contracting party shall as far as possible and as appropriate prevent the introduction of, eradicate and control alien species that threaten the ecosystems, habitats and species*. Dalam hubungan dengan pembahasan dalam buku ini *species* yang dimaksud hanya *species* tumbuhan, seperti *Acacia nilotica* di Taman Nasional Baluran, *Chimonobambusa quadrangularis* di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango walaupun *species* dalam konteks CBD meliputi juga hewan, serta mikroorganisme. Istilah invasif mengacu pada *species* yang mengancam ekosistem, habitat dan *species* (lokal). Pemahaman tumbuhan invasif terkait erat dengan alien atau asing, dan diformulasikan sangat bagus dalam proses invasi sebagai proses yang berlangsung berurutan dalam 6 tingkat, dimulai dari 1. transportasi, 2. introduksi, 3. kolonisasi, 4. naturalisasi, 5. penyebaran dan 6. menimbulkan dampak negatif. Walaupun banyak juga *species* lokal yang menjadi invasif, seperti alang-alang (*Imperata cylindrica*) di Kalimantan Barat, mantangan (*Merremia peltata*) di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan dan sebagainya. Kalau diurut tingkatan proses invasi, tumbuhan lokal dapat menjadi invasif tanpa melewati tingkat 1 sampai dengan 4, karena sudah ada di lokasi, dan langsung masuk tingkat ke-5 menyebar, dan ke-6 menyebabkan kerugian. Mekanisme yang melandasi invasi apakah itu *species* tumbuhan asing atau lokal adalah sama yaitu keuntungan kompetitif yang lebih tinggi dari vegetasi yang diinvasi. *Species* tumbuhan asing yang invasif, sampai di ekosistem baru/asing, tumbuh sangat kompetitif karena tidak ada musuh alami yang mengendalikan populasinya seperti di daerah asalnya, sehingga tumbuhan itu tumbuh tidak terkendali, dominan; sedang *species* tumbuhan lokal karena ekosistemnya rusak, menemui kondisi asing juga (karena tidak dikenal sebelumnya), misalnya ketersediaan cahaya yang melimpah sehingga dia bisa memanfaatkan kondisi alam yang berubah dengan tumbuh

cepat dan mendominasi vegetasi di situ. Kadang untuk membedakan tumbuhan asing invasif, tumbuhan lokal invasif disebut gulma. WTO mendefinisikan bahwa hama, penyakit, dan gulma disebut “*pests*” karena ketiganya merugikan, dengan alasan itu maka tumbuhan invasif dapat juga digolongkan sebagai “*pests*”.

Tumbuhan asing sampai ke ekosistem baru biasanya karena tingkah laku manusia dan dalam kehidupan modern disebabkan pengaruh 4 P atau 4 T, yaitu perdagangan (*trade*), perpindahan barang (*transportation*), perjalanan (*travel*) dan pariwisata (*tourism*). Jalur masuknya tumbuhan asing invasif ke suatu negara dikenal adanya “jalur disengaja” (seperti eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), akasia arabika (*Acacia nilotica*, syn. *Vachellia nilotica*) sembung rambat (*Mikania micrantha*) atau “tidak sengaja”, seperti *Erechtites valerianifolia*, sebagai kontaminan biji kopi yang diimpor dari Brazil.

Dampak spesies invasif ini sangat dahsyat hanya kalah dengan kerusakan habitat, yang memang nomer satu kehebatan kerusakannya. Walaupun dalam formulasi awal spesies invasif ini mengancam ekosistem, habitat dan spesies (lokal), tetapi belakangan disadari bahwa invasif spesies itu merusak lingkungan, ekonomi, dan kesehatan.

Teknik usaha pengelolaan berbeda beda sesuai dengan tingkat invasi itu. Makin tinggi tingkatannya usaha pengendaliannya menjadi lebih sulit dan memerlukan biaya yang makin besar. Karena itu usaha pengendalian tumbuhan asing invasif yang paling efektif adalah mencegah sejak awal agar tumbuhan invasif tidak masuk dalam kawasan kita; sedang spesies lokal agar tidak menjadi invasif pengelolaan lingkungan atau sistem produksi harus dilaksanakan secara berkelanjutan. Dalam kondisi lapang di Indonesia berbagai tumbuhan invasif itu sudah mendominasi dan merusak habitat atau ekosistem, seperti *V. nilotica* yang mengubah ekosistem savana menjadi semak belukar, sehingga diperlukan usaha pengelolaan yang lebih intensif untuk merehabilitasi habitat yang terlanjur rusak.

Usaha pengelolaan terhadap tumbuhan invasif telah digariskan dalam Aichi Target no 9 dari CBD yang menyatakan bahwa pada tahun 2020 tumbuhan asing invasif yang ada di Indonesia jalurnya sudah diidentifikasi dan spesies yang diprioritaskan harus sudah dikendalikan atau dieradikasi, dan perundangan sudah ada dan operasional untuk mengelola jalur invasi sehingga introduksi dan kemapanan tumbuhan invasif itu dapat dicegah. Program *Aichi Biodiversity Target*

ini singkat tetapi padat dan komprehensif, meliputi tumbuhan invasif yang belum masuk ke Indonesia yang harus dicegah introduksinya baik melalui peraturan perundangan perkarantinaan maupun deteksi dini disertai dengan tindakan segera, untuk mencegah kemapanannya. Sedang yang sudah terlanjur masuk ke wilayah Indonesia dievaluasi lebih dulu risikonya lalu diberi prioritas untuk dikendalikan disertai dengan restorasi lingkungan yang sudah terlanjur rusak karena invasi tumbuhan.

Pengelolaan tumbuhan invasif ini (juga spesies invasif lain) diperlukan keterlibatan pemerintah untuk membangun sistem kelembagaan yang terintegrasi, membuat perundangan yang komprehensif, menyediakan dana dan sumber daya manusia yang kompeten untuk melaksanakan program aksi yang diperlukan.

Buku kecil tumbuhan invasif dan pendekatan pengelolaannya ini disusun dalam rangka meningkatkan kesadaran dan antisipasi adanya ancaman tumbuhan invasif ini dengan harapan bermanfaat dan meningkatkan pemahaman dan langkah aksi untuk mencegah dampak negatif tumbuhan invasif ini. Buku ini disusun dalam kurun waktu singkat dan tentu saja banyak kekurangannya kami mengharapkan saran dan kritik pembaca agar lebih baik untuk pemahaman kedepan.

Penulis

Soekisman Tjitrosoedirdjo
Sri Sudarmiyati Tjitrosoedirdjo
Titiek Setyawati

SAMBUTAN DIREKTUR SEAMEO BIOTROP

SEAMEO BIOTROP (SEAMEO Regional Centre for Tropical Biology under Southeast Asian Ministers of Education Organization) adalah lembaga regional yang bergerak dalam bidang penelitian, seminar dan pelatihan biologi tropika. Lembaga ini membawa misi untuk mengidentifikasi masalah kritis biologi yang solusinya akan meningkatkan perekonomian di kawasan Asia Tenggara. Pada awal inaugurasinya pada tahun 1968 tiga bidang biologi dipilih, yaitu biologi hama tropika, biologi hutan tropika dan biologi perairan. Dalam bidang biologi hama tropika dipilih masalah gulma, hama gudang, hama vertebrata serta ektoparasit pada hewan ternak, dan pengelolaannya yang pada periode itu belum banyak ditangani oleh lembaga yang ada di Asia Tenggara. Dalam perjalanannya BIOTROP hanya berfokus pada masalah dan pengelolaan gulma dan hama gudang. Untuk masalah gulma, kerja sama internasional maupun regional dengan pihak industri pestisida maupun lembaga penelitian lainnya serta universitas, berhasil meningkatkan kapasitas regional dan mengembangkan sistem pengelolaan gulma terpadu sebagai bagian integral dari sistem produksi pertanian yang berkelanjutan.

Tahun 1992 konsep spesies asing invasif diumumkan dalam Konferensi Bumi di Rio de Janeiro, Brasil, sebagai bagian dari konvensi keragaman hayati (*Convention on Biological Diversity*). Konvensi Keragaman Hayati ini diratifikasi oleh Pemerintah Republik Indonesia dalam UU no 5/1994, dan BIOTROP memperluas cakupan masalah gulma meliputi spesies tumbuhan asing invasif dan beroperasi bukan saja pada ekosistem pertanian tetapi juga ekosistem alam, baik dalam bentuk taman nasional, hutan produksi maupun hutan alam.

Buku ini merupakan kumpulan bahan pelatihan yang diselenggarakan oleh SEAMEO BIOTROP bekerja sama dengan berbagai pihak seperti ACIAR (*Australian Centre for Agricultural Research*) through Dr Rachel McFadyen, FORIS Indonesia (*Removing Barriers to Invasive Species Management in Protection and Production Forest in Southeast Asia*), IPB (Institut Pertanian Bogor) dan institusi lainnya. Semoga buku ini bermanfaat bagi kita semua dalam mengelola tumbuhan invasif untuk mempertahankan integritas ekosistem.

Kami ucapkan terima kasih kepada penulis atas usaha keras menyiapkan bahan dan penyelenggaraan pelatihan.

Dr Irdika Mansur M.For.Sc.
Direktur SEAMEO BIOTROP

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
SAMBUTAN DIREKTUR SEAMEO BIOTROP	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii

Bab I Tumbuhan Invasif

1.0. Pendahuluan	1
1.1. Konsep Tumbuhan Invasif	4
1.2. Proses Invasi	10
1.2.1. Model invasi langkah bertingkat	11
1.2.2. Langkah dan tingkatan proses invasi lebih detail	13
1.2.2.1. Tekanan propagul	16
1.2.2.2. Karakter Abiotis (A)	16
1.2.2.3. Karakter Biotis (B)	17
1.2.2.4. Interaksi di antara PAB	18
1.3. Jeda Waktu	18
1.4. Jalur Invasi	20
1.5. Dampak Tumbuhan Invasif	26
1.5.1. Dampak ekologis	27
1.5.1.1. Mengubah ekosistem	28
1.5.1.2. Penurunan biodiversitas	30
1.5.2. Dampak ekonomi	33
1.5.3. Dampak pada kesehatan manusia	36
1.6. Prediksi Keinvasifan Tumbuhan	37
1.6.1. Karakter spesies tumbuhan invasif	38
1.6.2. Prediksi tumbuhan invasif berdasarkan karakter biologis	41
1.6.3. Prediksi tumbuhan asing invasif memakai <i>Weed Risk Assessment</i>	44
1.7. Ekosistem Rentan terhadap Invasi Tumbuhan	46
1.7.1. Modernisasi	46
1.7.2. Perubahan sistem pemanfaatan lahan	47
1.7.3. Perubahan iklim	48

Bab II Analisis Risiko Tumbuhan Invasif *Pre-border*

2.0.	Pendahuluan	51
2.1.	Analisis Risiko untuk kasus <i>Pre-border</i>	53
2.2.	Sistem Analisis Risiko Tumbuhan Invasif Indonesia (SARTII)	54
2.2.1.	Penjelasan Pengisian Formulir A	
	Sejarah/Biogeografi	58
	1. Domestifikasi/kultivasi	58
	2. Iklim dan distribusi	58
	3. Gulma di lain tempat	59
	Biologi/Ekologi	61
	4. Sifat yang tidak dikehendaki	61
	5. Tipe tumbuhan	63
	6. Reproduksi	64
	7. Mekanisme penyebaran	65
	8. Pendukung ketahanan	66
2.2.2.	Formulir B	70
2.2.3.	Uji Ulang untuk Tumbuhan dengan Skor 1-6	71

Bab III Pengelolaan Tumbuhan Invasif

3.0.	Pendahuluan	73
3.1.	Tujuan (<i>Goal</i>) Pengelolaan	76
3.2.	Prinsip Pengelolaan Secara Umum	76
3.2.1.	Pendekatan preventatif	77
3.2.2.	Pendekatan kesesuaian tingkat invasi	77
3.2.3.	Pendekatan ekosistem	78
3.2.4.	Berbagi informasi	78
3.2.5.	Prinsip pemakai membayar	79
3.2.6.	Pendekatan lintas sektoral dalam pengelolaan	79
3.3.	Pilihan Sarana Pengelolaan	80
3.3.1.	Sebelum mencapai batas (<i>Pre-Border</i>)	80
3.3.2.	Pengendalian pada batas (<i>Border</i>)	81
3.3.3.	Sesudah lewat batas (<i>Post-Border</i>)	82
	3.3.3.1. Deteksi dini dan tindakan segera (DDTS)	82
	3.3.3.2. Eradikasi	82
	3.3.3.3. Restorasi	83

3.3.3.4. Pengendalian dan mitigasi	83
3.4. Menciptakan Lingkungan yang Mendukung Pengelolaan IAS yang Efektif	83
3.4.1. Isu legalitas dan kelembagaan	83
3.4.2. Mempromosikan praktek pengelolaan terbaik	84
3.4.3. Meningkatkan kesadaran	84
3.5. Butir Kunci dari Bab Ini	84

Bab IV Pencegahan

4.0. Apakah Pencegahan?	87
4.1. Prinsip Pencegahan IAS	88
4.2. Sarana Pencegahan Introduksi Secara Sengaja	89
4.2.1. Analisis risiko kondisi <i>pre-border</i>	89
4.2.1.1. Peranan analisis risiko	89
4.2.1.2. Bagaimana analisis risiko harus dipakai?	91
4.2.1.3. Sistem analisis risiko tumbuhan invasif	91
4.2.1.4. Contoh Analisis Risiko (kondisi <i>pre-border</i>)	92
4.3. Analisis Dampak Lingkungan (ADL)	100
4.4. Prosedur Otoritas	101
4.5. Daftar Spesies	102
4.5.1. Daftar abu-abu	102
4.5.2. Daftar merah	103
4.5.3. Daftar hijau	103
4.6. Karantina dan Pengendalian di Tapal Batas (<i>Border</i>)	103
4.7. Sarana Pencegahan untuk Introduksi Tanpa Sengaja dan Ilegal	104
4.7.1. Mengelola jalur dan vektor	104
4.7.2. Karantina dan pengendalian pada tapal batas	106
4.7.3. Perlakuan	108
4.7.4. Pendidikan dan kesadaran	108
4.8. Butir Kunci dalam Bab Ini	109

Bab V Deteksi Dini dan Tindakan Cepat (DDTC) terhadap Tumbuhan Invasif di Sektor Kehutanan

5.0. Pendahuluan	111
5.1. Latar Belakang Kebijakan	113

5.2.	Deteksi Dini dan Tindakan Cepat	114
5.2.1.	Tujuan	114
5.3.	Konsep	115
5.4.	Elemen dalam Pelaksanaan DDTC	119
5.4.1.	Deteksi dan pelaporan	119
5.4.2.	Identifikasi dan pembuatan <i>voucher</i>	121
5.4.3.	Evaluasi cepat	122
5.4.4.	Perencanaan	124
5.4.5.	Tindakan cepat	124
5.5.	Pembahasan	126

Bab VI Pengelolaan Invasi Spesies Tumbuhan Invasif

6.0.	Pendahuluan	129
6.1.	Analisis Risiko	129
6.2.	Fisibilitas	134
6.3.	Pengelolaan Risiko	136

Bab VII Pengelolaan Risiko Tumbuhan Invasif (PRTI) *Post-Border*

7.0.	Pendahuluan	141
7.1.	Risiko Tumbuhan Invasif secara Komparatif	142
7.2.	Keinvasifan (<i>Invasiveness</i>)	142
7.3.	Dampak	148
7.4.	Distribusi Potensial	154
7.5.	Nilai Risiko Tumbuhan Invasif secara Komparatif	155
7.5.1.	Fisibilitas pengelolaan	156
7.5.2.	Biaya kontrol	157
7.6.	Distribusi Tumbuhan Invasif Saat Ini	159
7.7.	Persistensi	161
7.8.	Skor Fisibilitas Pengelolaan	163
7.8.1.	Siaga	165
7.9.	Eradikasi	165
7.10.	Musnahkan Infestasi	165
7.10.1.	Mencegah penyebaran	166
7.10.2.	Melindungi situs	166
7.10.3.	Mengelola tumbuhan invasif	167

7.10.4. Mengelola situs	167
7.10.5. Monitor	168
7.10.6. Aksi terbatas	168
 Bab VIII Eradikasi	
8.0. Definisi Eradikasi	169
8.1. Syarat untuk Eradikasi	169
8.1.1. Menempatkan seluruh populasi IAS sebagai risiko	169
8.1.2. Memusnahkan individu lebih cepat daripada kemampuan individu berbiak	170
8.1.2.1. Eradikasi versus panen secara berkelanjutan	170
8.1.2.2. Memastikan bahwa re-invasi bukan risiko	171
8.1.2.3. Faktor penting lainnya	171
8.2. Kapan Tepatnya Melakukan Eradikasi	172
8.2.1. <i>Outcome</i> yang dikehendaki di lokasi	173
8.2.2. Prioritasi IAS	173
8.2.2.1. Informasi tersedia pada target IAS	174
8.2.2.2. Analisis <i>cost/benefit</i>	174
8.3. Di manakah Eradikasi Akan Berhasil?	174
8.4. Menilai Fisibilitas	175
8.4.1. Faktor ekologis	175
8.4.2. Kapasitas dan logistik	176
8.4.3. Faktor sosial	176
8.5. Merencanakan Eradikasi pada Level Ekosistem	177
8.6. Metode Eradikasi	178
8.6.1. Mekanis	178
8.6.2. Metode kimiawi	178
8.6.3. Biologis atau hayati	179
8.7. Memonitor Perubahan	180
8.7.1. Parameter yang dimonitor	181
8.7.2. Keuntungan monitoring	181
8.8. Butir Kunci tentang Eradikasi	181

Bab IX Pengendalian dan Mitigasi IAS

9.0. Pendahuluan	183
------------------------	-----

9.1.	Definisi Pengendalian	183
9.2.	Tujuan	183
9.3.	Pendekatan	184
9.3.1.	Menjaga distribusi agar tidak bertambah	184
9.3.2.	Membatasi kelimpahan (abundansi)	185
9.3.2.1.	Pengendalian biologi	185
9.3.2.2.	Pengendalian hama terpadu (<i>Integrated Pest Management</i>)	187
9.4.	Mitigasi Dampak	187
9.4.1.	Mitigasi pada tingkat ekosistem	189
9.4.2.	Mitigasi pada tingkat landsekap	189
9.4.3.	Mitigasi pada tingkat spesies	190
9.4.4.	Mitigasi pada tingkat individu	190
9.5.	Butir Kunci pada Bab ini	190

Bab X Kerja Sama Internasional

10.0.	Pendahuluan	193
10.1.	Instrumen Internasional dan Kerangka Kerja Terkait IAS	193
10.2.	Kerangka Kerja Regulasi Internasional dan IAS	194
10.3.	Instrumen Internasional	195
10.3.1.	Konvensi Keragaman Hayati	195
10.3.2.	Konvensi Ramsar	196
10.3.3.	Konvensi Proteksi Tumbuhan Internasional	197
10.3.4.	Organisasi Kesehatan Dunia (<i>The World Health Organization/WHO</i>)	199
10.3.5.	Organisasi Maritim Internasional (<i>International Maritime Organization/IMO</i>)	199
10.3.6.	Organisasi Penerbangan Sipil Internasional (<i>The International Civil Aviation Organization/ICAO</i>)	200
10.3.7.	Petunjuk Teknis Perikanan dan Akuakultur	200
10.4.	Instrumen yang Ada dan Sistem Dagang Multilateral	201
10.4.1.	Pertimbangan regional	202
10.4.2.	Perjanjian perbatasan	202
10.5.	Program dan Inisiatif Internasional	203
10.5.1.	Program pembangunan IAS berkelanjutan	203

10.5.2. Program Spesies Invasif Global (<i>The Global Invasive Species Programme</i> /GISP)	203
10.5.3. Sistem informasi dan bantuan	204
10.5.3.1. Berbagi informasi	204
10.5.3.2. Pengelolaan dan berbagi <i>database</i>	204
10.5.3.3. Sistem bantuan informasi	206

Bab XI Mengembangkan Kerangka Kerja Nasional

11.0. Pendahuluan	207
11.1. Perlunya Strategi Nasional	207
11.1.1. Penilaian awal	208
11.1.2. Membangun strategi nasional	209
11.1.2.1. Langkah-langkah dalam pembangunan strategi	210
11.1.2.2. Gugus tugas IAS	211
11.1.2.3. Lembaga pemimpin	213
11.2. Strategi Nasional	213
11.2.1. Mengintegrasikan strategi IAS dengan proses strategi lainnya ..	214
11.2.2. Sikap berhati-hati	215
11.2.3. Visi, sasaran dan tujuan	215
11.2.4. Cakupan	215
11.2.5. Konteks	216
11.2.6. Komponen strategi nasional	216
11.3. Kerangka Kerja Institusional dan Legal Secara Nasional	217
11.3.1. Kelemahan umum dari hukum yang ada dan institusinya	218
11.3.2. Syarat kunci untuk kerangka kerja legal nasional	218
11.3.2.1. Definisi dan penggunaan terminologi	219
11.4. Implementasi Strategi Nasional	221
11.5. Butir Kunci dari Kerja Sama Nasional	222

Bab XII Meningkatkan Kesadaran dan Edukasi

12.0. Pendahuluan	225
12.1. Komunitas, Edukasi dan Program Kesadaran Publik (KEPKU)	225
12.1.1. Komunikasi	226
12.1.2. Edukasi	226
12.1.3. Kesadaran	226

12.2. Tujuan Program KEPKU	227
12.2.1. Pemahaman yang lebih besar tentang isu terkait	227
12.2.2. “Kepemilikan” - masalah dan keterlibatan dalam solusi	228
12.2.3. Penerimaan lebih besar terhadap cara menangani IAS	228
12.2.4. Dukungan politis meningkat/sumber daya lebih banyak	228
12.2.5. Merencanakan program KEPKU	228
12.2.6. Membangun peta pemikiran	229
12.3. Menentukan Subyek Apa yang akan Ditingkatkan Kesadarannya	230
12.4. Mendefinisikan Audiensi Target	230
12.4.1. Pekerja penyuluhan atau pendidik pengelola sumber daya alam	231
12.4.1.1. Pemimpin lokal, pegawai pemerintah	231
12.4.1.2. Pengaruh anggota komunitas	232
12.4.1.3. Masyarakat umum	232
12.4.1.4. Sekolah	232
12.4.1.5. Kelompok minat khusus	233
12.4.1.6. Industri	233
12.4.1.7. Pembuat kebijakan	233
12.5. Penggunaan Alat Komunikasi yang Sesuai	233
12.6. Merekayasa Sarana Komunikasi	234
12.6.1. Membuat poster	234
12.7. Butir Kunci	236

Bab XIII Dimensi Kemanusiaan

13.0. Pendahuluan	237
13.1. Dimensi Sejarah	240
13.2. Dimensi Kemanusiaan dari Sebab Invasi Spesies	243
13.3. Dimensi Manusia dari Konsekuensi Spesies Asing Invasif	247
13.4. Dimensi Kemanusiaan Respons terhadap IAS	251
13.5. Kesimpulan	260
Daftar Pustaka	267
Daftar Singkatan Istilah	281
Tentang Penulis	283

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Tingkatan terkait dengan invasi dimodifikasi oleh Catford (Catford <i>et al.</i> 2009)	14
Tabel 2	Contoh jalur introduksi spesies asing invasif (diadopsi dari Burgiel <i>et al.</i> 2006)	21
Tabel 3	Kerangka kerja yang disederhanakan untuk mengkategorisasi jalur introduksi awal dari spesies asing ke daerah baru (diadaptasi dari Hulme <i>et al.</i> 2008)	23
Tabel 4	Estimasi pembiayaan tahunan sehubungan dengan beberapa spesies <i>non-indigenous</i> yang diintroduksi ke USA (dalam milyar USD; Pimentel <i>et al.</i> 1999)	34
Tabel 5	Sifat gulma yang “ideal” (Baker 1965; 1974)	38
Tabel 6	Daftar kategori spesies yang dipakai untuk kalibrasi Sistem Analisis Risiko (SAR) Australia	57
Tabel 7	Introduksi disengaja maupun tidak dan hubungannya dengan aktivitas di titik batas	81
Tabel 8	Pengelolaan aktivitas untuk program pencegahan IAS pada kondisi <i>pre-, border-, post border</i>	105
Tabel 9	Contoh matriks pengelolaan tumbuhan invasif pasca tapal batas (<i>post-border</i>) dengan langkah pengelolaan yang disarankan (FAO 2006)	139
Tabel 10	Keuntungan dan kerugian memakai metode pengendalian mekanis	179
Tabel 11	Keuntungan dan kerugian pengendalian IAS dengan metode kimiawi	179
Tabel 12	Keuntungan dan kerugian metode pengendalian biologi	180
Tabel 13	Contoh identifikasi kelompok	229
Tabel 14	Sarana dan target komunikasi	235
Tabel 15	Biaya beberapa spesies asing invasif secara indikatif (USD)	250

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Gulma pengkolonisasi dan penginvasi adalah konsep yang mirip tetapi berbeda karena dilihat dari sudut pandang yang berbeda (Rejmanek 1995)	7
Gambar 2	Pembedahan kronologis proses invasi tumbuhan ideal. Dalam perjalanan proses invasi, tingkat yang berbeda dapat dicapai dengan melewati serangkaian tingkatan. Ketinggian tiap tingkatan dipengaruhi oleh kemampuan spesies untuk mengatasi bermacam faktor lingkungan (Heger 2001)	13
Gambar 3	Diagram skematis menunjukkan bagaimana populasi (P), faktor abiotis (A) dan faktor biotis (B) berinteraksi untuk memacu invasi (I), dan bagaimana manusia memodifikasi P, A, dan B. Invasi terjadi di mana semua ketiga faktor (lingkaran) overlap. PAB semuanya harus terakomodasi agar invasi berhasil tetapi kekuatan dan besarnya pengaruh dari tiap faktor beda. Lingkaran itu juga memberi gambaran situasi di mana satu atau dua faktor mungkin membatasi invasi. P mempunyai kekuatan terbesar (waktu dan ruang). Tanda panah menunjukkan intervensi manusia, yang mungkin tidak harus ada, tetapi peluangnya besar dengan P (garis tebal; berbeda dengan garis putus-putus untuk A dan B)	15
Gambar 4	Potensi jalur invasi meningkat dalam kompleksitas dari 1 ke 5 menginspirasi pendekatan dalam mempelajari invasi yaitu untuk menentukan validitas setiap jalur invasi, idealnya mulai dari 1 meningkat ke-5. Tidak setiap jalur harus valid. Faktor setiap jalur adalah sebagai berikut: 1. $I = P$; 2. $I = P + Bi + P*Bi$; 3. $I = P + Bi + P*Bi + A + A*P + A*Bi + P*A*Bi$; 4. $I = P + B + P*B$; 5. $I = P + B + P*B + A + A*P + A*B + P*A*$ (Diadopsi dari Catford <i>et al.</i> 2009)	25
Gambar 5	Agar invasi biologi terjadi, harus ada interaksi berbagai faktor yang memunculkan suatu kondisi yang menunjang terjadinya invasi biologi	39

Gambar 6	Frekuensi kumulatif taksa yang menerima skor SAR khusus untuk setiap klasifikasi survei. Kategori survei (-Δ-), tumbuhan invasif serius (139); (-●-), tumbuhan invasif minor (147); (-□-) non-tumbuhan invasif (-○-), seluruh spesies yang diuji 370 tumbuhan	57
Gambar 7	Sistem pertanyaan untuk tambahan evaluasi bagi tumbuhan dengan skor 1-6	71
Gambar 8	Diagram alir informasi dalam mengambil kebijakan terkait dengan peraturan Deteksi Dini dan Tindakan Cepat dalam menghadapi masalah tumbuhan invasif	117
Gambar 9	Enam tingkat proses Pengelolaan Risiko Tumbuhan Invasif (PRTI) model Australia (Anonimus 2006)	138
Gambar 10	Tingkat atau fase dalam proses invasi	172
Gambar 11	Membatasi distribusi IAS pada suatu lokasi	185

Bab I

Tumbuhan Invasif

1.0. Pendahuluan

Spesies invasif dikenal sebagai spesies yang mengancam integritas lingkungan alam maupun semi alam dan memberikan dampak buruk yang luar biasa pada komunitas flora maupun fauna. Spesies invasif demikian ini akan menangkarkan diri dan menyebar terus walaupun tidak ada lagi introduksi dan ekosistem tidak terganggu lagi. Dengan demikian spesies invasif sungguh menjadi ancaman nyata pada keanekaragaman biologi, yang hanya kalah dari kerusakan habitat. Invasi biologi menjadi isu internasional bagi konservasi keragaman biologi, di mana pengendalian dan pengelolaannya memerlukan biaya yang sangat besar.

Sebagian besar tumbuhan yang diintroduksi ke Indonesia adalah tanaman budidaya seperti karet (*Hevea brasiliensis*),

kelapa sawit (*Elaeis guineensis*),

kedelai (*Glycine max*),

kakao (*Theobroma cacao*),

jagung (*Zea mays*),

bahkan ubi kayu (*Manihot utilissima*)

dan banyak lagi tanaman budidaya lainnya. Tetapi ada beberapa tumbuhan yang diintroduksi kemudian menjadi invasif seperti eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), akasia arabika (*Vachellia nilotica*), kirinyuh (*Chromolaena odorata*), sembung rambat (*Mikania micrantha*). Kementerian Lingkungan Hidup bekerja sama dengan SEAMEO BIOTROP (2003), melaporkan setidaknya ada 1.936 spesies tumbuhan asing, 336 spesies di antaranya adalah gulma dan beberapa tumbuhan lainnya mungkin masih dalam kategori gulma yang tidur, yaitu tumbuhan asing yang ternaturalisasi dengan populasi masih kecil, tetapi dengan perubahan kondisi lingkungan populasinya bisa meledak menimbulkan dampak negatif pada ekologi ekonomi maupun kesehatan, karena itu penting untuk memperhatikan tumbuhan asing seperti itu dan siap mengatasi masalah yang mungkin timbul agar dapat meminimisasi atau menghilangkan dampak yang merugikan.

Banyak jalur yang dapat dilalui oleh spesies tumbuhan invasif ke Indonesia, misalnya *Vachellia nilotica* (syn. *Acacia arabica*) dengan sengaja diimpor ke Indonesia pada zaman kolonial dulu (tahun 1840an), dengan tujuan untuk memperoleh

getah “acacia gum” yang disadap dari batang berbagai jenis/spesies dari genus *Acacia*. Acacia gum ini mengandung **asam arabika** yang banyak dipakai dalam industri makanan sebagai stabilizer. Dalam percobaan di Bogor *Acacia nilotica* menghasilkan acacia gum sedikit saja dengan kualitas rendah; yang menghasilkan getah kualitas bagus dalam jumlah yang banyak adalah *Acacia senegalensis* bukan *A. nilotica*. Karena itu percobaan ini dihentikan dan biji *A. nilotica* dikirim ke beberapa tempat di antaranya Taman Nasional Bali Barat dan Sulawesi yang sekarang jadi kampus Universitas Tadulako. Di kedua tempat *A. nilotica* masih dapat ditemukan, bahkan menyebar ke daerah sekitarnya. Beberapa tumbuhan lain yang sengaja diimpor dengan tujuan baik tetapi menjadi invasif, antara lain sembung rambat (*M. micrantha*), ditanam di Kebun Raya Bogor sebagai tanaman obat, bunga kuning (*Wedelia trilobata*), diimpor sebagai tanaman hias, kirinyu besar (*Austroeuatorium inulifolium*) untuk mengendalikan alang-alang. Ada juga jalur masuk tanpa sengaja seperti *Erechtites valerianifolia* masuk ke Indonesia sebagai kontaminan pada biji kopi yang diimpor dari Brazil.

Dampak spesies tumbuhan asing invasif pada habitat konservasi sungguh sangat dahsyat. *A. nilotica*, menginvasi areal lebih dari 6.000 ha dari total 10.000 ha savana di Taman Nasional Baluran. Jawa Timur (Setiabudi *et al.* 2013). *A. nilotica* ini bukan saja menaungi rumput savana sehingga tertekan pertumbuhannya tetapi juga memfasilitasi pertumbuhan semak belukar seperti *Thespesia lampas*, *Vernonia cymosa*, *Bidens biternata*, *Eleutheranthera ruderalis*, *Achyranthes aspera*, *Hyptis suaveolens* dan lain-lainnya yang mengubah padang rumput menjadi semak belukar. Dominasi semak belukar itu menurunkan produksi hijauan rumput makanan satwa di situ (Tjitrosoedirdjo *et al.* 2011). Apabila masalah tumbuhan invasif yang ada di savana tidak dikendalikan savana ini bisa hilang menjadi semak belukar. Ini akan merupakan suatu kehilangan besar karena ekosistem savana ini adalah satu-satunya ekosistem savana di Pulau Jawa yang menjadi rumahnya satwa asli seperti banteng (*Bos javanicus*), ajag (*Cuon alpinus*), leopard (*Panthera pardus*), burung merak yang dilindungi (*Pavo muticus*), ayam alas dan berbagai burung lainnya. Di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, daerah konservasi lainnya juga sedang menderita invasi dari tumbuhan invasif *Merremia peltata* (mantangan). Tumbuhan ini sebetulnya tumbuhan lokal dan tidak invasif sampai ketika hutan itu dibalak begitu rupa dan tidak dipelihara, memaparkan *M. peltata* pada cahaya yang melimpah. *M. peltata* merespons dengan pertumbuhan yang hebat, dengan daun lebar (mencapai 45 cm) memberikan nilai LWR (*leaf weight ratio*) dan SLA

(*specific leaf area*) tinggi, yang mendukung pertumbuhan cepat dari *M. peltata* walaupun laju fotosintesis rendah (Mardiati 2014). Sifat keinvusifan ini berbeda dengan *M. micrantha*, di mana kecepatan pertumbuhan yang tinggi disebabkan karena laju fotosintesis yang tinggi. (Dang *et al.* 2004). Invasi *M. peltata* mengganggu integritas ekosistem, dengan mencegah regenerasi spesies lokal karena itu menurunkan keragaman biologi (Master 2013). Menurunnya keragaman biologi juga disertai dengan menurunnya populasi makanan satwa asli di situ seperti gajah dan badak sumatera; sehingga memaksa satwa itu bermigrasi mencari makan ke utara, bertemu dengan pemukiman penduduk dan menciptakan konflik yang buruk. Invasi *M. micrantha* juga membelit, mematahkan dan mematikan semai *Shorea leprosula* yang ditanam dalam program Silvikultur Intensif, sehingga meningkatkan biaya penanaman, penyulaman, penyiangan sebelum menjadi setidaknya taraf pancang atau tiang. Dalam perkebunan karet dan kelapa sawit *M. micrantha* memperpanjang masa sebelum panen karena itu meningkatkan biaya pemeliharaan tanaman muda sebelum dapat dipanen.

Tumbuhan asing invasif di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, seperti *Cestrum aurantiacum*, *A. inulifolium*, *Bartlettina sordida*, *Brugmansia suaveolens*, *Chimonobambusa quadrangularis*, *Montanoa grandiflora* mengikuti jalur invasinya dari Kebun Raya Cibodas, sedang *Maesopsis eminii* dari cerita masyarakat dulu ditanam oleh Perhutani, dan menyebar ke Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. Hasil analisis tahun 2009 mendeteksi bahwa *Saurania bracteosa* sebuah pohon tropika asli TN Gunung Gede Pangrango tidak tercantum dalam daftar pohon, walaupun pohon itu masih terdapat dalam daftar dari analisis vegetasi tahun 1959, dan posisinya digantikan oleh pohon baru yang invasif, *C. aurantiacum* dari tingkat semai, sampai pohon (Zuhri & Mutaqien 2011). Turunnya populasi spesies pohon lokal dan dominasi spesies asing invasif pada daerah konservasi seperti ini sangat mengancam hidrologi ekosistem; dengan mengurangi tegakan pohon digantikan oleh tegakan perdu atau semak atau pohon kecil invasif seperti *C. aurantiacum* akan mengurangi daya infiltrasi air, dan daya tampung air di hutan konservasi tersebut, sehingga meningkatkan aliran permukaan dan menyebabkan banjir di daerah bawah alirannya.

Meningkatnya transportasi perdagangan internasional, turis dan pariwisata lainnya juga meningkatkan peluang gerakan spesies invasif di seluruh dunia

(Alpert 2006). Meningkatnya peluang perpindahan spesies invasif akan mengancam keragaman biologi, ekosistem dan kesehatan masyarakat umumnya.

Vachellia nilotica pada awalnya dilaporkan ditanam pada tahun 1969 sebagai ilaran api untuk mencegah api dari savana agar tidak masuk ke dalam hutan jati. Usaha untuk mencegah api tidak masuk ke dalam hutan jati berhasil, tetapi *V. nilotica* menyebar ke seluruh savana. Ini terjadi karena polong *V. nilotica* ini dimakan oleh satwa herbivora di situ, (pada musim kemarau, semua rumput kering; pada saat itu polong *V. nilotica* masak dan jatuh di bawah pohon; polong masak itulah yang dimakan oleh satwa herbivora pada musim kering itu). Polong masak berwarna coklat kehitaman itu adalah makanan bernutrisi tinggi, yang memiliki kadar air, protein, lemak serta karbohidrat yang tinggi. Walaupun demikian biji dalam polong itu tidak rusak dalam proses pencernaan banteng, kerbau maupun rusa, dan biji *V. nilotica* dikeluarkan bersama kotoran satwa, sehingga tersebar ke seluruh savana di mana satwa itu bergerak. Biji ini justru memperoleh media tumbuh yang sangat baik. Pengendalian *V. nilotica* dimulai tahun 1980, dengan memotong pohon *V. nilotica*. Pendekatan pengendalian dengan memotong pohon tanpa mematikan adalah tidak pas, karena batang yang dipotong akan tumbuh kembali dengan trubusan lebih banyak sehingga menciptakan *V. nilotica* dengan batang banyak, dan membentuk kanopi tajuk yang rapat. Kanopi demikian dari citra satelit nampak seperti karpet hijau seragam, yang menghambat ketersediaan cahaya bagi rumput savana, yang akibatnya sangat menekan produksi hijauan bagi satwa.

Oleh karena itu sangat penting untuk mempunyai rencana pengelolaan yang rinci dan efektif untuk mengelola tumbuhan invasif ini dan mengembalikan fungsi ekosistem savana sebagai rumah bagi satwa asli di situ.

1.1. Konsep Tumbuhan Invasif

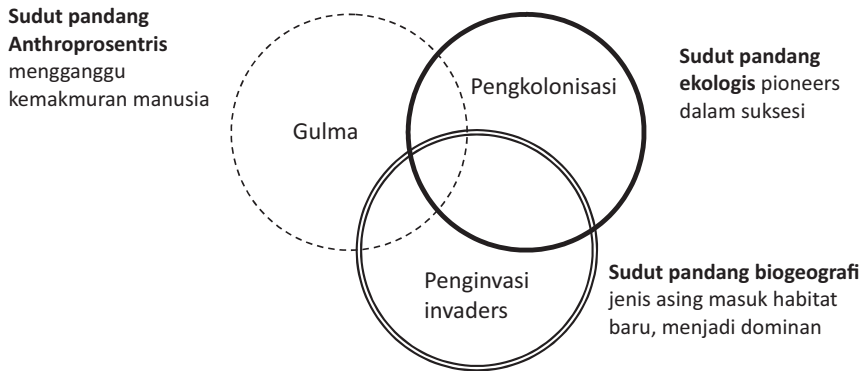
Dalam naskah CBD (*Convention on Biological Diversity*) yang diumumkan dalam konferensi Bumi tahun 1992, di Rio de Janeiro, Brazil), dalam **ayat 8 (h)** mengatakan bahwa: “*Each contracting party shall, as far as possible and as appropriate prevent the introduction of, control or eradicate those alien species which threaten ecosystems, habitats, or species*” (UNEP 1992). Ini isu internasional yang mendorong berbagai pihak agar bekerja dalam keselarasan bersama untuk menghilangkan atau meminimalkan dampak negatif spesies invasif pada ekosistem, habitat dan

spesies lokal kita. Adalah penting untuk mendefinisikan apa yang dimaksud dengan spesies invasif, karena sebagian besar tumbuhan yang kita introduksi dan berhasil adalah tanaman budidaya. Ada beberapa tumbuhan asing yang diintroduksi ke Indonesia tetapi tidak berhasil, seperti yang dilaporkan oleh van Steenis dari percobaan Teysmman di Jawa Barat. Atas permintaan dari Gubernur Jendral pada waktu itu, Teysmman ber-eksperimen untuk menanam sayuran dan pohon buah-buahan Eropa di lahan tinggi, mulai dari ketinggian Cipanas sampai puncak Gunung Pangrango. (van Steenis 1972). Percobaan itu gagal karena walaupun apel yang ditanam di puncak Gunung Pangrango itu tumbuh, tetapi tidak berbuah. Williamson (1996) menyampaikan “*tens rule*” untuk menggambarkan bagaimana introduksi tumbuhan ke daerah baru itu tidak selalu berhasil dan kurang lebih 10% saja spesies tumbuhan yang diintroduksi (asing) menjadi mapan, dan akhirnya menjadi invasif. Ini suatu kaidah kasar tetapi sejauh ini berlaku pada berbagai situasi di dunia. Kaidah ini menyatakan bahwa invasi yang berhasil adalah jarang terjadi (Williamson 1996). Jadi tidak semua tumbuhan asing adalah invasif, bahkan sebagian besar adalah tanaman budidaya dan hanya 10% saja yang invasif.

Jadi apakah spesies invasif? Apakah spesies baru dari luar angkasa seperti mungkin disiratkan dalam perkataan *alien*? Ternyata tidak. Spesies *alien* atau asing ini adalah spesies dari bumi atau planet kita, tetapi *non-native*, tidak *indigenous*, asing bagi ekosistem di mana dia tumbuh, dan spesies asing ini dapat berarti spesies, subspecies, taxon yang lebih rendah yang berada di luar daerah sebaran aslinya, di luar potensi dispersalnya (di luar sebaran asli yang secara alamiah dia kuasai, atau tidak dapat mencapai ekosistem baru tanpa campur tangan secara langsung maupun tidak langsung dari manusia) dan meliputi bagian tumbuhan, gamet, atau propagul spesies yang dapat bertahan hidup dan bereproduksi. Mengapa tumbuhan menginvasi? Satu batalion tentara mungkin menginvasi pertahanan musuh, tetapi mengapa tumbuhan dikatakan menginvasi? Ini merupakan propaganda untuk menarik perhatian masyarakat, baik pengambil keputusan, peneliti, pekerja, pengusaha, pedagang dan siapa saja baik di pemerintahan, swasta atau lembaga non pemerintah agar bersama-sama mengendalikan dan mengelola spesies invasif agar tidak memberikan dampak negatif atau setidaknya mengurangi dampak buruk spesies invasif ini. Spesies invasif tidak hanya berupa tumbuhan, tetapi juga hewan, maupun mikroorganisme. Serangan flu burung dan belakangan ini ebola adalah jenis/spesies invasif yang sangat mematikan.

Menurut McNeely (2001) dari IUCN, spesies asing invasif **adalah spesies asing yang mapan dalam ekosistem alamiah atau setengah alamiah atau habitat, sebagai agen perubahan yang mengancam biodiversitas lokal**; dan lebih lanjut diperkuat oleh Decision VI/23 of the Sixth Conference of the Parties (COP6) dari CBD tahun 2002, bahwa spesies invasif adalah **suatu spesies asing yang introduksi dan penyebarannya mengancam keragaman biologi**.

Definisi tumbuhan asing invasif menurut the American Nursery and Landscape Association dan Weed Science Society of America (WSSA), adalah sebagai berikut: (1). **tumbuhan invasif adalah tumbuhan yang telah atau akan menyebar ke komunitas tumbuhan natural dan menyebabkan kerusakan lingkungan dengan membentuk populasi yang tumbuh berkesinambungan, dan merusak sistem yang ada; atau (2) menyebar ke ekosistem yang dikembangkan manusia dan menyebabkan kerugian ekonomi**. Definisi ini memenuhi *interest* kedua asosiasi itu, tetapi toh banyak dikritik dengan berbagai alasan. Misalnya definisi ini tidak mencerminkan karakter dari tumbuhan invasif yang tumbuh cepat dan tidak dikehendaki di tempat sekarang spesies itu tumbuh, dan lebih bernuansa antropogenik daripada nuansa ekologis. Definisi itu juga tidak membedakan sistem yang diinvasi, apakah ekosistem alami atau ekosistem yang dikelola manusia (agroekosistem). Agroekosistem sangat artifisial dan merepresentasikan sistem yang sederhana, habitat yang miskin spesies, dengan keseragaman lingkungan, dengan rezim perubahan yang mudah diprediksi. Berbeda dengan sistem alam yang biasanya sangat kaya spesies, dengan lingkungan yang heterogen dan tidak dapat diprediksi. Tumbuhan yang menginvasi agroekosistem disebut gulma, sebagian besar spesies herba, yang sering teradaptasi pada sistem tanaman budidaya, sedangkan tumbuhan yang menginvasi habitat alam mungkin meliputi seluruh keragaman penuh makhluk hidup. Barbour *et al.* (1999) mendefinisikan gulma sebagai **tumbuhan invasif non-native**, dan mereka membedakan antara **tumbuhan invasif** yang menginvasi hanya habitat alam atau habitat yang sedikit terganggu dan **tumbuhan hama** yang mengganggu kawasan pertanian, atau kawasan yang dikelola. Definisi ini dengan demikian memerlukan lebih lanjut **definisi non-native dan invasif** dan membedakan antara habitat natural dan habitat yang terganggu. Mungkin akan lebih jelas kalau mengikuti penjelasan Rejmanek (1995) bahwa gulma mengganggu pemanfaatan lahan oleh manusia; pengkolonisasi berhasil mapan dalam sistem yang terganggu, sedang menginvasi adalah spesies



Gambar 1 Gulma pengkolonisasi dan penginvasi adalah konsep yang mirip tetapi berbeda karena dilihat dari sudut pandang yang berbeda (Rejmanek 1995)

yang diintroduksi ke dalam habitat non natif (Gbr. 1). Anggota dari **gulma**, **pengkolonisasi**, dan **penginvasi** dapat tumpang tindih seperti diperlihatkan dalam diagram, bahwa gulma mungkin pengkolonisasi yang mungkin juga sebagai penginvasi.

Dengan perkembangan pendekatan ilmiah, dalam mendefinisikan invasi biologi ada dua kutub pemikiran: (1) berdasarkan kriteria geografi; dan (2) berdasarkan kriteria dampak. Beberapa peneliti mempertimbangkan bahwa suatu spesies harus mengatasi halangan geografi besar dan menyeberangi jarak yang sangat jauh untuk dapat dipertimbangkan sebagai invasif (Richardson & Pysek 2006). Adopsi kriteria ini konsekuensinya menghalangi spesies asli, natif atau lokal untuk disebut invasif walaupun ketika mereka sudah mulai mendominasi komunitas dalam proses suksesinya. Pendapat ini tidak disetujui oleh peneliti lainnya yang percaya bahwa spesies lokal untuk suatu kawasan dapat dikualifikasi sebagai invasif ketika mengkolonisasi dan mendominasi habitat baru di dekatnya setelah proses penyebaran atau dispersal yang alamiah (Davis & Thompson 2000). Pendapat yang lebih luas tentang biologi invasi yang meliputi penyebaran dan modusnya meniadakan perbedaan antara spesies natif (asli) dan non natif (asing/pendatang) untuk dapat disebut invasif. Ini juga mempermudah pendapat tentang invasi, sebab ini membebaskan kita dari masalah yang ditimbulkan oleh spesies invasif kriptogenik yaitu yang tidak begitu jelas apakah natif atau asing (Carlton 1996).

Yang lebih fundamental adalah bahwa sebenarnya ada kemiripan fungsional yang sangat tinggi antara spesies asli yang tiba-tiba mendominasi dalam proses

suksesi lokalnya dan spesies asing yang menginvasi suatu sistem, dan fenomenon ini dapat menyingkap adanya mekanisme yang sama dalam dua situasi ini. Oleh karena itu definisi yang membatasi secara intrinsik bahwa invasi biologi adalah fenomenon geografi daripada fenomena ekologis tampak tidak dapat dijustifikasi.

Kriteria dampak juga menimbulkan debat yang hebat. Beberapa peneliti percaya bahwa suatu spesies pasti mempunyai dampak utama (positif atau negatif) pada ekosistem di mana dia menyebar untuk dapat dikualifikasi sebagai invasif. Pekerja lain berpendapat sebaliknya bahwa kriteria ini tidak harus dipakai untuk mengkarakterisasi fenomenon invasi biologi sebab ini sukar untuk dievaluasi dan ini memberikan kesempatan interpretasi individu (Rejmanek *et al.* 2002): berapakah nilai ambang batas sejak mana kita bisa mengatakan bahwa sudah ada dampak? Apakah yang menyebabkan dampak utama? Di luar penjelasan yang diajukan oleh Rejmanek *et al.* (2002), **suatu alasan fundamental mengarah pada penolakan kriteria ini pula; pada tingkat definisi demikian ini, karakterisasi dari fenomena itu mestinya bertumpu hanya pada kriteria itu sendiri relatif terhadap “substansi” atau “intinya” dan tidak pada dampaknya atau konsekuensinya, yang sangat dipengaruhi lingkungan dan sangat bervariasi.**

Dampak invasi biologi secara alam tergantung pada keadaan; ini tergantung pada identitas invader (pada sifat atau karakter biologinya) dan komunitas/ ekosistem penerima (sifat biologis dari spesies yang sudah ada di situ sebelumnya). Suatu spesies yang akan menginvasi dua ekosistem berbeda dalam proporsi sama (persentase area yang diokupasi, persen dari total biomassa dari ekosistem) dengan *magnitude* (besaran) yang sama tidak harus mempunyai pengaruh yang sama pada kedua lingkungan itu. Berbagai studi sudah mengungkapkan bahwa intensitas dampak akan lebih kuat, makin lebih nyata perbedaan antara sifat biologis spesies invasif dan sifat biologis dari spesies yang sudah ada di situ sebelumnya, lebih umum dikatakan bahwa dampak invasi akan bervariasi tergantung pada peluang adanya penambahan atau kehilangan grup fungsional dalam ekosistem penerima. Dengan demikian, karena diversitas atau keragaman sangat menentukan kemudahan komunitas untuk diinvasi, kehilangan atau penambahan beberapa sifat biologis akan dengan sendirinya mempunyai konsekuensi hebat pada fungsi ekosistem. Oleh karena dampak yang sangat bervariasi yang tergantung pada banyak faktor, maka kriteria ini tidak sesuai untuk mendefinisikan suatu fenomena yang stabil dan konstan secara alami; dalam hal

ini invasi biologi. Akan tetapi, pentingnya penelitian dampak invasi biologi terutama untuk mengimplementasikan kebijakan pengelolaan (article 8(h) dari CBD tidak dapat dipungkiri.

Untuk alasan di atas kriteria geografik dan dampak tidak sesuai untuk mengkarakterisasi invasi biologi dan kita harus kembali kepada mekanisme asal fenomena itu sendiri. Mekanisme ini, yang umum untuk semua jenis invasi biologi, yang membangun inti dari definisi adalah kompetisi antar spesies yang menggarisbawahi superioritas spesies yang unik, dan pantas sebagai individu yang invasif, di atas spesies lain, secara fungsional mirip yang memanfaatkan sumber daya yang sama dengan cara yang sama (yaitu unsur hara, makanan, habitat) dalam suatu ekosistem.

Keuntungan kompetitif ini terjadi setelah hilangnya pembatas terhadap dominansi spesies ini. Pengangkatan kendala ini, yang dari sudut pandang konsepsi, mendestruktur sistem dan tanpa dapat dielakkan menuntun pada redistribusi elemen-elemennya, dapat terjadi melalui dua cara: (i) introduksi spesies non-natif yang memperoleh manfaat dari keuntungan kompetitif yang sangat melimpah sebagai akibat dari tidak adanya pesaing kompetitif dari kelompok sesama pengikut evolusi (*evolutionary guild*). (ii) adanya modifikasi eksogen lingkungan (misalnya: eutrofikasi, kehilangan atau penambahan predator puncak, perubahan rezim api/kebakaran) yang mengubah rezim kompetisi melalui redistribusi faktor selektif yang beroperasi di situ. Dengan definisi ini spesies invasif dapat saja spesies lokal atau spesies asing: Sesungguhnya, spesies lokal (natif) dapat dipandang sebagai “baru” bagi lingkungan yang berubah di samping dari sudut pandang ekologis bahwa spesies invasif itu selalu asing pada lingkungannya sebagai akibat DARI lingkungan yang baru (*alien species*) atau suatu perubahan DALAM lingkungan (spesies lokal atau spesies asing yang menyebar setelah periode jeda).

Setelah mempertimbangkan dua pendapat yang berbeda, biologi invasi dapat didefinisikan sebagai berikut: **Suatu invasi biologi terdiri dari suatu spesies yang memperoleh keuntungan kompetitif setelah hilangnya halangan alamiah bagi perbanyakannya yang memungkinkannya untuk menyebar dengan cepat dan menundukkan daerah baru dalam ekosistem penerima di mana dia menjadi populasi yang dominan.** (Vale'ry *et al.* 2008). Ini adalah definisi kerja yang menggarisbawahi sifat alamiah invasi biologi yang didorong

oleh proses ekologi umum, kompetisi. Akan tetapi definisi harus juga memberi arahan bagi pengelolaan spesies invasif dan banyak proses sebelum spesies invasif sampai pada suatu lokasi baru yang akan membangkitkan kompetisi nyata dalam kehidupannya dengan spesies lokal, menang dan menjadi dominan dalam lingkungan yang baru itu.

1.2. Proses Invasi

Invasi dideskripsikan sebagai ekspansi geografis dari suatu spesies ke kawasan yang sebelumnya tidak ditemukan spesies tersebut. Definisi ini lebih lanjut menekankan bahwa walaupun sebagian besar spesies invsif adalah non-natif, ini bukan kondisi yang selamanya harus begitu. Misalnya *Merremia peltata*, atau *Imperata cylindrica* (alang-alang) adalah spesies lokal di Sumatera atau Kalimantan menjadi invasif pada kawasan yang tadinya hutan tropika yang mengalami pembalakan berlebihan diikuti dengan kebakaran setiap tahun.

Invasi tumbuhan bukan disebabkan oleh manusia secara eksklusif. Sebaran spesies selalu berfluktuasi dalam fenomena ruang dan waktu dari skala kecil sampai besar, dan komunitas harus bereaksi terhadap perubahan ini. Apa yang berubah adalah laju pada mana invasi itu terjadi. Sebetulnya tidak ada komunitas yang aman dari invasi. Kenapa tidak? Karena suksesi adalah proses normal dari spesies yang menginvasi dan mengganti spesies lain. Masalahnya adalah bahwa beberapa spesies cenderung lebih baik dalam menginvasi daripada spesies lainnya. Invasi adalah sesuatu yang umum pada semua skala; dari invasi gulma ke dalam tanaman budidaya atau hutan, sampai pada introduksi spesies non-natif ke dalam daratan atau kontinen.

Sebagian besar invasi gagal. Invasi yang berhasil adalah jelas, dan dapat dilihat dan diobservasi. Tetapi invasi yang gagal tidak jelas, karena itu sukar untuk mempelajari invasi yang gagal. Alasan utama dari kegagalan invasi adalah:

1. Kondisi abiotik yang tidak sesuai.
2. Spesies yang diintroduksi kalah berkompetisi dengan spesies lokal.
3. Adanya musuh alami yang bersifat generalis seperti herbivor dan penyakit.
4. Tidak ada simbiosis mutualistis untuk polinasi, dan tidak ada penyebaran untuk memfasilitasi invasi.
5. Dampak kerapatan rendah, sehingga sukar mencari pasangannya.

Apabila sebagian besar invasi gagal lalu apa yang kita ributkan? Ternyata sebagian kecil invasi yang berhasil itu mempunyai dampak yang hebat pada

populasi dan komunitas. Suatu invasi mungkin menyebabkan satu spesies menjadi punah atau dapat berdampak pada komunitas kalau invasi itu mengubah arah pembangunan kelompok. Ketika arah trayektori diubah, komunitas dikendalikan oleh seperangkat proses assembly (pengelompokan) dengan pola yang tidak dapat diprediksi.

Invasi yang berhasil menuntut bahwa spesies itu datang, mapan, bereproduksi menyebar dan terintegrasi pada anggota komunitas di tempat yang baru. Spesies demikian menghadapi sederetan saringan (kendala) untuk mencapai setiap langkah. Untuk menginvasi, propagul dari spesies itu harus menyebar ke lokasi penerima. Penyebaran memberikan kesempatan untuk menginvasi. Mekanisme penyebaran jarak jauh sudah tidak lagi merupakan fitur penting bagi spesies invasif karena aktivitas manusia membantu pergerakan propagul. Dampak aktivitas manusia memperbesar total lubang spesies. Beberapa pendekatan yang berbeda dapat diikuti untuk menginvestigasi sebab dan mekanisme invasi biologi. Mungkin yang paling umum adalah mencari karakter tertentu dari spesies invasif, yang berhubungan dengan hipotesis bahwa karakter spesies mempunyai pengaruh kuat pada proses invasi. Kemungkinan yang lain adalah mencari karakter dari komunitas yang terinvasi dan apakah ada komunitas tertentu yang resistan (atau mudah) terinvasi. Karakter abiotik dari lokasi terinvasi mungkin perlu ditekankan pentingnya. Terakhir, kemungkinan suatu organisme untuk ditransportasikan ke daerah baru dapat dinilai krusial bagi proses invasi.

1.2.1. Model invasi langkah bertingkat

Seperti diperlihatkan pada Gambar 2 proses invasi digambarkan sebagai tangga. Ada tingkatan yang berurutan, setiap tingkat hanya dapat dicapai dengan melangkahi tingkat sebelumnya. Tingkat invasi berikut ini dapat diidentifikasi: 1. Berada pada daerah baru. Untuk tanaman budidaya atau tanaman hias tingkatan ini berimplikasi pada periode kultivasi sampai mereka berhasil lepas dari kultivasi dan menjadi feral. Untuk tumbuhan yang tidak dikultivasi tingkatan ini sesuai dengan periode dorman dari propagul; 2. Mapan secara spontan. Pada tingkat ini setidaknya satu generasi sudah dihasilkan tanpa bantuan manusia; 3. Mapan secara permanen. Suatu tumbuhan sudah mencapai tingkat ini ketika setidaknya satu populasi di daerah baru itu sudah berpeluang besar untuk menjadi persisten permanen (misalnya mencapai MVP/*the Minimum Viable Population*); 4. Penyebaran ke daerah baru selesai. Pada tingkat ini tumbuhan itu mengokupasi

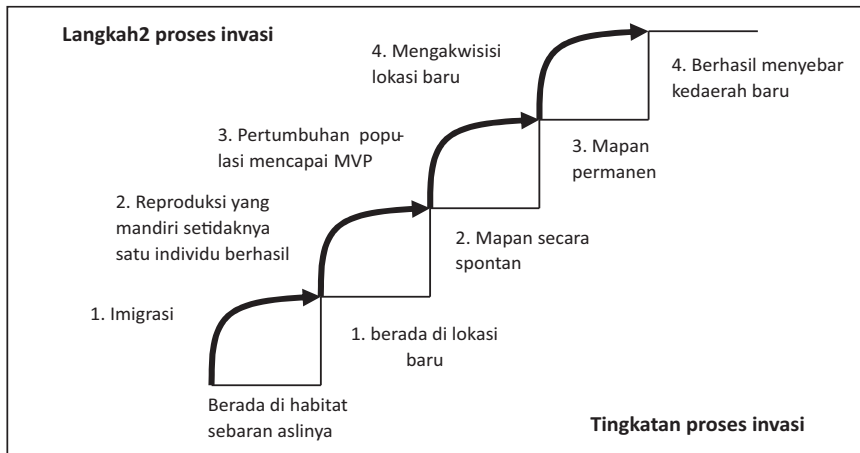
semua lokasi yang mungkin diinvasi di daerah itu, dan mengindikasikan bahwa kendala dispersal dapat diatasi.

Untuk berjalan dari satu tingkat ke tingkat berikutnya tumbuhan mengalami proses:

1. Imigrasi
Satu atau lebih individu sudah meninggalkan sebaran aslinya dan mencapai daerah baru; karena itu mereka ini pasti sudah melampaui kendala penyebaran. Dalam banyak hal ini difasilitasi oleh manusia.
2. Pertumbuhan bebas dan reproduksi dari setidaknya satu individu. Pada lokasi baru setidaknya satu individu berhasil tumbuh berkembang dan bereproduksi. Tanaman budidaya dan hias berhasil tumbuh bebas artinya tumbuh sendiri tanpa melalui kultivasi.
3. Populasi tumbuh terus dan dapat mencapai MVP (*Minimum Viable Population*). Tumbuhan harus membangun populasi yang cukup besar untuk memastikan kemampuan bertahan hidup dalam lingkungan baru. Langkah ini memerlukan perubahan cara pandang: subjek dari penelitian bukan lagi individu tetapi populasi di lokasi baru ini yang lebih menjadi perhatian.
4. Memperoleh lokasi baru.
Pada langkah ini tumbuhan invasif sudah menyebar menempati tempat lain dalam lingkungan yang kualitasnya sama, atau beda.

Empat langkah ini merupakan masalah utama yang harus diatasi oleh tumbuhan dalam proses invasi. Langkah itu menggambarkan urutan kendala dari tumbuhan dan langkah terakhir tidak dapat dicapai tanpa mengatasi semua langkah sebelumnya. Masalah-masalah yang ada dikumpulkan dalam langkah-langkah ini menurut hubungan dan waktu dari peristiwanya, yang menjadikan dasar analisis yang sistematis.

Tingkatan invasi merepresentasikan masalah utama yang dihadapi tumbuhan ketika menginvasi suatu kawasan. Analisis yang teliti mengungkapkan situasi krusial, yang biasa ditemui dalam berbagai tingkatan, dan yang didominasi oleh hanya satu atau beberapa faktor saja. Dari sini dapat diturunkan karakter spesies mana yang dengan mudah mengatasi masalah yang muncul. Invasi bertingkat ini adalah model ideal proses invasi sebagai alat menginterpretasikan proses invasi. Pembedahan kronologis proses invasi memungkinkan untuk mempertimbangan berbagai faktor berbeda yang relevan secara simultan (karakter tapak biotik dan



Gambar 2 Pembedaan kronologis proses invasi tumbuhan ideal. Dalam perjalanan proses invasi, tingkat yang berbeda dapat dicapai dengan melewati serangkaian tingkatan. Ketinggian tiap tingkatan dipengaruhi oleh kemampuan spesies untuk mengatasi bermacam faktor lingkungan (Heger 2001)

non-biotik, begitu juga moda transportasi dari organisme). Lebih dari itu interaksinya dapat juga dianalisis secara sistematis.

1.2.2. Langkah dan tingkatan proses invasi lebih detail

Catfort *et al.* (2009) meninjau dan mensintesis 29 hipotesa utama dalam ekologi invasi, yang dibangun di sekitar tekanan propagul (P), karakter abiotik (A), dan karakter biotik (B), dengan tambahan pengaruh manusia (H) pada P, A dan B (disebut PAB), dan diperlihatkan bahwa hipotesanya sesuai dengan paradigma.

Dengan melihat invasi sebagai proses yang terdiri dari berbagai peristiwa, yang dapat dibedakan menjadi beberapa peristiwa primer dan dipisah-pisahkan dalam suatu rangkaian langkah bertingkat, maka teori invasi dapat diuji dengan tajam dan teknik pengelolaan yang efektif dari tumbuhan invasif dapat diformulasikan (Tabel 1).

Catford *et al.* (2009) lebih lanjut membedakan tingkatan dalam proses invasi ini menjadi 6 tingkat dari 4 sebelumnya, tetapi pada intinya secara substansial tidak berbeda, hanya lebih detail agar kebijakan pengelolaan bisa diformulasikan lebih rinci. Di bawah tingkat 4 misalnya untuk mencegah keberadaannya pada suatu lokasi, langkah imigrasi harus dihentikan. Langkah imigrasi lebih lanjut dapat dibedakan menjadi transport (jalur invasi) dan introduksi, dan pencegahan bisa

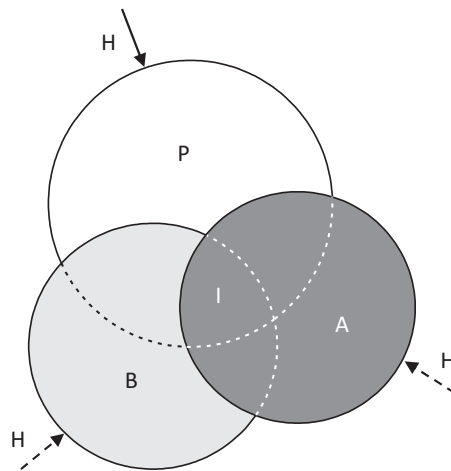
Tabel 1 Tingkatan terkait dengan invasi dimodifikasi oleh Catford (Catford *et al.* 2009)

Tingkat/ Proses	1/ Transport	2/ Introduksi	3/ Kolonisasi	4/ Naturalisasi	5/ Menyebar	6/ Dampak
Definisi	Perpindahan tumbuhan atau propagule ke lokasi baru	Kedatangan tumbuhan / propagule ke lokasi baru	Kemampuan bertahan hidup tumbuhan yang diintroduksi	Kemampuan bertahan hidup, bereproduksi mencapai populasi berkelanjutan	Penyebaran propagul dan populasi meluas dari lokasi pertama diintroduksi	Berdampak negatif pada ekologi dan ekonomi
Faktor utama	P	P	PAB	pAB	PAB	paB
Skala ruang	Regional dan kontinental	lokal	lokal	lokal	regional	Lokal dan regional
Pengaruh manusia	Umumnya, ya	Umumnya, ya	Ya, tetapi tidak penting	Tidak	Tidak, tetapi dapat meningkatkan	Tidak
Langkah pengelolaan potensial	Karantina dan penyaringan	Monitoring, deteksi dini dan eradikasi	Monitoring, deteksi dini dan eradikasi	Eradikasi dan pemberantasan populasi pemula pemberantasan penyebaran potensi vektor	Meminimisasikan penyebaran biji dan populasi dan eradikasi populasi baru	Pengendalian populasi ; minimisasi penyebaran biji dan popu lasi ; eleviasi dampak

Catatan: P = propagul, pendorong primer; A = faktor abiotis, pendorong primer; B = faktor biotis, pendorong primer; p = propagul, pendorong sekunder; a = faktor abiotis, pendorong sekunder; b = faktor biotis pendorong sekunder

dilakukan pada kedua langkah. Pada tingkat jalur invasi, jalur itu harus diidentifikasi dan dipastikan agar jalur itu tidak ada atau tidak menjadi jalan invasi bagi spesies terkait. Sedangkan pencegahan yang akan masuk secara legal lewat bandara atau pelabuhan dapat dicegah oleh karantina, sedangkan ketika masuk tidak diketahui, dilakukan pencegahan penyebaran melalui DD (Deteksi Dini) dan TS (Tindakan Segera). Proses invasi dengan 6 tingkatan ini merepresentasikan ekologi invasi, tidak membedakan apakah *native* (asli) atau *non-native* (asing), karena inti pendorongnya adalah proses ekologi yang sama yaitu kompetisi antar spesies tumbuhan. Untuk tumbuhan invasif *non-native* proses invasi mengikuti 6 langkah penuh, mulai dari transportasi, dan berakhir pada penyebaran dan menimbulkan dampak negatif pada ekosistem yang diinvasi. Sementara spesies tumbuhan asli sudah ada di area, tidak mengikuti langkah 1,2,3,4 dan masuk langkah ke-5 dan 6 saja untuk menjadi invasif (Vale'ry *et al.* 2008).

Catford *et al.* (2009) menyimpulkan bahwa invasi adalah fungsi dari tekanan **propagul (P)**, karakter **abiotis** ekosistem terinvasi (**A**), karakter komunitas dan spesies terinvasi (karakter **biotis**, **B**), dan merefleksikan posisi dalam ruang dan waktu. P meliputi kendala dispersal dan geografis, A melibatkan kendala lingkungan dan habitat, sedangkan B meliputi dinamika internal dan interaksi komunitas. Agar terjadi invasi, ketiga faktor harus terakomodasi dan saling mendukung (Gbr. 3). Penyebaran dan intensitas invasi ditentukan oleh kombinasi tiga faktor, walaupun pengaruhnya tidak akan sama satu dengan yang lain dan sering dimediasi oleh manusia (introduksi, penyebaran propagul, alterasi kondisi lingkungan dan abundansi dan keragaman spesies lokal (Wilson *et al.* 2007). Permulaan invasi dikendalikan oleh faktor temporal maupun spatial dan karena PAB berfluktuasi dan berubah dalam waktu dan ruang, permulaan, distribusi dan laju invasi sangat dinamis (Hastings 1996). Oleh karena itu fase, luasan dan keparahan invasi ditentukan oleh kombinasi kekuatan PAB, dan posisi dalam waktu dan ruang (Richardson & Pysek 2006).



Gambar 3 Diagram skematis menunjukkan bagaimana populasi (P), faktor abiotis (A) dan faktor biotis (B) berinteraksi untuk memacu invasi (I), dan bagaimana manusia memodifikasi P, A, dan B. Invasi terjadi di mana semua ketiga faktor (lingkaran) overlap. PAB semuanya harus terakomodasi agar invasi berhasil tetapi kekuatan dan besarnya pengaruh dari tiap faktor beda. Lingkaran itu juga memberi gambaran situasi di mana satu atau dua faktor mungkin membatasi invasi. P mempunyai kekuatan terbesar (waktu dan ruang). Tanda panah menunjukkan intervensi manusia, yang mungkin tidak harus ada, tetapi peluangnya besar dengan P (garis tebal; berbeda dengan garis putus-putus untuk A dan B)

1.2.2.1. Tekanan propagul

Umum bagi semua teori ekologi invasi adalah pemahaman bahwa invasi yang berhasil memerlukan P yang cukup (jumlah individu diintroduksi dikalikan frekuensi). Walaupun satu propagul secara potensial dapat menyebabkan kolonisasi, P sering penting untuk sukses yang berkelanjutan, bukan hanya untuk introduksi. Beberapa ahli berpendapat bahwa ini adalah kunci pendorong invasi dan mungkin dapat menjelaskan secara alamiah variasi invasi. (Lockwood *et al.* 2005). Ini dikolaborasikan pada betapa signifikan Waktu Residen Minimum karena P meningkat dengan waktu, tetapi pentingnya Waktu Residen Minimum mungkin juga merefleksikan perubahan temporal pada A dan B yang menguntungkan penginvasi (Joshi & Vrieling 2005).

P yang tinggi mendukung invasi dengan meningkatkan diversitas genetik dari populasi *non-indigenous* (asing); dengan demikian meningkatkan peluang bahwa spesies itu akan beradaptasi pada kondisi ekosistem di situ (Lockwood *et al.* 2005). P yang tinggi, terutama jumlah introduksi, juga meningkatkan peluang bahwa *invader* akan diintroduksi pada lingkungan yang sesuai. Introduksi yang berkelanjutan dapat berfungsi sebagai *buffer* apabila kondisi secara temporal tidak mendukung (Lockwood *et al.* 2005). Terlepas dari A dan B, P yang tinggi memungkinkan spesies menjadi mapan hanya karena melalui penjenuhan biji. Penginvasi akan lebih berhasil dalam kompetisi antar anakan, daripada kompetisi anakan- tumbuhan dewasa (Crawley *et al.* 1999). Oleh karena itu ketika penginvasi mendominasi lubang biji, peluangnya akan lebih besar untuk mendominasi kolonisasi dan kemapanan. Peristiwa membanjiri biji seperti ini mungkin dapat menjelaskan mengapa sebagian besar invasi tumbuhan terjadi dekat pemukiman manusia (Crawley *et al.* 1996).

1.2.2.2. Karakter Abiotis (A)

Karakter lingkungan dari tapak harus bersahabat agar invasi dapat terjadi. Apabila suatu spesies tidak dapat bertahan hidup pada lingkungan dari tapak di mana dia terintroduksi, atau saringan lingkungannya, invasi akan gagal. Banyak hipotesa bahwa invasi yang berhasil ditentukan oleh karakter lingkungan, dan sering didasarkan pada perubahan ketersediaan sumber daya alam (Blumenthal 2006). Peningkatan ketersediaan sumber daya alam menuju terjadinya pertumbuhan populasi, memberikan kesempatan pada spesies yang menginvasi untuk mengkolonisasi dan mengubah suksesi (Hood & Naiman 2000).

Peningkatan ketersediaan sumberdaya alam dapat terjadi pada berbagai skala ruang dan waktu dan biasanya dikaitkan dengan gangguan antropologis atau alamiah (misalnya eutrofikasi, angin puting beliung regional, rumpang karena pohon tumbang (Sher & Hyatt 1999).

Gangguan episodik dapat meningkatkan ketersediaan sumber daya alam, dan ini lama dikaitkan dengan invasi (Buckley *et al.* 2007). Tumbuhan, seperti organisme lain yang tidak bergerak memerlukan ruang untuk memperoleh sumber daya alam, sehingga setiap proses yang meningkatkan ketersediaan ruang mungkin juga dapat meningkatkan ketersediaan sumber daya alam dan invasi. Peristiwa gangguan, menurunkan tutupan tumbuhan dewasa meningkatkan ruang untuk kolonisasi, dan menurunkan kompetisi, terutama antara tumbuhan dewasa spesies lokal dan juvenil tumbuhan asing (Hood & Naiman 2000). Apabila gangguan level tinggi dikombinasikan dengan produktivitas ekosistem level tinggi (laju pertumbuhan) suatu tumbuhan yang diintroduksi dapat menjadi invasif (Huston 2004). Walaupun spesies *indigenous* dan *non-indigenous* sama-sama mengalami proses kolonisasi (Davis *et al.* 2000; Meiners *et al.* 2004), banyak tumbuhan invasif adalah ruderal berstrategi-r (Rejmanek & Richardson 1996). Oleh karena itu penginvasi biasanya berhasil pada tingkat awal suksesi dan dapat melampaui kinerja spesies *indigenous* lokal pada lingkungan dengan sumber daya yang tinggi. (Daehler 2003).

Peningkatan ketersediaan sumber daya dalam jangka pendek dapat mendorong invasi, tetapi demikian juga perubahan jangka panjang pada rezim gangguan (Tickner *et al.* 2001) dan kondisi lingkungan pada umumnya (Williamson & Fitter 1996). Misalnya perubahan pada rezim aliran air sungai, mengubah struktur komunitas riparian (Planty-Tabacchi *et al.* 1996) dan memfasilitasi invasi (Tickner *et al.* 2001).

1.2.2.3. Karakter Biotis (B)

Spesies *non-indigenous* mungkin masih belajar dan dapat kalah atau menang dalam interaksi biologis ketika masuk di daerah baru, karena itu interaksi evolusioner komunitas dan ekologi penting bagi keberhasilan invasi dan dampaknya (Lau 2008). Interaksi seperti penghindaran dari musuh alami (Keane & Crawley 2002), evolusi peningkatan kemampuan berkompetisi (Blossey & Notzgold 1995), allelopathy (Callaway & Ridenour 2004), simbiosis (Richardson & Pysek 2006) dan pencampuran secara invasional (Simberloff & Holle 1999)

dapat memfasilitasi invasi, sedang lainnya seperti resistensi biologis (Parker & Hay 2005), isolasi biologis (Levine *et al.* 2004) dan kompetisi antarspesifik (Burke & Grime 1996), terutama dari spesies dominan (Emery & Gross 2006), dapat menghambat invasi. Interaksi-interaksi ini dapat diturunkan pada level tropik (misalnya urutan tropik pencampuran invasional (White *et al.* 2006)) dan dapat dimediasi oleh kondisi abiotis (misalnya interaksi tumbuhan-biota tanah yang mempengaruhi kompetisi tumbuhan (Callaway *et al.* 2004; Eppinga *et al.* 2006)).

1.2.2.4. Interaksi di antara PAB

Interaksi antara PAB mempengaruhi keluaran invasi dan harus menjadi pusat dari cara invasi dipandang (Gbr. 3). Kemampuan berkompetisi yang membuat suatu penginvasi berhasil pada suatu habitat tidak harus berhasil pula pada habitat lain (Sher & Hyatt 1999), dan tanpa karakter yang sesuai spesies yang akan menginvasi tidak akan diuntungkan dari kondisi lingkungan yang menguntungkan seperti peningkatan ketersediaan sumber daya alam (misalnya interaksi A*B). Sifat penyebaran dari spesies invasif mempengaruhi P (Rejmanek & Richardson 1996), begitu juga sifat lain yang menyebabkan beberapa spesies atau fenotipe diintroduksi (disengaja atau tidak disengaja) lebih banyak daripada yang lain (misalnya interaksi P*B; bias propagul (Colautti *et al.* 2006)). Begitu juga, karakter fisik dari tapak dapat meningkatkan P dengan mengkonsentrasikan propagul pada suatu tempat atau menyediakan sarana penyebaran tambahan (Lonsdale 1999), seperti yang diobservasi pada ekosistem riparian (misalnya interaksi P*A (Tickner *et al.* 2001)). Saling ketergantungan dan sinergi PAB tercermin dalam teori. Hipotesa kompetisi global didasarkan pada interaksi P*B (Alpert 2006), semuanya mengkaitkan invasi pada kombinasi A dan B walaupun dengan cara yang sedikit berbeda.

1.3. Jeda Waktu

Suatu sifat invasi yang menarik adalah bahwa biasanya selalu ada jeda antara waktu ketika spesies itu diintroduksi dan ketika pertumbuhan populasinya meledak (Hobbs & Humphries 1995). Pada waktu ini kadang-kadang dapat sangat panjang; misalnya pinus (*Pinus strobes*) dinilai tidak invasif di Eropa Tengah selama lebih dari 250 tahun setelah diintroduksi untuk kehutanan (Rejmanek 1996). Jeda waktu ini biasanya berlangsung antara 20-100 tahun. Kirinyu (*C. odorata*) yang herbariumnya dilaporkan pertama kali di Indonesia tahun 1934,

dari Lubuk Pakam Sumatera Utara, pada tahun 1960 telah meledak populasinya menjadi spesies tumbuhan invasif tersebar ke seluruh Indonesia. Kirinyu ini dibawa keluar dari habitat aslinya di Trinidad tahun 1840-an ke India dan menyebar ke timur sampai di Sumatera tahun 1934.

Potensi keinvasian dari suatu spesies tumbuhan tidak dapat diukur dari ketiadaan jeda waktu. Misalnya 3 *Impatiens* non-natif yang diintroduksi ke Inggris, *Impatiens glandulifera* mempunyai jeda waktu terlama, tetapi ternyata yang paling invasif. *Impatiens parviflora* dan *Impatiens capensis* meningkat lebih cepat pada awalnya, tetapi tidak menyebar jauh. *I. glandulifera* lebih toleran terhadap frost dan karena itu dapat mapan lebih awal dan membentuk tegakan monokultur yang padat. Penyebaran kedua spesies *Impatiens* lainnya terbatas sebab mereka mempunyai persyaratan lingkungan yang spesifik dan biji berpeluang kecil untuk mendarat di tempat yang sesuai.

Sebagian dari jeda waktu ini dapat dipahami karena pertumbuhan populasi mengikuti kurva pertumbuhan eksponensial. Populasi yang kecil akan nampak tumbuh lambat pada awalnya. Lamanya jeda waktu tergantung lingkungan biotis maupun fisik dan pada perubahan genetis yang mungkin terjadi. Populasi kecil juga akan mempunyai biji bernas rendah saja ketika sukar untuk menarik polinator atau karena sedikit saja tepung sari bersayap mencapai putik. Oleh karena itu dapat diharapkan pertumbuhan populasi akan lambat pada awalnya.

Jeda waktu terjadi apabila spesies berada dalam daerah kantong kecil terisolasi sampai peristiwa episodik atau seperangkat kondisi lingkungan terjadi yang memfasilitasi ekspansi cepat. Contoh kasus ini dapat dilihat pada invasi *A. inulifolium*, di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango di mana tahun 1982-an terjadi angin puting beliung besar yang menumbangkan lebih dari 3.000 pohon besar dengan demikian tersedia ruang bagi *A. inulifolium* untuk tumbuh dan mengokupasi ruang yang ditinggalkan kosong oleh pohon tumbang.

Alasan terakhir mengapa populasi kecil mempunyai peningkatan ukuran populasi yang cepat secara tiba-tiba adalah ketika mereka mengalami perubahan genetis yang meningkatkan kebugaran populasi tersebut. Hibridisasi dan introgressi (persilangan *back-crossing* dengan satu dari populasi tetua dan karena itu gene baru diintroduksi ke dalam genom spesies tersebut) adalah mekanisme dengan apa perubahan genetis dapat terjadi. Populasi dapat juga mempunyai tipe perubahan genetis lainnya. Populasi gulma yang resistan terhadap herbisida dapat meningkat pertumbuhan populasinya secara cepat.

1.4. Jalur Invasi

Jalur adalah alur atau jalan tempat sesuatu bergerak/berjalan. Burgiel *et al.* (2006) yang disitir oleh Naro (2009) mendefinisikan jalur sebagai **sarana** (seperti pesawat, kendaraan atau kereta api), **tujuan atau aktivitas** (seperti pertanian, kehutanan atau hortikultura), atau **komoditas** (seperti kayu) dengan mana spesies asing ditransportasikan ke lokasi baru, sengaja atau tidak sengaja. Istilah **sarana, tujuan atau aktivitas atau komoditas** bersifat lebih sebagai daya dorong agar jalur terjadi, bukan definisi sama sekali. Dalam kondisi di mana data detail laju introduksi individu tidak memadai, maka penjelasan tentang jalur introduksi penting untuk memisahkan antara peran spesies dan sifat ekosistem dalam invasi biologi di samping memprediksi kecenderungan yang akan datang dan mengidentifikasi opsi pengelolaan. Sementara perlu untuk meningkatkan pemahaman jalur invasi yang ada sekarang, juga sangat penting bahwa informasi ini diterjemahkan pada respons pengelolaan yang sesuai. Jadi ada keperluan kritis untuk pendekatan yang menyeimbangkan kelengkapan dan kemanfaatan antara pemahaman pendorong invasi dengan respons panduan pengelolaan. Dengan alasan ini definisi yang melebar luas mengedepankan pendorong jalur untuk diterjemahkan pada aktivitas pengelolaan i.e. panduan pengelolaan untuk mengintervensi jalur harus mempertimbangkan sarana transport, tujuan atau aktivitas atau komoditas yang ditransportasikan.

Langkah awal dari proses invasi adalah imigrasi, dan dengan mempelajari berbagai kemungkinan rute jalur yang mengarah pada introduksi, ada banyak variasi mekanisme jalur introduksi, dengan apa spesies asing mungkin ditransportasikan ke lokasi baru, secara sengaja atau tidak sengaja dan biasanya disebabkan oleh 4-T (*trades, transports, travel, tourisms*). Ini berbeda dari **vektor**, yaitu agen yang memfasilitasi transfer organisme atau propagulnya dari satu tempat ke tempat lain. Empat-T adalah buah dari modernisasi dan sangat membingungkan. Sementara Darwin mengembangkan teori besar tentang biologi dari distribusi alamiah organisme, orang sekarang justru mengaduk-aduk distribusi organisme tanpa ada analisis. Hulme *et al.* (2008) menemukan pemencaran antara kompleksitas invasi biologi dan kerangka kerja peraturan yang mengikutinya; dapat diilustrasikan dari 30 jalur yang berbeda-beda yang dicatat di Global Invasive Species Database (Tabel 2), sementara Konvensi Keragaman Biologi (*Convention on Biological Diversity/CBD*) hanya membedakan dua, yaitu sengaja dan tidak sengaja.

Tabel 2 Contoh jalur introduksi spesies asing invasif (diadopsi dari Burgiel *et al.* 2006)

Introduksi disengaja		
Introduksi langsung ke lingkungan	Introduksi dalam kurungan/ pemeliharaan	Introduksi tidak sengaja
• Pertanian • Kehutanan • Perbaikan tanah • Hortikultura (ornamental, pembibitan, umbi, dan tanaman rumah • Konservasi • Perikanan • Perburuan dan penangkapan ikan • Pelepasan mamal di suatu pulau sebagai sumber makanan • Agen pengendali hayati • Bantuan pengembangan internasional • Penyelundupan	• Lepas dari Kebun Raya dan kebun privat • Lepas dari kebun binatang • Peternakan, livestock • Pemeliharaan lebah • Aquaculture • Perdagangan pet • Aquarium, hortikultura, kolam ikan • Aktivitas penelitian	• Kapal, kendaraan (tanah, air, udara) • Water Ballast (kapal) • Hull fouling • Kargo kapal laut • Container laut • Bagasi penumpang/peralatan • Hasil pertanian • Kontaminan biji • Tanah, batu, pasir' dsb. • Kayu • Materi pengepak. • Peralatan, mesin, kendaraan kotor (bahan konstruksi militer) • Surat internasional • Bahan sisa padat • Aquaculture (parasit, pathogens) • Bunga potong • Perdagangan nursery

Seperti dilihatkan pada Tabel 2 masing-masing harus dipertimbangkan ketika membuat kebijakan untuk pengelolaan jenis/spesies asing invasif.

Dengan memakai data Eropa Hulme *et al.* (2009) menyimpulkan bahwa jenis/spesies asing invasif mungkin sampai dan masuk ke daerah baru melalui 3 mekanisme besar, yaitu **impor komoditi**, datangnya **vektor transport**, dan/atau **penyebaran alamiah** dari daerah tetangga sebelah di mana spesies itu sendirinya invasif. Tiga mekanisme ini menghasilkan 6 jalur prinsip yaitu (1) **pelepasan**; (2) **melepaskan diri**; (3) **kontaminan**; (4) **penumpang gelap**; (5) **koridor**; dan (6) **tanpa ada bantuan** (Tabel 3). Mereka terutama menekankan atribut status asing dikaitkan dengan daerah administrasi atau politis tertentu dan sebagai akibatnya data nasional atau regional yang menggambarkan jalur masuk itu cenderung mengkatalogkan hanya cara introduksi awal pada daerah dan jarang membedakan proses penyebaran selanjutnya, walaupun CBD mendefinisikan introduksi

sebagai pergerakan dari jenis/spesies asing invasif yang dapat terjadi dalam satu negara atau antar negara atau daerah di luar yurisdiksi nasional (Miller *et al.* 2006). Pengetahuan tentang cara introduksi awal (seperti ditekankan dalam definisinya) adalah krusial untuk mengembangkan metode preventif seperti sistem skrining (*screening*), program intersepsi, deteksi dini dan regulasi impor (Hulme 2006).

Beberapa jalur secara ekstensif dipakai berpuluh tahun bahkan berabad-abad dan sudah banyak spesies asing yang telah menyebar ke semua daerah potensial. Tetapi tidak semua spesies asing yang diintroduksi ke lokasi baru menjadi invasif; beberapa gagal mapan dan lainnya menjadi invasif baru belakangan ini belum lama. Oleh karena itu adanya spesies tumbuhan asing baru yang menjadi invasif adalah penting dan perlu direspons sesuai tingkat proses invasinya agar dapat menghindari dampak negatifnya.

Jalur spesies asing bisa mengikuti rute sengaja atau tidak sengaja. Jalur sengaja mungkin legal atau ilegal. Setelah introduksi, spesies itu mungkin langsung masuk ke lingkungan atau lepas dari tempat kurungannya lalu masuk ke lingkungan. Sebagian besar introduksi spesies tumbuhan dan vertebrata adalah disengaja untuk berbagai alasan e.g. tumbuhan sebagai ornamental (*W. trilobata*), untuk obat (*M. micrantha*), untuk produk eksotik (*A. nilotica*), mamalia juga sebagai buruan, burung sebagai kesenangan, untuk spirit dan perasaan, ikan untuk sport pancingan. Sebaliknya introduksi sebagian besar invertebrata (termasuk organisme laut) dan mikroba, terjadi secara *accidental*, kadang kadang melekat pada spesies yang diintroduksi secara sengaja.

Gulma pertanian sering diintroduksi sebagai kontaminan dari benih tanaman budidaya. (*E. valerianifolia* yang diintroduksi sebagai kontaminan benih kopi dari Brazil), sedang sebagian besar gulma lingkungan secara sengaja ditanam sebagai tanaman hias, untuk menstabilkan tanah, kayu bakar dan sebagainya, kadang-kadang didukung oleh program bantuan yang salah atau oleh alasan komersial.

Jalur invasi dapat dibagi menjadi dua kategori: **primer** dan **sekunder**. Jalur primer meliputi vektor dan rute yang memindahkan spesies ke daerah baru atau provinsi dengan menyeberangi kendala utama, benua atau kendala iklim, sementara jalur sekunder membantu penyebaran dan memencarkan spesies invasif antara titik di dalam atau antara daerah yang bertetangga. Jalur sekunder meliputi semua aktivitas dan keadaannya dalam suatu daerah, yang dapat

Tabel 3 Kerangka kerja yang disederhanakan untuk mengkategorisasi jalur introduksi awal dari spesies asing ke daerah baru (diadaptasi dari Hulme *et al.* 2008)

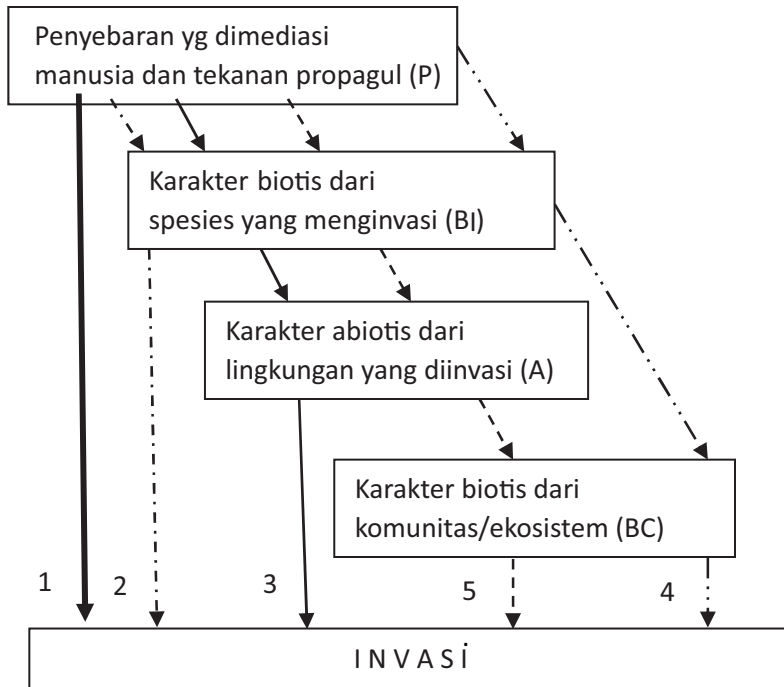
Introduksi awal	Jalur	Definisi	Contoh	Regulasi
1	Komoditas Dilepas	Introduksi Internasional komoditas untuk dilepas	Tumbuhan obat, produk exotis hewan peliharaan, ikan, keong.	Penanggung jawab: peminta , Izin diperlukan Analisis resiko, Regulasi Nasional
	Melarikan diri	Introduksi Intensional untuk dalam kurungan	Tumbuhan untuk kebun raya, pasture, hewan pet	Penanggung jawab: Importer , analisis risiko, Regulasi Nasional
	Contami-nant	Introduksi tidak sengaja melalui komoditas tertentu	Parasites, hama, biji gulma pada barang import	Penanggung jawab: Exporter : prosedur karantina, peraturan Internasional
2	Vector Penumpang gelap	Introduksi tidak sengaja melekat atau dalam vektor transport	Hull fouling, water ballast, tanah, biji organisme melekat pada serdadu/tourist	Penanggung jawab: Exporter , produser karantina regulasi Internasional
3	Penyebaran Corridor	Introduksi tidak sengaja melalui infrastruktur menghubungkan daerah yang tadinya tidak terkoneksi		Penanggung jawab: Developer , Analisis dampak lingkungan Peraturan Internasional
	Tanpa bantuan	Introduksi tidak sengaja melalui penyebaran alam spesies invasif melintasi batas politik	Secara potensial semua taxa asing dapat disebarkan	Penanggung jawab: Polluter , polluter bayar Peraturan Internasioanal

Catatan: Spesies invasif terjadi karena pengaruh aktivitas manusia langsung atau tidak langsung, datang dan masuk ke daerah baru melalui 3 mekanisme besar: 1. Impor komoditas, 2. Kedatangan vektor transport, 3. Penyebaran alamiah dari satu daerah ke tetangganya sedang spesies itu invasif. Lima jalur terkait dengan aktivitas manusia, seperti komoditas (sengaja dilepas atau melepaskan diri), kontaminasi terhadap komoditas, terbawa tidak sengaja pada berbagai moda transportasi dan oportunist yang mengeksploitasi corridor akibat dari infrastruktur transport. Kategori keenam menggarisbawahi spesies invasif yang datang tanpa bantuan ke suatu daerah sebagai akibat dari penyebaran alamiah (daripada transport manusia) setelah introduksi primer oleh manusia ke daerah tetangganya. Untuk setiap jalur, deskripsi singkat diberikan dengan contoh. Pendekatan regulatori yang berbeda juga diilustrasikan. Sementara kasus sering dibuat terkait dengan perbedaan antara sengaja dan tidak sengaja, skema ini menggarisbawahi adanya gradien kemauan manusia yang merefleksikan kesulitan untuk membedakan antara aktivitas yang tidak diperhatikan dan aktivitas yang direncanakan

memfasilitasi penyebaran lokal dari suatu spesies invasif setelah populasi awalnya mapan. Jalur sekunder diilustrasikan oleh Gambar 4. Beberapa dari jalur ini mungkin *invalid*, atau kepentingannya kecil saja, kalau kasusnya seperti itu mungkin saja itu termasuk pada jalur berikutnya.

Kotak pertama dalam diagram alir, pemencaran oleh manusia dan tekanan propagul, merepresentasikan P dari spesies yang menginvasi yang tidak terkait dengan karakter biologis, tetapi lebih pada kuantitas dan distribusi propagulnya yang sudah disebarkan oleh aktivitas manusia. Ini adalah **hipotesa yang paling sederhana** yang mengaitkan keberhasilan invasi murni pada P. Ini dicontohkan oleh penyebaran bambu kersik invasif (*Chimonobambusa quadrangularis*) dari Kebun Raya Cibodas (KRC) ke Taman Nasional Gunung Gede and Pangrango (TNGGP). Bambu kersik yang invasif ini berbiak secara vegetatif saja; pengunjung memanfaatkan sepotong batang bambu kersik ini yang berbatang lurus pejal sebagai tongkat penyangga perjalanan. Setelah selesai dengan keperluannya, potongan batang bambu ini ditancapkan di sembarang tempat dan rupanya dapat tumbuh dan membentuk koloni baru. Koloni demikian ini merepresentasikan penyebaran bambu kersik oleh manusia, murni karena pengaruh P saja. Jadi penyebaran bambu kersik dalam hal ini murni oleh aktivitas manusia yang tidak disengaja. Koloni bambu kersik baru ini tumbuh secara vegetatif dan menginvasi daerah sekitarnya walaupun relatif masih padat dan meninggalkan bekas alur pertumbuhan rhizoma yang kemudian diikuti tunas pada buku-bukunya sehingga membentuk individu bambu kersik yang independen. Tetapi bambu kersik tertekan tumbuh pada ketinggian yang lebih rendah seperti BIOTROP di rumah kaca pada ketinggian 250 m dpl.

Spesies tumbuhan invasif lainnya, *C. aurantiacum*, adalah juga spesies lepasan dari Kebun Raya Cibodas yang menyeberang ke Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP) dengan bantuan hewan seperti burung atau kelelawar atau musang yang mengkonsumsi buahnya yang begitu banyak dan berasa manis yang menyebarkan bijinya di kawasan TNGGP. Oleh karena itu beralasan untuk mempelajari pertama-tama P (propagul), sebab invasi tidak akan terjadi tanpa propagul, dan mekanisme yang berhubungan dengan P, seperti melimpahnya biji atau kompetisi umum yang mendorong invasi. Mempelajari P mungkin membantu memisahkan interaksi P*A dari P*B yang sukar sekali untuk menentukan arah akibatnya; apakah P yang tinggi dari beberapa spesies dan pada



Gambar 4 Potensi jalur invasi meningkat dalam kompleksitas dari 1 ke 5 menginspirasi pendekatan dalam mempelajari invasi yaitu untuk menentukan validitas setiap jalur invasi, idealnya mulai dari 1 meningkat ke-5. Tidak setiap jalur harus valid. Faktor setiap jalur adalah sebagai berikut **1.** $I = P$; **2.** $I = P + B_i + P*B_i$; **3.** $I = P + B_i + P*B_i + A + A*P + A*B_i + P*A*B_i$; **4.** $I = P + B + P*B$; **5.** $I = P + B + P*B + A + A*P + A*B + P*A*$ (Diadopsi dari Catford *et al.* 2009)

beberapa ekosistem memfasilitasi invasi? Atau apakah karakter dari spesies dan ekosistem bersama menyebabkan tingginya P dan tingginya invasi?

Jalur 2 didorong oleh karakter biologis spesies yang menginvasi (B_i), dibantu oleh P , dan keberhasilan invasi beratribut pada karakter dasar invader – spesies demikian ini dapat menjadi invasif tidak tergantung pada sifat A atau B_c . Hipotesa ini melibatkan bias propagul, terjadi ketika spesies dengan tendensi untuk bersifat invasif juga mempunyai laju introduksi yang tinggi (Colautti *et al.* 2006). Hipotesa yang didasarkan pada karakter “gulma ideal” (Baker & Stebbins 1965) bertepatan dengan jalur ini. Pada prakteknya, kecil kemungkinannya bahwa spesies dapat menjadi invasif berdasarkan pada karakternya saja, walaupun banyak sifat yang lebih umum pada spesies invasif daripada non-invasif (Rejmanek & Richardson 1996).

Jalur 3 didorong oleh karakter fisik lingkungan terinvasi (A, Gbr. 4), terkait dengan invisibilitas, ini juga tergantung pada B_i dan P, tetapi tidak meliputi interaksi antara spesies yang menginvasi dan spesies lokal (B_c). Di samping bias propagul, jalur ini meliputi A dan P, di mana ekosistem tertentu cenderung terpapar pada P yang tinggi (Lonsdale 1999). Invasi pada ekosistem yang sangat terganggu, seperti lahan dengan tanah terbuka oleh invader ruderal adalah contoh dari jalur invasi ini.

Jalur 4 didorong oleh interaksi komunitas antara spesies invader and spesies lokal (B_c), dan tidak terpengaruh oleh A. Hipotesa-hipotesa pelepasan musuh alami, pencampuran invasional, didasarkan pada jalur ini (Gbr. 4).

Jalur akhir mengintegrasikan semua faktor berbeda yang mempengaruhi invasi (P, B_i , A, B_c ; Gbr. 4). Walaupun ini seperti diharapkan bahwa jalur ini adalah yang paling dominan, relatif sedikit saja hipotesis modern yang mengintegrasikan semua faktor walaupun penemuan empiris menunjukkan bahwa invasi mengikuti jalur 5.

Mengikuti skema pada Gambar 4, karakter invader tercakup pada seluruh jalur kecuali pada jalur pertama. Adakah situasi di mana invasi dapat didorong oleh P dan A tanpa ada kontribusi dari B_i ? Contoh yang memungkinkan adalah lingkungan yang terganggu, seperti zona riparian di mana banjir terjadi berulang membebaskan sumber daya alam dan ruang untuk kolonisasi. Mungkin sebagai akibatnya zona riparian termasuk tipe ekosistem yang paling terinvasi (Crawley *et al.* 1996), tidak semua invader dan populasi invader akan diuntungkan dari gangguan (Buckley *et al.* 2007) dan tumbuh di zona riparian memerlukan adaptasi khusus seperti toleransi terhadap banjir, ini menunjukkan pentingnya B_i .

1.5. Dampak Tumbuhan Invasif

Istilah dampak dari spesies invasif harus dipahami bahwa ini adalah nilai dan perspektif manusia. Persepsi dari kerugian yang disebabkan oleh, atau keuntungan yang diperoleh dari suatu organisme dipengaruhi oleh nilai dan tujuan dari pengelolaan. Kalau suatu spesies invasif tidak menyebabkan kerugian, tidak begitu menjadi masalah. Persepsi dari keuntungan atau kerugian berubah dengan pemahaman baru atau nilai kemanusiaan atau tujuan pengelolaan yang berbeda. Suatu spesies dipertimbangkan sebagai spesies invasif, apabila pengaruh

negatif yang disebabkan oleh spesies itu atau potensi bahwa spesies itu memberi pengaruh negatif lebih besar daripada dampak yang menguntungkan. Ini harus dipahami bahwa ketika eceng gondok di Danau Rawa Pening dipanen dan diproses dalam industri rumah tangga, harus dibandingkan dengan dampak negatif dalam menurunkan kapasitas tampung air danau dan menurunkan volume air danau sebagai pembangkit tenaga listrik dan air irigasi untuk sawah di bawah Danau Rawa Pening. Belum lagi kepentingan Propinsi Jawa Tengah untuk memanfaatkan danau sebagai tujuan wisata air menjadi sangat terganggu dengan invasi eceng gondok. Selama ini dipahami kerugian itu lebih besar daripada keuntungan yang diperoleh dari memproses tangkai eceng gondok menjadi tas, alas kaki dan sebagainya

Akan tetapi harus diingat bahwa banyak sekali spesies asing yang memberikan manfaat kepada masyarakat, bahkan di antara spesies yang secara teknis memenuhi definisi invasif, keuntungan sosialnya jauh melampaui kerugian yang mungkin disebabkan, seperti berbagai tanaman dan ternak yang dibudidayakan untuk menghasilkan makanan.

Oleh karena itu penting sekali untuk memahami bahwa spesies invasif adalah bukan spesies di bawah kendali manusia atau yang didomestikasi; bahwa spesies invasif bukan spesies untuk kepentingan ekonomi, pada mana manusia tergantung untuk menjaga standar kualitas hidup yang tinggi, bertahan hidup atau *survive*. Uji penting dari ini adalah bahwa populasi dari spesies demikian adalah di bawah kendali manusia. **Populasi yang lepas dari kendali manusia atau populasi feral** dari tumbuhan atau hewan yang secara formal terdomestikasi akan diklasifikasikan sebagai spesies invasif ketika semua konsep dan kondisi terpenuhi sebagai spesies invasif seperti di atas.

1.5.1. Dampak ekologis

Dampak ekologis berarti penurunan biologis yang signifikan dari populasi spesies lokal, pergantian komunitas tumbuhan dan hewan atau proses ekologis yang spesies lokal serta spesies tumbuhan yang bermanfaat dan manusia tergantung untuk survivalnya. Dampak ekologis mungkin sebagai akibat langsung atau tidak langsung dari spesies invasif yang menjurus kepada penurunan biologis secara signifikan pada populasi spesies lokal. Dampak langsung pada spesies lokal meliputi: menjadikan mereka mangsa atau makanan, menyebabkan atau menjadi

vektor penyakit, menghambat mereka bereproduksi, atau membunuh anak-anaknya, mengalahkan mereka dalam kompetisi untuk mendapatkan makanan, nutrisi, tempat bersarang atau sumber daya penting lainnya, atau berhibridisasi dengan mereka begitu sering sehingga dalam beberapa generasi tinggal beberapa individu lokal yang tersisa. Dampak ekologis juga meliputi perubahan proses ekologis kadang-kadang meliputi daerah yang begitu luas, yang mengakibatkan kondisi sedemikian rupa sehingga spesies lokal dan bahkan seluruh komunitas tumbuhan dan satwa tidak dapat mentolerir.

Dampak ekologis spesies invasif diantaranya:

1.5.1.1. Mengubah ekosistem

Spesies tumbuhan invasif berkompetisi dengan spesies lokal untuk sumber daya alam, karena mereka tidak mempunyai musuh alami mereka tumbuh dan beranak pinak menjadi dominan. Lebih penting lagi mereka dapat mengalahkan spesies tumbuhan lokal dalam kompetisi, padahal tumbuhan lokal itu menjadi makanan satwa dalam ekosistem itu. Ini mengakibatkan penurunan suplai makanan bagi satwa sedemikian jauh sehingga populasi satwa itu menurun yang mengarah pada perubahan komposisi spesies dalam area yang diinvasi atau bahkan mengarah pada kepunahan spesies itu. Jadi tumbuhan invasif merupakan suatu masalah besar, sebab mereka mengganti ekosistem yang diinvasi dan komposisi spesies. Spesies invasif mengaplikasikan banyak teknik agar dapat menginvasi ekosistem. **Ada empat cara invasi biologi untuk dapat mengganti ekosistem: ia mengganti laju suplai sumber daya, hubungan antar tingkat tropik, rezim perubahan, dan ia mengganti stabilitas ekosistem.** Sementara pengaruh ini sudah diidentifikasi, sering sukar untuk memisahkan pengaruh tumbuhan invasif dari pengaruh gangguan antropogenik, nyatanya keduanya berhubungan. Suatu ekosistem yang telah terganggu berat, rentan terhadap invasi. Hutan hujan tropis di Semboja, Kalimantan Timur, yang telah dibalik secara berlebihan dan kemudian terbakar, diinvasi oleh *Piper aduncum*, *C. odorata*, *Melastoma affine* and *M. micrantha* yang menjadi kendala besar untuk reforestasi:

(a) Suplai sumberdaya

Tumbuhan, termasuk spesies tumbuhan invasif memerlukan sumber daya kunci untuk bertahan hidup: yaitu cahaya, CO₂, air, hara, mineral dan ruang untuk tumbuh. Ketika daerah itu terkuras sumber dayanya, vegetasi di situ

akan berubah dan kadang-kadang secara permanen. Dalam kasus *Myrica faya* di Hawaii di mana daerah itu miskin hara mineral, maka tumbuhan yang hidup di situ menyesuaikan diri pada kondisi ini. Daerah itu mempunyai vegetasinya sendiri yang spesifik yang mampu tumbuh berproliferasi di daerah dengan tanah yang miskin hara mineral. Tetapi dengan invasi *Myrica faya* yang mampu memfiksasi nitrogen dari udara, ia mengubah status hara mineral di daerah itu, mengganti keseimbangan hara dan menciptakan suatu habitat yang tidak dapat dihuni oleh spesies lokal yang sudah teradaptasi dengan lingkungan miskin hara mineral. Di hutan hujan tropika daerah rendah pembalakan yang berlebihan dan kebakaran berulang-ulang yang mengikutinya memiskinkan tanah di situ dan memfasilitasi dominasi alang-alang (*Imperata cylindrica*). Ketika kebakaran ini terjadi setiap tahun, vegetasi di sini akan mencapai klimaks api yang didominasi oleh *I. cylindrica*.

(b) Air tanah

Beberapa tumbuhan invasif diimplikasikan dapat mengubah sistem hidrologi suatu daerah. Di Indonesia ini dicontohkan dengan meluasnya tumbuhan invasif *I. cylindrica* (alang-alang), tumbuhan invasif ini mengganti hutan hujan tropika dataran rendah menjadi daerah yang didominasi oleh *I. cylindrica*. Dalam kondisi seperti ini daerah itu akan mengalami penurunan infiltrasi air yang diikuti oleh bermacam masalah seperti banjir pada musim hujan, tetapi kekurangan air pada musim kemarau seperti yang terjadi di banyak daerah di Indonesia.

(c) Tingkat tropik

Perubahan sekunder dampak tumbuhan invasif adalah tingkat tropik. Suatu tumbuhan invasif akan mengubah komposisi vegetasi di suatu daerah, dengan demikian menyebabkan ketidakseimbangan hubungan yang ada dalam ekosistem itu. Spesies tumbuhan invasif biasanya tidak mempunyai musuh alami, karena itu dalam kompetisi biasanya mengalahkan spesies tumbuhan lokal yang bisa jadi penting sebagai sumber makanan untuk satwa lokal. Misalnya suatu tumbuhan invasif yang tidak cocok sebagai sumber makanan mengalahkan atau menggantikan rumput atau herba lokal. Rumput atau herba lokal ini adalah hijauan utama bagi satwa di situ, yang selanjutnya akan tergeser ke lokasi baru atau populasinya turun sebab invasi tumbuhan invasif itu menurunkan ketersediaan makanan di dalam komunitas tumbuhan dan satwa

di situ. Tetapi, dampak negatif tidak selalu dikarakterisasi oleh sederetan dampak yang terjadi dalam keseluruhan ekosistem. Misalnya gangguan langsung terhadap spesies yang dinyatakan “*endangered*” oleh spesies asing dengan sendirinya sudah cukup alasan untuk mempertimbangkan bahwa spesies asing itu adalah invasif.

(d) Rezim gangguan

Ekosistem bersifat dinamis. Ketika suatu komponen dari ekosistem seperti iklim, lansekap, atau perubahan organisme hidup, bagian sistem lainnya harus beradaptasi. Dalam periode evolusi suatu sistem menghasilkan organisme yang telah teradaptasi pada perubahan reguler yang terjadi dalam sistem itu. Ketika perubahan ini berganti baik dalam waktu atau lokasinya akan memberi kesempatan kepada spesies asing untuk masuk ke dalam sistem. Ini merupakan ancaman serius pada hutan yang telah mengalami deforestasi.

(e) Hibridisasi

Tumbuhan invasif dapat mempengaruhi tumbuhan lokal yang berkerabat dekat dengan membentuk persilangan dengan mereka yang akan menciptakan tumbuhan yang akan lebih agresif. Di Amerika Serikat (USA) *Spartina alterniflora*, spesies rumput *indigenous* di pantai timur Amerika Serikat, berhibridisasi dengan *Spartina maritima* setelah diintroduksi secara tidak sengaja ke pantai selatan Inggris. Turunan persilangan ini menghasilkan tumbuhan yang jauh lebih agresif di salt marshes sehingga di daerah itu merupakan flora yang homogen. Ketika spesies hibrid ini sangat agresif, *S. alterniflora* merupakan spesies yang tidak begitu invasif di pantai selatan Inggris, walaupun menjadi masalah di bagian barat Amerika Serikat.

1.5.1.2. Penurunan biodiversitas

Menjaga biodiversitas adalah motivasi utama di belakang sebagian besar isu konservasi. Tumbuhan invasif bukan perkecualian, karena spesies asing adalah ancaman tertinggi terhadap spesies yang *endangered*.

(a) Biodiversitas

Pentingnya melestarikan biodiversitas mungkin tidak segera nampak. Ekosistem yang beraneka macam dapat memberikan servis yang bersifat utilitarian atau intrinsik. Ekosistem kita memberi kita barang, jasa/servis dan

informasi. Barang meliputi makanan, bahan bakar, serat, obat-obatan, bahkan pestisida organik. Servis adalah segala macam dari polinasi sampai daur ulang dari sisa bahan organik, fiksasi nitrogen dari udara, dan regulasi atmosfer. Informasi yang diberikan oleh ekosistem yang beragam dapat membantu mengembangkan organisme yang secara genetik dimodifikasi, meningkatkan pemahaman kita tentang evolusi, dan menyediakan alat untuk ilmu lain. Lebih jauh dari barang bermanfaat, servis dan informasi, dunia yang beragam memberikan manusia estetika dan keindahan untuk dinikmati. Banyak ahli ekologi dan ahli filsafat percaya bahwa kita harus melihat jauh ke belakang, tidak hanya sekedar nilai manfaat dan keindahan dari segi manusia, tetapi lebih dari itu yaitu harus dipahami bahwa setiap organisme mempunyai nilai intrinsiknya sendiri-sendiri di luar interaksinya dengan dunia manusia, sebab mereka mempunyai nilai dan goalnya sendiri-sendiri. Melestarikan biodiversitas menguntungkan dunia manusia dan dunia makhluk lain. Jumlah spesies tumbuhan di kawasan Asia Tenggara dan dunia tidak diketahui dengan pasti, tetapi jumlah spesies tumbuhan yang *non-native* atau asing, begitu juga satwa asing jumlahnya meningkat. Jumlah spesies asing ini baik tumbuhan maupun satwa tidak dapat berkurang, karena pemberantasan tuntas atau eradikasi tidak mungkin dicapai sesudah mereka mapan di tempat baru. Lebih banyak spesies lokal akan berhadapan dan berkompetisi langsung dan terancam oleh spesies asing invasif ini, yang kemudian menjadi “*endangered*” dan mungkin punah. Spesies invasif disebut juga sebagai polusi biologis. Ini jauh lebih dahsyat daripada polusi kimia yang terdegradasi dengan berjalannya waktu, sebab polusi biologi bereproduksi menyebar sendiri. Diversitas lokal mungkin meningkat pada awalnya ketika spesies invasif itu mapan, tetapi ketika spesies invasif itu mendesak, mendominasi dan menyebabkan punah spesies lokal, maka diversitas di situ akan turun. Demikian juga biodiversitas dunia secara global akan turun, karena spesies yang telah jarang akan didesak oleh spesies invasif ini. Dr. Veldkamp seorang ahli biosistemika tumbuhan dari Nederlands dengan bercanda mengatakan bahwa ahli taksonomi nanti akan mudah bekerjanya karena akan berurusan dengan beberapa spesies saja, yaitu spesies invasif, di mana-mana sama. Melalui peningkatan perjalanan spesies di seluruh dunia bersamaan dengan menurunnya biodiversitas dunia berada dalam risiko untuk menjadi lebih homogen. Batas alamiah yang terbangun oleh evolusi, geografi dan iklim hilang ketika manusia memindahkan spesies dari satu tempat ke tempat lain didunia ini, sedemikian rupa sehingga spesies yang unik hidup dalam ekosistem yang

terisolasi, ditempatkan dalam kompetisi langsung dengan spesies asing yang tidak mempunyai musuh atau predator alami, dan ini dapat mengarah pada “peningkatan kesamaan biologis”

(b) Kehilangan habitat

Mirip dengan kalahnya spesies lokal melalui kompetisi untuk sumber daya, dan kalahnya spesies satwa lokal untuk mendapatkan makanan, tumbuhan invasif juga dapat menyebabkan kehilangan habitat satwa lokal. Di Taman Nasional Baluran, Situbondo, Jawa Timur, invasi *A. nilotica*, tumbuhan invasif dari India, di savana Bekol dalam taman nasional itu menyebabkan produksi rumput, sebagai hijauan makanan satwa menurun, dan ini mengancam kehidupan satwa di situ seperti banteng (*Bos sundaicus*), kerbau liar dan rusa. Tetapi bukan itu saja dampak invasi *A. nilotica* ini, ketika populasi *A. nilotica* menjadi sangat padat (> 2000 ind/ha) vegetasi di bawah kanopinya didominasi oleh semak seperti *B. biternata*, *H. suaveolens*, *E. ruderalis* dengan sedikit saja rumput terutama *B. reptans* dan *Oplismenus compositus* yang tahan naungan. Di sebagian savana yang diinvasi berat oleh *A. nilotica*, dan berhasil dibasmi secara mekanis dengan bulldozer, ternyata yang tumbuh bukan rumput tetapi gulma semak berdaun lebar, *T. lampas*, *V. cymosa*, *Flemingia lineata* dengan sedikit rumput, sehingga savana itu berubah menjadi semak belukar. Pengendalian gulma berdaun lebar secara intensif yang berhasil baik dengan herbisida triclopyr (diformulasikan sebagai Garlon, dengan dosis 1-2 L/ha) memberi kesempatan rumput tumbuh kembali, dan didominasi oleh *Schlerachne punctata*, bukan *Dichanthium caricosum* bahkan kemudian dominansi diambil alih oleh *B. reptans*, yang tahan naungan tetapi tidak disukai oleh satwa.

Kehilangan habitat bagian terbesar disebabkan oleh manusia. Pada tahun 1988 Serikat Konservasi Dunia (*World Conservation Union*) meranking spesies invasif sebagai ancaman kedua terbesar terhadap biodiversitas, hanya kalah dari kehilangan habitat. Kehilangan habitat dan spesies invasif terkait erat satu sama lain di samping juga diranking satu setelah yang lain; sebab tumbuhan invasif terkait pada gangguan dan fragmentasi ekosistem, maka sangat meningkatkan dampak kehilangan habitat.

Gangguan manusia pada lingkungan menyebabkan lingkungan itu lebih rentan terhadap invasi spesies asing. Banyak hal dari hujan asam, polusi, pemadatan tanah, dan fragmentasi habitat, karena proses pembangunan,

mengarah pada ekosistem yang lebih lemah yang lebih rentan terhadap invasi. Invasi biologis adalah salah satu bentuk perubahan global yang tidak seperti perubahan atmosfer atau perubahan iklim, tidak bersifat bolak balik, sebab kendala yang dulu pernah ada antar ekosistem, sekarang secara permanen akan hancur. Nyatanya perubahan yang disebabkan oleh invasi akhirnya akan mempengaruhi komponen perubahan global seperti atmosfer dan iklim.

1.5.2. Dampak ekonomi

Baru sedikit studi yang secara spesifik mempelajari dampak ekonomi invasif spesies di kawasan Asia Tenggara. Di antara yang hanya beberapa itu publikasi belakangan ini dengan judul *Economic and Environmental Impacts of Harmful Non-Indigenous Species in Southeast Asia*, by Nghiem LTP, Soliman T, Yeo DCJ, Tan HTW, Evans TA, *et al.* (2013) dapat diakses dari PLoS ONE 8(8):e71255.doi:10.1371/journal.pone.0071255 sangat inspiratif. Mereka memakai analisis B/C (benefit-cost) yang menjadi dasar model simulasi Monte-Carlo untuk menganalisis dampak lingkungan dan ekonomi dari *non-native species invasive* (NIS) di kawasan Asia Tenggara untuk mengestimasi beban NIS pada kawasan Asia Tenggara.

Total kerugian tahunan yang disebabkan oleh NIS pada pertanian, kesehatan manusia dan lingkungan di Asia Tenggara diestimasi sebesar USD33,5 milyar (5th dan 95th persentil USD25,8–39,8 milyar). Kehilangan dan biaya bagi sektor pertanian diestimasi hampir 90% dari total (USD23,4–33,9 milyar), sementara biaya tahunan terkait dengan kesehatan manusia dan lingkungan masing masing USD1,85 billion (USD1,4–2,5 milyar) dan USD2,1 milyar (USD0,9–3,3 milyar), walaupun estimasi di atas berdasarkan asumsi yang konservatif. Mereka mendemonstrasikan bahwa dampak ekonomi dan lingkungan NIS di daerah berpendapatan rendah dan menengah dapat sangat besar dan usaha selanjutnya seperti adopsi protokol penilaian risiko kawasan untuk menginformasikan keputusan pada pencegahan dan pengendalian NIS di Asia Tenggara dapat menguntungkan.

Sebagai perbandingan, di bawah ini dipresentasikan hasil studi yang dilakukan oleh Pimentel *et al.* (1999) di Amerika Serikat. Hasil studi ini mengestimasi bahwa spesies *invasive non-indigenous* di Amerika Serikat membebani Amerika Serikat sebesar lebih dari USD138 milyar setiap tahunnya, dengan tumbuhan

memerlukan biaya for USD34,7 milyar. Sangat menarik untuk disimak bahwa estimasi biaya tahunan untuk gulma tanaman budidaya adalah USD27.000 milyar kira-kira duakali lipat dari biaya bagi arthropoda hama tanaman budidaya. Biaya atau kerugian karena spesies invasif yang disebabkan dari kucing, anjing peliharaan yang lepas meliar atau lepasan babi peliharaan yang meliar, dapat sangat besar.

Tabel 4 Estimasi pembiayaan tahunan sehubungan dengan beberapa spesies *non-indigenous* yang diintroduksi ke USA (dalam milyar USD; Pimentel *et al.* 1999)

Kategori	Spesies <i>non-indigenous</i>	Kehilangan dan kerugian	Biaya pengendalian	Total
TUMBUHAN	25.000			34.658
Purpleloosstrife	-	-	-	45
Gulma air	-	10	100	110
Pohon Melelauca	-	NA	3-6	3
Gulma tan.budidaya	-	24.000	3.00	27.000
Gulma padang rumput	-	1.000	5.000	6.000
Gulma halaman, kebun, lapangan golf	-	NA	1.500	1.500
MAMALIA	20	-	-	34.105
Kuda liar	-	5	NA	5
Binatang bwh tanah	-	-	-	-
Babi lepas liar	-	800	5	800.5
Musang	-	50	NA	50
Tikus	-	19.000	NA	19.000
Kucing liar	-	14.000	NA	14.000
Anjing liar	-	259	NA	250
BURUNG	97	-	-	2.905
Burung dara	-	1.100	NA	1.100
Starlings	-		NA	800
REPTIL dan AMFIBI	53	-	-	
Ular coklat	-	1	4.6	5.6
IKAN	138	1000	NA	
ARTHROPODA	4500			19.155
Semut api asing	-	600	400	1.000
Rayap formosa	-	1000	NA	1.000
Kepiting hijau	-	44	NA	44
Kupu-kupu Gypsy	-	NA	11	11
Hama tanaman	-	13.000	500	13.500
Hama di halaman, kebun dan	-	NA	1.500	1.500
Lapangan golf	-	NA	NA	NA
Hama di hutan		2.100	NA	2.100

Tabel 4 (Lanjutan)

Kategori	Spesies <i>non-indigenous</i>	Kehilangan dan kerugian	Biaya pengendalian	Total
MOLUSKA	88	-	-	6.205
Zebra mussel	-	-	-	5.000
Asian clem	-	1000	NA	1.000
Asian carp	-	205	NA	205
MIKROBA	20.000	-	-	41.200
Pathogen tanaman	-	21.000	500	21.500
Pathogen tanaman di halaman, kebun dan lapangan golf	-	NA	2000	2.000
Pathogen hutan	-	2.100	NA	2.100
Dutch Elm Disease	-	NA	100	100
Penyakit ternak	-	9.000	NA	9.000
Penyakit manusia	-	NA	6500	6.500
TOTAL				138.299

Kerugian sehubungan dengan dampak ekonomi invasif spesies ini dibedakan menjadi kerugian **yang langsung dan yang tidak langsung**.

Kerugian langsung:

- Kerugian langsung dari hama terintroduksi pada tanaman budidaya, misalnya kerusakan buah pepaya dari kutu kebul pada tahun akhir-akhir ini di Indonesia.
- Merusak produk pertanian, sehingga produk itu ditolak oleh negara pengimpor, seperti buah capsicum dari Indonesia yang diekspor ke Taiwan, ditolak oleh importir ketika terdeteksi ada lalat buah dalam kiriman itu.
- Peraturan yang melarang produk impor yang terkontaminasi oleh spesies invasif, seperti impor daging dari negara yang bermasalah dengan penyakit mulut dan kuku.
- Dampak pada perikanan dan akuakultur umumnya terutama terhadap introduksi alga bermasalah, seperti terjadi di Jatiluhur dengan “*algal bloom*” pada tahun 1980-an, dan tumbuhan air yang merusak seperti eceng gondok atau tumbuhan air lainnya yang bersifat seperti eceng gondok itu.
- Kehilangan pendapatan dari pariwisata karena danau diinvasi oleh eceng gondok, seperti di Danau Rawa Pening di Jawa Tengah atau Danau Toba di Sumatera Utara.

- Biaya untuk menyediakan dan menggunakan bahan kimia dan mesin-mesin untuk mengendalikan gulma.

Kerugian tidak langsung:

- Degradasi servis ekosistem, seperti penurunan suplai air karena invasi tumbuhan air di rawa atau danau atau sungai atau sedimentasi waduk dan siltasi waduk, atau pendangkalan yang lebih cepat karena biomassa eceng gondok misalnya.
- Kehilangan produktivitas manusia karena waktu dan sumber daya dialokasikan untuk tumbuhan invasif, seperti pembersihan waduk atau penyemprotan herbisida pada tumbuhan invasif.
- Kerusakan infrastruktur karena perubahan ekosistem, seperti peningkatan intensitas dan/atau frekuensi kebakaran atau banjir.
- Biaya untuk merespons masalah, meliputi penelitian dan pengembangan, monitoring, pendidikan, komunikasi, regulasi, penyesuaian dengan kesepakatan internasional (CBD), pengelolaan, mitigasi dan biaya pengendalian serta aktivitas restorasi.
- Biaya dari sektor non-ekonomi (misalnya lingkungan alam, nilai sosial maupun kultural) terhadap invasif spesies, walaupun tidak mudah untuk diukur dalam nilai moneter tetapi dapat besar sekali jumlahnya.

1.5.3. Dampak pada kesehatan manusia

Tumbuhan invasif seperti *Parthenium hysterophorus* diketahui menyebabkan bahaya kesehatan yang dapat mencapai kondisi epidemis. Beruntung di Indonesia belum ditemukan jenis/spesies tumbuhan invasif ini, tetapi pada bulan November 2014 dilaporkan bahwa spesies tumbuhan ini sudah ditemukan di Malaysia. Ini sungguh merupakan suatu ancaman serius bagi Indonesia, maka Badan Karantina Pertanian dan seluruh jajarannya harus lebih waspada agar *Parthenium hysterophorus* tidak masuk ke wilayah Indonesia. Para ahli pertanian di Bangladesh sangat memperhatikan masalah *P. hysterophorus* yang tumbuh sebagai gulma pada tanaman budidaya maupun padang rumput, karena butir sari dan daunnya menimbulkan dermatitis akut pada manusia (Gunaseelan 1987, Morin *et al.* 2009). Dermatitis adalah penyakit imunitas yang dimediasi oleh sel-T dan penyakit ini ditandai dengan gatal-gatal yang luar biasa erythematous papules dan luka papulovesicular pada bagian tubuh yang terpaparkan pada gulma ini

(Akhtar *et al.* 2010). Dampak ini terkait dengan fitotoksisitas sesquiterpene lactone parthenin (Narasimban *et al.* 1984). Orang yang terpaparkan pada gulma ini untuk waktu yang lama, memperlihatkan tanda radang kulit, eksim, asma, rhinitis alergi, demam jerami, bintik hitam, dengan mata yang merasa panas dan sembab. *P. hysterophorus* juga menyebabkan diare, meledaknya gatal-gatal erythematous papules yang akut, susah bernafas dan tercekik (Maishi *et al.* 1998). Terpaparkan tepungsari *P. hysterophorus* menyebabkan alergi radang bronchitis (Towers & Subba Rao 1992). Ramos *et al.* (2001) mengevaluasi potensi mutagenik ekstrak kasar *P. hysterophorus* dengan assay *Salmonella*/microsome (Ames) dan uji *micronucleus bone marrow* tikus. Hasilnya tidak memperlihatkan potensi genotoksik. Sharma *et al.* (2005) mengobservasi pola klinis dari perkembangan dermatitis *Parthenium* dari pola dermatitis kontak udara ke pola campuran atau pola dermatitis aktinik kronis. Herpesikum eksim dilaporkan mengkomplikasi dermatitis *Parthenium*. Sriramarao *et al.* (1993) bekerja dengan memakai antibodi murine pliclonal anti-idiotypic sebagai pengganti alergen dalam mendiagnosis hipersensitas *P. hysterophorus*. Pasien dengan *Parthenium-sensitive* dengan rhinitis yang menunjukkan respons positif pada uji tusuk ringan kulit terhadap ekstrak butir serbuk sari bunga *P. hysterophorus* merespons reaksi kulit positif terhadap mAb-2. Akhtar *et al.* (2010) mempelajari keterlibatan sitokinin tipe of T_H dalam dermatitis *Parthenium*.

Paparan pada *P. hysterophorus* juga menyebabkan toksisitas sistemik pada ternak (Gunaseelan 1987). Bule, kehilangan pigmentasi kulit, dermatitis dan diare juga dilaporkan pada ternak yang diberi makan *P. hysterophorus*. Perubahan degeneratif pada hati dan ginjal dan hambatan pada enzim dehydrogenases hati dilaporkan pada kerbau dan domba (Rajkumar *et al.* 1988). Kualitas susu dan daging sapi, kerbau dan domba memburuk dengan konsumsi gulma ini (Lakshmi & Srinivas 2007). Penurunan yang nyata pada cacah WBC dari tikus setelah perlakuan oral dengan ekstrak *Parthenium* menunjukkan penurunan kemampuan imunitas sistemnya. (Yadav *et al.* 2010).

1.6. Prediksi Keinvasifan Tumbuhan

Di masa lampau banyak tumbuhan dimasukkan ke Indonesia dengan berbagai alasan seperti (*A. nilotica*-untuk produksi gum), (*E. crassipes*, *W. trilobata*, untuk tanaman hias), (*M. micrantha* untuk tumbuhan obat), dan tumbuhan itu ternyata menjadi invasif. Untuk menghindari kerugian dampak biologis setelah tumbuhan

itu masuk ke wilayah Indonesia, maka penting untuk mempunyai cara memprediksi potensi kegulmaan atau keinvasifan dari beribu tumbuhan baru yang diimpor. Ketika diprediksi bahwa tumbuhan itu mempunyai potensi untuk menjadi invasif, maka tumbuhan demikian harus dicegah masuk ke wilayah Indonesia.

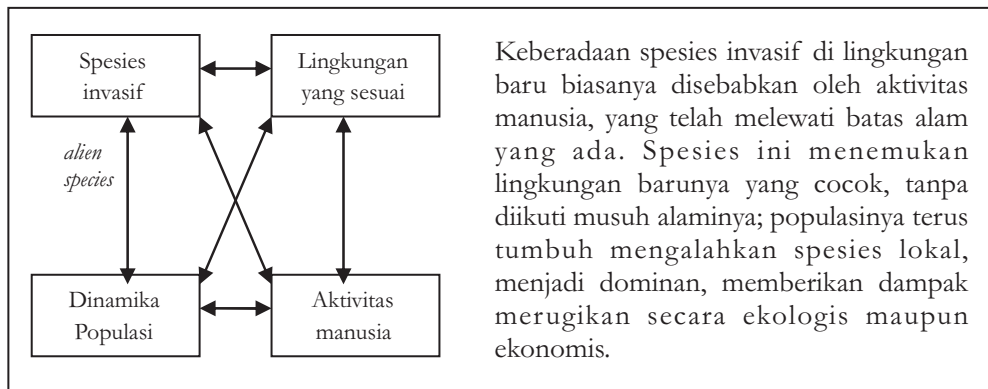
1.6.1. Karakter spesies tumbuhan invasif

Pada masa lampau, tumbuhan yang diimpor harus diseleksi dalam hal apakah mempunyai karakter yang dalam perjalanan waktu ternyata cocok untuk menjadi tumbuhan invasif. Misalnya rumput yang diimpor adalah yang mempunyai pertumbuhan cepat, mampu tumbuh kembali dengan cepat setelah defoliasi, mampu bertahan terhadap penggembalaan, terinjak-injak, toleran terhadap kandungan air tanah yang rendah, mampu hidup di daerah miskin hara. Semua karakter itu tadi akan membentuk tumbuhan menjadi kompetitif dalam ekosistem yang baru di mana dia diintroduksi. Dalam perkembangan awal, memprediksi karakter tumbuhan apakah akan menjadi invasif atau tidak, sukar.

Pada tahun 1965, Baker (1965; 1974) berusaha membuat daftar karakter terkait dengan gulma. Baker (1965) meringkas karakter gulma tersebut berdasarkan adaptasinya (Tabel 5).

Tabel 5 Sifat gulma yang “ideal” (Baker, 1965, 1974)

1. Perkecambahan terjadi pada kondisi lingkungan dengan sebaran yang lebar.
2. Biji tetap hidup dlm jangka waktu lama yang dikendalikan secara internal, sehingga perkecambahan tidak terus menerus
3. Tumbuh cepat dari fase vegetatif sampai fase pembungaan
4. *Self compatible*, tetapi tidak *autogamous* total atau *apomistis*
5. Polinasi silang (apabila ada) melalui angin atau serangga *generalist*
6. Biji diproduksi terus menerus sepanjang periode pertumbuhan.
7. Produksi biji terjadi di bawah kondisi lingkungan yang sangat bervariasi
8. Output biji yang tinggi ketika kondisi lingkungan mendukung
9. Propagul (biji) teradaptasi untuk penyebaran jarak dekat dan dan jarak jauh
10. Apabila tahunan mempunyai laju pertumbuhan vegetatif tinggi atau regenerasi dng fragmentasi, ramet terfragmentasi dengan mudah, sehingga sukar dicabut dari tanah
11. Berpotensi tinggi untuk berkompetisi intraspesies, melalui alelopati, roset, *regrowth* yang cepat atau cara lain



Gambar5 Agar invasi biologi terjadi, harus ada interaksi berbagai faktor yang memunculkan suatu kondisi yang menunjang terjadinya invasi biologi

Sifat gulma ideal ini membentuk beberapa karakter tumbuhan invasif dan cukup memadai untuk membantu memprediksi tumbuhan mungkin menjadi invasif. Tetapi karakter tumbuhan saja belum cukup untuk memprediksi dengan tepat apakah suatu tumbuhan termasuk tumbuhan invasif. Banyak studi memprediksi suatu spesies tumbuhan dikaitkan dengan karakter biji, fase juvenil atau fase muda. Tetapi studi itu gagal memprediksi bahwa tumbuhan itu invasif. Walaupun lebih banyak karakter dipakai, prediksi itu masih gagal.

Keinvasifan suatu spesies dipengaruhi banyak faktor seperti luasnya distribusi alamiah dari spesies tumbuhan, karakter kegulmaan (keinvasifan) dan lamanya periode sejak introduksi. Invasi yang berhasil, bukan saja tergantung pada karakter tumbuhan terkait tetapi juga pada karakter, dinamika, di samping sejarah lokasi yang diinvasi oleh tumbuhan invasif itu (Gbr.5).

Sering ini diambil sebagai suatu indikasi bahwa invasi adalah peristiwa unik dan terjadi karena kesesuaian antara karakter invader dan karakter tapak yang diinvasi pada suatu waktu tertentu dan itu banyak menyebutnya sebagai **jendela invasi** (*"invasion window"*). Tetapi tidak demikian, invasi biologi tidak unik. Ini adalah proses ekologi biasa, seperti digambarkan oleh Valery *et al.* (2008). Pendekatan yang lebih bermanfaat mungkin mengkategorikan invader menurut responsnya terhadap gangguan atau pengelolaan oleh manusia. Sementara identifikasi tumbuhan invasif adalah penting tetapi lebih dari itu tumbuhan invasif itu harus dapat dikelola.

Tumbuhan yang mempunyai karakter demikian mungkin menjadi invasif:

1. **Tumbuh cepat.** Pertumbuhan cepat memungkinkan tumbuhan invasif mengambil keuntungan dari celah (*gap*) dalam lansekap yang tidak dihuni, sering sesudah terjadi gangguan. Ini juga berarti bahwa tumbuhan itu juga penutup lahan yang hebat, cara cepat untuk mengisi celah di lapang.
2. **Menjadi dewasa lebih awal.** Menjadi dewasa lebih awal memungkinkan tumbuhan itu memproduksi biji, dan dengan demikian menginvasi daerah ketika umur muda, berarti tumbuhan itu berbunga setelah hanya periode yang singkat di lapang. Tumbuhan yang dewasa lebih dulu mendominasi landsekap melalui mapannya populasi dan kembali memproduksi biji sebelum spesies lokal berbunga dan berbuah.
3. Tumbuhan invasif juga memproduksi **buah/biji dalam jumlah yang besar kuantitas maupun kualitasnya**, yang berarti mereka mempunyai sejumlah besar turunan yang dapat mapan pada lokasi yang tidak terkolonisasi. Inilah karakter yang diharapkan pada tanaman budidaya, sebab buah atau bijinya menarik.
4. **Metode penyebaran biji yang efektif.** Metode penyebaran biji yang efektif membantu tumbuhan invasif menyebar ke daerah yang luas. *C. aurantiacum* di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango mempunyai bunga yang cantik dengan buah yang rasanya manis, berbiji banyak, sangat menarik bagi burung, kelelawar maupun musang, yang menyebarkan biji ke daerah yang sangat luas. Memang burung menyebarkan biji dari sebagian besar tumbuhan invasif.
5. Beberapa tumbuhan seperti *Salvinia molesta* (kiambang), *E. crassipes* (eceng gondok), *C. quadrangularis* (bambu kersik) tidak memerlukan polinator sebab mereka menyebar secara vegetatif. Tumbuhan demikian ini bertunas atau membuat rhizoma untuk menghasilkan tumbuhan baru. Ini merupakan sifat yang menguntungkan untuk rumput sebab tumbuhan demikian akan mengisi celah kosong tanpa memerlukan biji.
6. Tumbuhan invasif sering mampu memanfaatkan polinator lokal sehingga mereka dapat memproduksi biji di lingkungan asing. Penyebaran serangga *non-indigenous* (dan lain polinator) seperti lebah Eropa memungkinkan tumbuhan *non-indigenous* menyebar.

7. Tumbuhan invasif sering membentuk daun lebih awal, tetap hijau lebih lama, atau berbunga lebih awal daripada tumbuhan lokal artinya mereka dapat menaungi tumbuhan lokal, atau mengambil keuntungan polinator yang tanpa sumber makanan pada awal tahun. Perbedaan dalam waktu demikian disebut **fenologi berbeda** yang sangat penting untuk bertahan hidup, perbanyakan, dan penyebaran spesies tumbuhan invasif.
8. **Menimbulkan populasi padat**, seperti *M. peltata* adalah karakter penutup kawasan yang bagus di samping sebagai sifat dari tumbuhan invasif yang memungkinkan mereka menurunkan ketersediaan cahaya bagi tumbuhan bawah. Massa akar yang padat juga memungkinkan tumbuhan invasif menjadi dominan dengan mencegah tumbuhan lain membangun akar. Rumput *Brachiaria humidicola* mampu tumbuh membentuk akar yang padat sehingga mampu menghalangi pertumbuhan tumbuhan lain, bahkan tumbuhan invasif lainnya seperti *C. odorata* (kirinyu).
9. Tumbuhan invasif sering mengekskresikan zat **alelopati**, yaitu produksi senyawa kimia yang dapat menghambat pertumbuhan tumbuhan lain.
10. **Tumbuhan bebas hama**. Tanaman bebas hama menguntungkan petani atau pekebun, karena mereka tidak perlu pestisida dan mempunyai peluang lebih bagus untuk *survive*. Tumbuhan invasif sering bebas musuh alami, sebab mereka berhasil migrasi ke lingkungan baru tanpa musuh alami dari ekosistem asalnya. Untuk sebagian besar tumbuhan, lingkungan baru memberikan kendala yang belum mereka adaptasikan, sehingga mereka tidak mampu ternaturalisasi atau menyebar ke luar dari kultivasi. Tetapi tumbuhan invasif mengatasi masalah ini dan sebetulnya teradaptasi lebih baik kepada lingkungannya yang baru karena tidak mempunyai musuh alami yang mengendalikan populasi mereka.

Sepuluh karakter ini dilaporkan dari banyak spesies tumbuhan invasif, dari berbagai lingkungan. Akan tetapi untuk memprediksi suatu tumbuhan akan menjadi invasif memakai karakter itu tidak cukup karena karakter itu dipengaruhi juga oleh lingkungan.

1.6.2. Prediksi tumbuhan invasif berdasarkan karakter biologis

Rejmanek (2001) memakai pendekatan stokastik, ekstrapolatif dan biologis dalam studinya tentang biologi invasi tumbuhan, memberikan cara untuk memprediksi keinvasifan tumbuhan. Generalisasi penting dalam biologi invasi

adalah bahwa peluang dari keberhasilan invasi meningkat dengan ukuran populasi awal dan jumlah usaha introduksi. Tetapi penting untuk memahami, bahwa pendekatan stokastik memungkinkan kita untuk membuat prediksi probabilistik tentang kemapanan dan penyebaran, prediksi ini tidak berbicara tentang potensi dampak, kecuali ini mempertimbangkan fenomena lain yang dipakai dalam pendekatan ekstrapolasi dan biologi.

Mengetahui bahwa spesies tumbuhan tertentu adalah invasif di suatu tempat dapat sangat membantu untuk membuat keputusan praktis. Ekstrapolasi berdasarkan pendekatan invasi yang didokumentasikan sebelumnya adalah sangat penting. Dengan kemajuan *database* yang relevan, pendekatan ini akan menuntun pada penolakan segera terhadap impor dari banyak spesies tumbuhan invasif (pencegahan) dan pengendalian terprioritasi dari tumbuhan invasif yang telah mapan di negara terkait. Pengetahuan ini sangat kuat dan kepentingannya sudah dikenal di seluruh dunia. Memakai data dari negara yang sebelumnya diinvasi, banyak yang dapat dipelajari bukan saja keinvasian spesies secara individu, tetapi juga tentang dampak ekologis dan ekonomis dari spesies terkait. Di sana mungkin ada pengalaman pengelolaan yang sangat berharga untuk dipelajari.

Ekstrapolasi transregional tidak semuanya memuaskan secara intelektual, tetapi sangat bermanfaat dalam banyak situasi. Ekstrapolasi transregional ini bekerja baik, tetapi sering kita tidak tahu mengapa, sehingga keingintahuan secara ilmiah/*scientific* tidak terpenuhi. Di samping itu bahkan *database* ideal seluruh dunia saat ini mungkin tidak meliputi seluruh (atau bahkan sebagian besar) tumbuhan yang berpotensi menjadi spesies tumbuhan invasif. Alasan-alasan inilah yang menerangkan mengapa sejumlah usaha dilaksanakan sejak abad yang lalu untuk menemukan perbedaan dalam karakter biologi antara spesies invasif dan spesies non-invasif.

Analisis statistik yang sangat menjanjikan dalam bidang ini meliputi *discriminant analysis, multivariate logistic regressions, path analysis and regression trees* (Christensen 1997). Akan tetapi, prediksi yang paling dapat diandalkan terbatas hanya untuk keinvasian. Prediksi dampak potensial menjadi kurang spesifik dan kurang dapat diandalkan dibandingkan dengan prediksi yang dihasilkan dari pendekatan ekstrapolasi. Penting untuk memahami bahwa keinvasian dan dampak tidak harus berkorelasi positif.

Rejmanek (2000) menghasilkan 10 butir karakter biologis sebagai prediksi utama untuk keinvasian:

1. Kebugaran *homeostasis* populasi, sebagai hasil dari kebugaran *homeostasis* individual dan polimorfisme genetik populasi, berkontribusi pada keinvasian spesies. Sayangnya *homeostasis* populasi bukan *variable* yang tersedia dengan mudah. Kuantitas seperti rata-rata “kinerja fisiologis secara relatif”, “kinerja ekologis secara relatif” (Austin *et al.* 1985) sepanjang *gradient* lingkungan dapat dipakai sebagai pengganti kebugaran *homeostasis* populasi.
2. Ukuran *genome* yang kecil nampaknya sebagai hasil seleksi untuk waktu generasi minimum yang pendek, dan itu juga diasosiasikan dengan ukuran biji kecil, rasio luas daun yang tinggi, dan laju pertumbuhan relatif semai yang tinggi dalam *congeners*, mungkin merupakan *determinant* utama dari keinvasian tumbuhan dalam landscape yang terganggu (Rejmanek 1999).
3. Keinvasian dari spesies pohon pada landscape yang terganggu diasosiasikan dengan biomassa biji yang kecil (<50 mg), periode juvenil yang pendek (<10 tahun), dan interval pendek antar pohon berbiji besar (1 – 4 tahun). Periode buah yang panjang juga diasosiasikan dengan keinvasian. Invasi spesies pohon dengan biji yang amat kecil (<2 mg), hanya terbatas pada substrat yang basah, terutama tanah mineral. Berdasarkan pada percobaan invasibilitas dengan spesies herba nampaknya bahwa biji yang relatif besar (3 – 10 mg) menunjukkan kompatibilitas habitat spesies.
4. Penyebaran oleh vertebrata bertanggung jawab pada keberhasilan dari banyak pohon invader di habitat yang terganggu maupun yang tidak.
5. Sebaran longitudinal spesies herba adalah alat prediksi yang menjanjikan untuk keinvasiannya. Kebugaran *homeostasis* populasi dan kemampuan berpenjar nampaknya berada dalam generalisasi ini.
6. **Reproduksi vegetatif bertanggung jawab untuk peningkatan kompatibilitas habitat** dan karena itu, kemapanan dan penyebaran yang berhasil dari banyak spesies dalam lingkungan terestrial dan bahkan lebih-lebih untuk penyebaran di lingkungan akuatik. Pentingnya reproduksi vegetatif untuk invasi yang sukses meningkat dengan *latitude*.
7. **Spesies asing yang termasuk dalam genus eksotik** (dan, karena itu mempunyai sifat berbeda dari spesies lokal) berpeluang besar menjadi invasif daripada spesies asing dengan *congeners* lokal.

8. **Spesies tumbuhan yang tergantung pada mutualistis non spesifik** (*root symbiont, pollinators*, dan pemencar biji) berpeluang lebih besar untuk mengatasi banyak kendala biotik maupun abiotik dalam lingkungan baru.
9. **Komunitas tumbuhan yang tidak terganggu** (*natural and semi natural*) berpeluang diinvasi oleh spesies tumbuhan yang berperawakan tinggi.
10. **Penyebaran dari banyak spesies invasif sangat tergantung pada aktivitas manusia**. Pada saat ini makin besar volume tanah yang dipindahkan (sebagai lapisan atas tanah, lumpur pada mobil, pada stok hortikultura). Spesies dengan biji yang sangat banyak, relatif kecil, biji-biji pembentuk bank biji, teradaptasi untuk macam penyebaran seperti ini.

Prediksi yang paling tepat dapat dibuat dengan pemakaian simultan dari tiga pendekatan.

1.6.3. Prediksi tumbuhan asing invasif memakai *Weed Risk Assessment*

Perkembangan dalam mengidentifikasi karakter kunci gulma potensial dilaporkan di banyak negara dalam kelompok taksa yang berkerabat dekat meliputi herba dan tumbuhan biji berkayu. Prediksi pendekatan *non-experimental* dipercaya cukup baik apabila didasarkan pada informasi biologis spesies yang menginvasi, fitur bioklimatik dari lingkungan asal dan lingkungan yang diinvasi, dan sejarah evolusi dari keduanya (Richardson *et al.* 1990). Sintesis dari informasi ini dapat memberikan model konsep umum bagi tumbuhan invasif yang pada gilirannya dapat dipakai untuk prosedur penyaringan, seperti misalnya pohon keputusan untuk mengkategorikan tumbuhan potensial untuk diimpor (Panetta 1993).

Metode/alat yang diakui secara internasional untuk memprediksi tumbuhan invasif dan bukan invasif harus memenuhi syarat tertentu (Hazard 1988; Panetta 1993). Metode itu harus dikalibrasi dan divalidasi terhadap sejumlah taksa yang sudah ada di negara terkait, dan mewakili seluruh spektrum taksa yang mungkin akan diimpor ke negara itu. Metode itu harus secara efektif membedakan antara gulma dan non-gulma, misalnya sebagian besar gulma ditolak, sedangkan non-gulma tidak ditolak dan proporsi taksa yang memerlukan evaluasi lebih lanjut dijaga minimum. Persetujuan perdagangan Internasional yang terangkum dalam WTO (*World Trade Organization*) menyatakan bahwa taksa yang dilarang untuk

masuk ke suatu negara harus sesuai dengan definisi “hama” atau “pest” karantina. Di Indonesia pengertian “hama” meliputi **hama**, dan **gulma** dalam pemahaman konvensional kita. Definisi “hama” ini tercantum dalam Undang-Undang No. 7 tahun 1994. Oleh karena perjanjian perdagangan internasional menuntut bahwa taksa yang dilarang harus sesuai dengan definisi “hama” karantina sebelum dapat dikeluarkan dari regulasi karantina (Anonimus 1994, 1995; Walton & Parnell 1996), maka sistem itu harus didasarkan pada asumsi eksplisit dan prinsip ilmiah/*scientific* (alamiah) sehingga negara terkait tidak dapat dituduh memakai perlindungan perdagangan non-tarif yang tidak dapat diterima secara internasional. Sistem demikian harus mudah bagi importir dan pejabat karantina, sebagai pejabat pengendali masuknya hama. Sistem yang dikembangkan oleh Dr Pheloung adalah kuat, mudah dipakai dan mampu memberikan hasil yang cukup baik.

Dunia sekarang mengenal sebuah sistem prediksi apakah suatu tumbuhan mempunyai potensi menjadi invasif atau tidak, yang dikembangkan oleh Pheloung *et al.* (1999) dan dikenal sebagai sistem *Australian Weed Risk Assessment*. Sistem ini telah menerima penghargaan yang luas dan sudah diuji secara ekstensif di lain negara, misalnya di New Zealand (Pheloung *et al.* 1999), Hawaii dan pulau-pulau Pacific lainnya (Daehler *et al.* 2004) termasuk Galapagos dan kepulauan Bonin Jepang (Kato *et al.* 2006), di samping Eropa (Gasso *et al.* 2010; Weber & Gut 2004) dan Amerika Utara, terutama Florida (Gordon *et al.* 2008). Berbagai uji ini menjurus kepada adaptasi lokal (mencerminkan iklim regional dan karakter edaphik (Gordon *et al.* 2008). Sistem ini juga disederhanakan dan dipakai oleh United Nations Food and Agricultural Organization (UN FAO), dan tersedia dalam bahasa Inggris, Spanyol dan Perancis dan dipakai di banyak negara berkembang (Williams 2003). Ini juga dipakai sebagai panduan bagi proyek-proyek Pacific Island Ecosystems at Risk (PIER) dan Hawaiian Ecosystems at Risk (HEAR).

Sistem WRA Australia memenuhi tujuan dari panduan perjanjian SPS (*Sanitary and Phytosanitary*) dari WTO, dengan memberikan proteksi tanpa menciptakan kendala teknis untuk perdagangan yang dinilai tidak dapat diterima (Andersen *et al.* 2004). Di samping itu *International Plant Protection Convention* (IPPC) sudah mengadopsi beberapa *International Standards on Phytosanitary Measures* terkait dengan analisis risiko gulma (seperti No. 2 *Guidelines for Pest*

Risk Analysis dan No. 11 *Pest Risk Analysis for Quarantine Pests, Including Analysis of Environmental Risks and Living Modified Organisms*; keduanya dapat diakses dari IPPC website (www.ippc.int), yang konsisten dengan sistem WRA sampai sekarang.

Sistem WRA memakai 49 pertanyaan meliputi aspek sejarah, biogeografi, biologi, dan ekologi di mana pertanyaan-pertanyaan itu dijawab hampir semuanya hanya dengan ya/tidak/'tidak tahu'. Pemberian skor adalah proses penambahan angka sederhana, dengan jumlah skor/angka >6 menerima penilaian 'ditolak masuk', jumlah skor antara 1 dan 6 menerima penilaian 'teliti lebih lanjut' dan jumlah skor <1 menerima penilaian 'diterima masuk'. Kategori ditolak, dievaluasi lebih lanjut, atau diterima ini ditentukan berdasarkan kalibrasi empiris yang ekstensif yang menghasilkan laju penolakan 10% atau kurang untuk non-gulma dan tidak lebih dari 30% spesies gulma yang dievaluasi masuk kategori, dievaluasi lebih lanjut (Pheloung *et al.* 1999). Dari 49 pertanyaan setidaknya ada 2 pertanyaan dari aspek sejarah, 2 pertanyaan dari aspek biogeografi dan 6 pertanyaan dari aspek biologi/ekologi yang harus dijawab. Sistem WRA ini dipresentasikan pada Bab II.

1.7. Ekosistem Rentan terhadap Invasi Tumbuhan

Daftar ekosistem yang rentan terhadap invasi diuraikan oleh sekretariat CBD meliputi: daerah pantai laut dangkal, sistem perairan air tawar (seperti danau, waduk, sungai), hutan, savana, daerah kering, pegunungan, ekosistem perkebunan/pertanian, dan pulau-pulau yang terisolasi secara geografis atau secara evolusi.

Sudah banyak dikupas bahwa ada kecenderungan meningkatnya masalah terkait dengan ekologi invasi tumbuhan, terutama karena modernisasi, melalui peningkatan perdagangan, transport, turisme di samping perubahan iklim dan perubahan sistem pemanfaatan lahan.

1.7.1. Modernisasi

Promosi perdagangan bebas melalui WTO (*World Trade Organization*) telah meningkatkan aktivitas ekonomi secara signifikan dan meningkatkan kesejahteraan dari sebagian besar populasi manusia. Kecenderungan ini juga meningkatkan pergerakan barang dan jasa meliputi pergerakan spesies asing.

Perdagangan bebas ini adalah relatif fenomena baru yang mentransformasi cara ekonomi dunia beroperasi. Manusia bergerak dalam jumlah yang selalu meningkat, memfasilitasi transportasi ribuan organisme (i.e. tumbuhan, mikroorganisme dan hewan) di seluruh dunia. Jumlah transportasi darat yang meningkat (kendaraan, pesawat), semuanya berpotensi mengintroduksi spesies asing yang merugikan di daerah baru. Tahun 2015 negara-negara di Asia Tenggara menerapkan *Asean Economic Community* (AEC), kawasan perdagangan bebas yang dimaksudkan untuk mendorong memacu aktivitas ekonomi untuk mencapai laju pertumbuhan ekonomi yang tinggi. Diharapkan bahwa volume perdagangan akan meningkat, karena itu, peluang pergerakan spesies tumbuhan invasif juga akan meningkat. Oleh karena itu negara di kawasan Asia Tenggara harus mengantisipasi itu dengan mengeluarkan regulasi untuk meminimalkan, atau kalau tidak mengeliminasi dampak buruk dari masuknya tumbuhan invasif di kawasan Asia Tenggara.

1.7.2. Perubahan sistem pemanfaatan lahan

Laju pertumbuhan populasi di Asia Tenggara sangat tinggi (kecuali Singapura). Hal ini akan meningkatkan permintaan akan makanan (*food*), pakaian (*fiber*), makanan ternak (*feed*), perumahan, kesehatan dan lain-lain keperluan manusia seperti pendidikan, estetika, spiritual, kesenian dsb. Permintaan ini akan memberikan tekanan berat pada lingkungan alam, mengubahnya dan tanpa banyak disadari menjadi kondisi yang rentan terhadap invasi. Walaupun ini fenomena biasa, akan tetapi sejak implementasi WTO, laju dengan mana manusia mentransformasi landscape alam di kawasan Asia Tenggara meningkat dengan sangat cepat. Pembentukan AEC (Masyarakat Ekonomi ASEAN) diharapkan membuka pasar lebih besar dan ekonomi akan lebih bergantung pada ekspor. Ini akan berdampak secara dramatis pada peningkatan insentif ekonomi untuk pertumbuhan industri dan ekspansi pertanian. Akibatnya adalah perubahan lingkungan secara besar-besaran seperti urbanisasi, deforestasi dan agribisnis di kawasan ini. Dalam banyak hal dampak dari perubahan ini adalah menyediakan kondisi ideal untuk spesies invasif berkompetisi dan sangat berhasil mengalahkan spesies lokal yang berbagi lingkungan dengan mereka. Misalnya kehilangan banyak pohon besar secara berlebihan dalam proses penebangan hutan mengakibatkan rantai hutan terpapar pada lebih banyak cahaya matahari dan suhu tanah meningkat. Kondisi ini menciptakan kondisi kondusif

bagi invasi tumbuhan yang cepat tumbuh dan invasif. Bunga kuning Singapura (*W. trilobata*) menginvasi tumbuhan bawah dari hutan *Shorea* yang baru ditanam di lokasi bekas tambang emas Kelian Equatorial Mining, Kalimantan Timur. *M. micrantha* memberikan masalah besar pada semai *Shorea leprosula* dalam usaha membangun hutan meranti di BFI (Balikpapan Forest Industry), di Kalimantan Timur. Yang lebih spektakuler adalah invasi mantangan (*M. peltata*) di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. Pembalakan pohon besar secara ilegal oleh orang yang tidak bertanggung jawab, membuka lantai hutan sehingga tersedia melimpah sinar matahari. *M. peltata* merespons perubahan lingkungan ini dengan pertumbuhan yang luar biasa, meningkatkan nilai rasio luas daun, dengan luas daun spesifik tinggi, artinya hasil fotosintesis dari *M. peltata* ini sebagian besar dipakai untuk membuat daun lagi sehingga laju pertumbuhan nisbi menjadi sangat tinggi.

Ekspansi populasi manusia telah menciptakan lebih banyak kota yang lebih besar dan pada gilirannya menciptakan jaringan infrastruktur yang meningkat dan sangat masif menghubungkan antar daerah-daerah urban. Demikian ini adalah lingkungan yang sangat terganggu dan sering memberikan jalur sekunder yang mudah bagi spesies invasif untuk menyebar dan mapan di dalam habitat yang tidak terganggu.

1.7.3. Perubahan iklim

Konsumsi bahan bakar fosil di Indonesia saat ini sangat tinggi dan subsidi harga bahan bakar fosil yang mengikutinya menimbulkan debat yang berkepanjangan apakah tujuan subsidi itu benar. Apakah tujuan itu benar atau tidak benar, tetapi pembakaran bensin atau solar menghasilkan begitu banyak “gas rumah kaca” terutama CO₂ yang berkontribusi pada pemanasan atmosfer bumi yang mengakibatkan perubahan iklim di seluruh dunia. Akibat dari perubahan ini sudah terlihat dengan bertambahnya masalah gulma dan tumbuhan invasif. Savana Bekol di Taman Nasional Baluran didominasi oleh rumput *Dichanthium caricosum*, rumput tahunan yang mendukung kehidupan satwa asli banteng, di samping rusa, kerbau dsb. Invasi *A. nilotica* menaungi rumput bahkan mengubah ekosistem savana menjadi semak belukar dengan berbagai semak seperti *T. lampas*, *B. biternata*, *H. suaveolens*, dsb. dan rumput berganti didominasi oleh rumput rayapan (*Brachiaria reptans*). Ketika *V. nilotica* diberantas secara mekanis dengan bulldozer dan berhasil baik, diharapkan savana kembali.

Pada tahun 2010, iklim amat basah; di bulan Agustus/September curah hujan masih tinggi, rumput di savana biasanya didominasi *Sclerachne punctata*, dan *B. reptans*. Tetapi pada musim basah tahun 2011 savana itu didominasi oleh *T. lampas*, semak berdaun lebar. *T. lampas* ini biasanya mati pada musim kemarau, sehingga pada musim hujan/basah berikutnya tidak akan mendominasi vegetasi di situ, dan didominasi oleh rumput *Sclerachne punctata*, dan *B. reptans*. Kondisi iklim basah ini menimbulkan masalah bagi *Thespesia lampas* di savana. Beruntung *Thespesia lampas* dapat diberantas dengan herbisida triclopyr. Sayangnya di musim basah berikutnya tidak dilanjutkan pengendalian *Thespesia lampas*, sehingga dominasi *T. lampas* kembali lagi. Beberapa ahli berargumentasi bahwa kondisi ini bukan akibat perubahan iklim, tetapi variasi iklim saja. Seandainya ini sekedar variasi iklim, kalau dilihat dampaknya terhadap ekosistem yang dahsyat bisa mengubah ekosistem savana, dan memerlukan biaya begitu besar untuk mempertahankan savana dari perubahan menjadi semak belukar, maka perubahan iklim akan lebih dahsyat lagi.

Bab II

Analisis Risiko Tumbuhan Invasif *Pre-border*

Banyak tumbuhan asing yang masuk ke wilayah Indonesia, sebagian besar berupa tanaman budidaya tetapi sebagian menjadi invasif. Untuk menghindari kekeliruan di masa mendatang, perlu dikembangkan metode analisis risiko untuk menilai potensi tumbuhan yang dimasukkan apakah di kemudian hari menjadi invasif atau tidak. Sekiranya berpotensi menjadi invasif seyogyanya ditolak untuk dimasukkan ke Indonesia. Analisis risiko tumbuhan yang telah banyak diadopsi oleh banyak negara maupun oleh FAO dan IPPC, adalah yang dikembangkan di Australia, *Weed Risk Assessment* (WRA) atau Sistem Analisis Risiko (SAR Australia). SAR ini telah dimodifikasi oleh banyak ahli, dan kita sesuaikan dengan kondisi di Indonesia, dan kita sebut SAR(I). SAR (I) terdiri dari 49 pertanyaan yang jawabannya hanya “ya”, “tidak”, atau ‘tidak tahu”, dan masing-masing jawaban itu mempunyai skor atau nilai. Apabila jumlah skor kurang dari 1(satu) maka tumbuhan demikian diterima untuk masuk sebagai tanaman budidaya. Kalau jumlah skornya lebih dari 6 maka tumbuhan itu berpotensi menjadi invasif dan ditolak masuk ke negara yang melakukan analisis risiko. Kalau jumlah nilainya antara 1–6 maka tumbuhan itu perlu diuji lebih lanjut. Untuk mengurangi hasil spesies dalam skala 1-6, diperkenalkan evaluasi tambahan.

2.0. Pendahuluan

Indonesia adalah negara terbuka yang sejak lama sudah banyak spesies tumbuhan dibawa masuk ke wilayah Indonesia. Bahkan sebagian besar tumbuhan yang sekarang diusahakan sebagai tanaman pertanian berasal dari impor, seperti jagung, kacang tanah, kacang kedelai, ubi kayu bahkan cabe juga berasal dari Amerika Selatan. Tanaman perkebunan seperti teh, kakao, kopi, karet, kelapa sawit juga bukan asli di Indonesia. Kecuali berbagai kayu yang berasal dari hutan tropika di Indonesia seperti meranti, kamfer, jabon, tetapi *Acacia mangium* itu asli dari Papua walaupun asing untuk daerah Indonesia bagian barat. Selama tumbuhan yang diimpor itu bermanfaat, maka tidak ada masalah Tetapi tumbuhan yang dulu diimpor dengan tujuan baik, misalnya *Acacia arabica* (sinonim *V. nilotica*) sebagai sumber getah “gum”, ternyata sumber “gum” itu adalah

A. senegal, bukan *V. nilotica* yang ternyata malah bersifat invasif. Banyak tumbuhan masuk ke Indonesia dan kemudian bersifat invasif, misalnya eceng gondok yang berbunga cantik ternyata kemudian bersifat invasif. Demikian juga *Wedelia trilobata*; bahkan tumbuhan yang didatangkan dengan tujuan sebagai tumbuhan obat seperti *M. micrantha* ternyata bersifat invasif.

Untuk menghindari agar tumbuhan yang masuk kemudian tidak merugikan karena bersifat invasif, maka perlu dikembangkan metode atau cara untuk memprediksi seperti apa kinerja tumbuhan yang diimpor ke wilayah Indonesia. Kalau diprediksi berpeluang besar akan menjadi invasif maka tumbuhan demikian ini harus ditolak dan dicegah masuk ke dalam wilayah Indonesia. Yang boleh masuk adalah tumbuhan yang bermanfaat saja. Sistem yang bisa dipakai untuk memprediksi tumbuhan yang diimpor akan menjadi invasif atau tidak disebut **analisis risiko tumbuhan invasif**.

Risiko adalah peluang terjadinya peristiwa yang tidak diinginkan, karena putusan atau tindakan yang kita ambil (termasuk kalau kita tidak mengambil tindakan apa-apa). Evaluasi risiko adalah cara menentukan frekuensi dan konsekuensi peristiwa demikian, dan harus diikuti dengan ekspresi ketidakpastian dalam proses evaluasi. Konsekuensi dari peristiwa yang tidak dikehendaki itu biasanya buruk dan diekspresikan dalam artian titik akhir evaluasi. Titik akhir evaluasi secara sederhana adalah ekspresi nilai yang ingin dilindungi oleh usaha dengan prosedur analisis risiko ini, dengan demikian membedakan analisis risiko lingkungan (risiko ekologis) dari analisis risiko kesehatan manusia (titik akhirnya kematian atau kecelakaan manusia).

Risiko yang dikaitkan dengan invasi tumbuhan asing invasif dapat didefinisikan sebagai peluang terjadinya peristiwa yang tidak dikehendaki yang terjadi sebagai akibat dari tindakan mendatangkan tumbuhan ke Indonesia. Penting untuk memahami interpretasi dari definisi tadi yang sangat tergantung pada titik akhir evaluasinya. Kalau titik akhir itu adalah **kemapanan spesies asing invasif pada lokasi baru**, maka risiko itu dinyatakan dalam **peluang kemapanan** spesies asing invasif itu. Kalau titik akhirnya adalah kerusakan lingkungan, maka risiko itu harus didefinisikan sebagai peluang dari kerusakan lingkungan, yang timbul sebagai akibat dari introduksi dan kemapanan spesies asing invasif itu. Kalau risiko itu diekspresikan dalam artian kemapanan spesies asing invasif – maka ada asumsi eksplisit bahwa kemapanan spesies asing invasif

di lokasi baru merupakan peristiwa yang tidak dikehendaki itu. Ini sama dengan ekspresi nilai lingkungan yang menghendaki untuk mengkonservasi “alam” atau komunitas atau integritas spesies yang ada. Sebaliknya, apabila risiko itu didefinisikan dalam artian kerusakan lingkungan, kemapanan spesies asing invasif “*per se*” tidak membawa peristiwa tidak dikehendaki yang harus dihindari. Definisi ini mengacu pada kerusakan lingkungan yang mungkin timbul sebagai akibat dari pemasukan spesies asing itu. Oleh karena itu ketika asesor dapat menggaransi bahwa suatu spesies tumbuhan asing invasif tidak mempunyai dampak yang merugikan pada lingkungan, maka menurut definisi ini, tidak ada risiko.

2.1 Analisis Risiko untuk Kasus *Pre-Border*

Baker (1965) membuat daftar karakter gulma, dan banyak dipakai untuk memprediksi tumbuhan sebagai gulma (Tabel 5).

Tentu saja tidak semua karakter di atas terdapat dalam satu spesies, mungkin hanya beberapa kombinasi saja cukup menjadi gulma, sedang yang lain dengan kombinasi berbeda. Suatu spesies dengan kombinasi tertentu menjadi invasif, tetapi tidak pada situasi lain sehingga mengerucutkan pendapat bahwa invasi terjadi pada celah kesempatan (*window of opportunity*) yang sempit saja dan ditentukan bukan saja oleh karakter biologis tetapi juga oleh lingkungan dan manusia.

Kemajuan mengidentifikasi karakter kunci gulma potensial berkembang di berbagai negara, misalnya Australia (Scott & Panetta 1993), New Zealand (Esler *et al.* 1993), Afrika Selatan (Richardson *et al.* 1990), Inggris (Williamson & Fitter 1996), dan Amerika Serikat (Reichard & Hamilton 1997), dalam kelompok taksa berkerabat dekat meliputi herba (Williamson 1993) atau tumbuhan berbiji berkayu (Rejmanek & Richardson 1996). Prediksi dari pendekatan non eksperimental dipercaya cukup bagus apabila didasarkan pada informasi biologis dari spesies yang menginvasi, fitur bioklimatologi dari daerah yang diinvasi dan daerah asal spesies invasif itu, serta sejarah evolusi dari keduanya (Richardson *et al.* 1990). Sintesis informasi itu dapat mengarah pada model konsep umum keinvasian tumbuhan (Rejmanek 1995) yang dapat dipakai sebagai prosedur skrining atau saringan seperti *decision trees* untuk mengklasifikasikan potensi tumbuhan yang diimpor (Panetta 1993; Tucker & Richardson 1995; Reichard 1996; Reichard & Hamilton 1997).

Pejabat yang bertanggung jawab pada undang undang biosekuritas, memerlukan alat untuk mensintesis banyak informasi yang masih terfragmentasi dan sebagian masih bersifat teoritis. Sistem evaluasi biosekuritas yang dapat diterima semua pihak, harus memenuhi berbagai persyaratan (Hazard 1988; Panetta 1993). Sistem ini harus dikalibrasi dan divalidasi terhadap sejumlah besar taksa yang sudah ada di negara terinvansi dan mewakili spektrum taksa yang kemungkinan secara luas diimpor. Sistem ini juga secara efektif harus mampu membedakan tumbuhan invasif dari non invasif sedemikian rupa sehingga taksa invasif tidak diterima, sedang taksa non invasif tidak ditolak, dan proporsi dari taksa yang perlu analisis lanjutan jumlahnya minimum. Oleh karena perdagangan internasional menuntut bahwa taksa yang dilarang harus sesuai dengan definisi OPTK karantina sebelum mereka dapat dikenakan larangan dengan Undang-Undang karantina. (Anonimus 1994, 1995; Walton & Parnell 1996), maka sistem itu harus didasarkan pada asumsi eksplisit dan prinsip ilmiah sehingga negara yang bersangkutan tidak dapat dituduh memakai pembatasan perdagangan non tarif yang tidak dapat diterima. Secara ideal sistem itu juga harus mampu mengidentifikasi sistem pemanfaatan lahan mana yang kemungkinan akan diinvansi oleh takson invasif untuk mendukung evaluasi ekonomis dan potensi dampaknya. Akhirnya sistem itu harus mudah untuk importir yang prospektif bagi petugas karantina atau penjaga perbatasan.

2.2. Sistem Analisis Risiko Tumbuhan Invasif Indonesia (SAR TII)

Sistem Analisis Risiko Australia (SAR Australia) sudah dikenal sangat luas dan sudah diuji secara ekstensif di berbagai negara, misalnya New Zealand (Pheloung *et al.* 1999), Hawaii dan pulau-pulau Pasifik lainnya (Daehler *et al.* 2004) meliputi kepulauan Galapagos dan Bonin Jepang (Kato *et al.* 2006) di samping Eropa (Gasso *et al.* 2010; Weber & Gut 2004) dan Amerika Utara, terutama Florida (Gordon *et al.* 2008). Pengujian ini mengarah pada adaptasi lokal (mencerminkan karakter edapik dan iklim lokal) (Gordon *et al.* 2008). Sistem ini juga sudah disederhanakan untuk dipakai oleh FAO (UN FAO), dan sudah dicetak dalam bahasa Inggris, Spanyol dan Perancis dan dipakai di banyak negara berkembang (Williams 2003). Ini juga sudah dipakai sebagai panduan bagi proyek PIER (*Pacific Island Ecosystems at Risk*) dan HEAR (*Hawaiian Ecosystems at Risk*).

SAR Australia memenuhi tujuan panduan perjanjian SPS (*Sanitary and Phytosanitary*) dari WTO (*World Trade Organization*), dengan menyediakan perlindungan tanpa menimbulkan pembatasan teknis yang tidak dikehendaki untuk perdagangan internasional (Andersen *et al.* 2004). Di samping itu *International Plant Protection Convention* (IPPC) sudah mengadopsi beberapa standar internasional untuk masalah fitosanitari terkait dengan analisis risiko gulma (misalnya Tuntunan No 2 untuk Analisis Risiko Hama dan No 11 Analisis Risiko OPTK Karantina, meliputi Analisis Risiko Lingkungan dan Organisme hidup termodifikasi; di mana keduanya dapat diakses dari website IPPC (www.ippc.int) yang konsisten dengan SAR Australia dan diadopsi sampai saat ini.

SAR Australia didasarkan pada proses tiga saringan (Walton 2001): 1. menguji spesies target terhadap daftar spesies yang diizinkan masuk (Daftar Putih) dan daftar spesies yang dilarang masuk (Daftar Hitam); 2. proses saringan dengan memakai serangkaian pertanyaan yang telah disusun sebelumnya untuk mengevaluasi potensi sebagai gulma atau menjadi invasif dari spesies yang tidak ditolak pada saringan pertama; dan (3) evaluasi lanjutan dari spesies yang diidentifikasi memerlukan lebih banyak informasi untuk menentukan potensi kegulmaannya atau keinvasifannya setelah melalui proses saringan kedua. Proses yang dipakai pada saringan kedua dari SAR Australia saat ini memakai 49 pertanyaan meliputi sejarah, aspek biogeofisika, biologis dan ekologis dari spesies target di mana pertanyaan-pertanyaan itu hampir semuanya memerlukan jawaban ya/tidak/tidak tahu. Pemberian skor adalah proses penambahan sederhana, dengan nilai lebih besar dari 6 menerima penilaian **penolakan**, nilai antara 1 dan 6 menerima penilaian **evaluasi lanjutan**, dan kurang dari satu menerima penilaian **diterima**. Indonesia tidak mempunyai daftar “putih” atau “hitam”. Secara teori semua tumbuhan yang masuk ke Indonesia harus diuji kemungkinannya untuk menjadi invasif.

SAR(A) ini dimodifikasi mengikuti Daehler *et al.* (2004) agar sesuai dengan kondisi tropis di Indonesia, terutama untuk pertanyaan no 2.01, 2.04, 4.10 and 8.05. Skor pertanyaan 2.01 disederhanakan mengacu pada garis lintang; tumbuhan yang berasal dari daerah tropika yaitu antara 20° LU dan 20° LS, peluangnya menjadi invasif tinggi, karena itu mendapat skor 2, yang berasal dari daerah sedang yaitu antara 20° - 30° LU atau 20°-30° LS diberi skor 1, sedang di luar lintang 30° LU atau LS diberi skor 0. Pertanyaan 2.04 diubah menjadi **Asli atau**

ternaturalisasi di tropika dan subtropika. Pertanyaan 4.10 disesuaikan dengan kondisi Indonesia **Tumbuh di tanah masam dan miskin unsur hara**, sedang pertanyaan 8.05 diubah menjadi **Musuh alami yang efektif tersedia di Indonesia.** Kepada tumbuhan yang masuk kategori dengan skor 1-6 ini diuji ulang dengan sistem tambahan.

Klasifikasi ini ditetapkan berdasarkan kalibrasi empiris yang sangat ekstensif memakai 370 spesies menghasilkan penolakan 10% atau kurang untuk non-gulma, dan tidak lebih dari 30% dari spesies gulma yang dievaluasi mendapat penilaian “evaluasi lanjutan” [Pheloung *et al.* 1999]. Dari 370 spesies terdiri atas beberapa tipe seperti dalam Tabel 6.

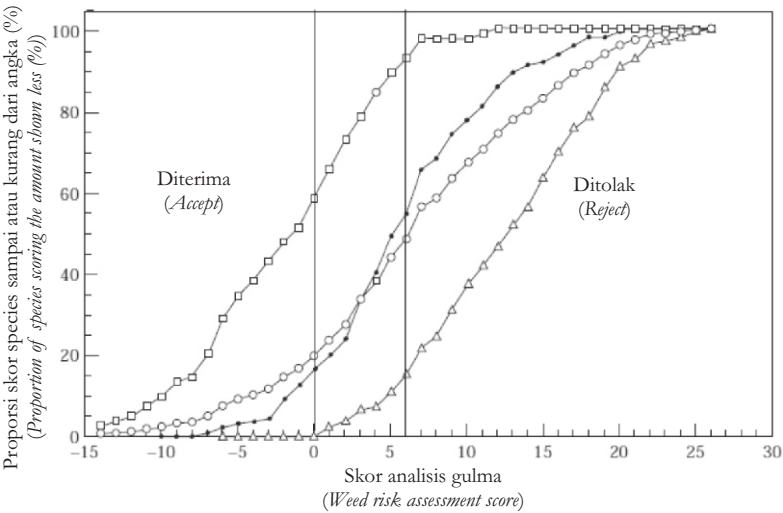
Mayoritas dari 370 taksa (81%) dipersepsikan sebagai gulma dalam berbagai konteks, tetapi kurang dari separuhnya dinilai sebagai gulma yang serius. Taksa yang bermanfaat (63%) meliputi gulma (45%) dan non-gulma (18%), dan taksa tidak bermanfaat (37%) tercakup dalam sampel. Gulma dari semua sektor, yaitu pertanian, lingkungan, hortikultura, pekarangan, dan daerah-daerah penyangga, semuanya tercakup (data tidak diperlihatkan).

Distribusi frekuensi kumulatif dari skor SAR untuk setiap klasifikasi survei (Gbr.6) dipakai untuk menginvestigasi pengaruh pasangan berbeda skor kritis pada distribusi rekomendasi SAR. Sebaran skor untuk tumbuhan non-invasif berimpit dengan sebaran tumbuhan invasif serius sehingga tidak mungkin untuk menentukan skor kritis yang menolak semua tumbuhan invasif serius sementara menerima non-tumbuhan invasif. Tetapi mungkin sekali untuk memastikan bahwa tidak ada tumbuhan invasif serius diterima dengan menentukan skor “diterima” pada “0” atau lebih kecil, dengan alasan mirip, kurang dari 10% non-tumbuhan invasif akan ditolak apabila skor “ditolak” lebih besar dari “6”. Ini berarti bahwa 29% taksa memerlukan evaluasi lanjutan. Menurunkan skor “ditolak minimum” ke “6” menurunkan proporsi ini menjadi 22% tetapi akan meningkatkan proporsi non-tumbuhan invasif yang ditolak menjadi 15%, yang lebih tidak dikehendaki, karena beberapa dari kelompok ini dapat saja bermanfaat. (Gbr. 6). Oleh karena itu skor kritis “0” dan “7” dipakai untuk mengubah skor SAR menjadi rekomendasi “diterima”, dievaluasi lanjut” dan “ditolak”.

Dengan dasar dan karakter SAR Australia di atas dari 49 pertanyaan setidaknya 2 pertanyaan sejarah, 2 pertanyaan biogeografi dan 6 dari pertanyaan aspek biologi/ekologi harus dipahami dan dijawab dengan tepat. Pertanyaan dan skor jawaban diargumen sebagai formula A dan B.

Tabel 6 Daftar kategori spesies yang dipakai untuk kalibrasi Sistem Analisis Risiko (SAR) Australia

Kategori spesies	Jumlah	Persen dari semua spesies
Spesies yang disurvei	370	
Tumbuhan invasif dan spesies bermanfaat		
Tumbuhan invasif serius	139	38
Tumbuhan invasif minor	147	39
Bukan Tumbuhan Invasif	84	23
Bermanfaat sekali	78	21
Bermanfaat moderat	154	42
Tidak bermanfaat	138	37
Bermanfaat non invasif	67	18
Tumbuhan invasif bermanfaat	165	45
Distribusi tumbuhan invasif berdasarkan sistem		
Pertanian	138	38
Lingkungan	198	54
Lainnya	170	47



Gambar 6 Frekuensi kumulatif taksa yang menerima skor SAR khusus untuk setiap klasifikasi survei. Kategori survei (-Δ-), tumbuhan invasif serius (139); (-●-), tumbuhan invasif minor (147); (-□-) non-tumbuhan invasif (-○-), seluruh spesies yang diuji 370 tumbuhan

2.2.1. Penjelasan Pengisian Formulir A

Sejarah/Biogeografi

1. Domestifikasi/kultivasi

1.01. Apakah spesies itu sudah didomestifikasi? Kalau jawabannya “tidak” lanjutkan ke pertanyaan

Takson sudah didomestifikasi dan mengalami seleksi hebat oleh manusia setidaknya selama 20 tahun. Domestifikasi menurunkan sifat keinvasian tumbuhan dengan menseleksi karakter yang tidak dikehendaki. Kalau jawabannya “ya” maka nilainya -3.

1.02. Apakah spesies ternaturalisasi di mana ditanam?

Apakah tumbuhan yang sudah didomestifikasi tadi, ketika dimasukkan ke daerah lain, tumbuh, berbiak, mapan dan mampu menjaga populasinya tanpa campur tangan manusia. Kalau jawabannya “ya” maka jawaban pertanyaan 1.01 akan dimodifikasi, dan jawaban “ya” di sini nilainya adalah 1. Kalau jawabannya “tidak” nilainya -1.

1.03. Apakah spesies itu mempunyai kerabat gulma?

Pertanyaan dijawab kalau spesies yang kita uji adalah subspecies, kultivar atau varitas yang teregistrasi dari spesies yang sudah terdomestifikasi. Kalau takson itu subspecies, varitas atau kultivar kurang bersifat invasif maka itu sebagai bukti bahwa tidak lagi mempunyai kapasitas untuk kembali menjadi gulma, maka nilainya -1. Kalau jawabannya “ya”, maka jawaban pada pertanyaan 1.0.1 akan termodifikasi, di sini nilainya 1.

2. Iklim dan distribusi

2.01. Spesies itu sesuai dengan iklim tropis dan subtropis (0-rendah; 1-medium; 2-tinggi)

Skor 2 kalau spesies itu berasal dari daerah antara 20° LU dan 20° LS. Skor 1, apabila spesies itu berasal dari daerah antara 20° LU dan 30° LU atau 20° LS dan 30° LS. Kalau spesies itu berasal dari daerah di luar garis 30° LU atau 30° LS skornya adalah 0, lebih tepat sebetulnya berdasarkan model kesesuaian iklim seperti CLIMEX, BIOCLIM atau CLIMATE. Kalau belum ada analisis komputer berikan nilai maksimum 2.

2.02. Kualitas kesesuaian data iklim (0-rendah; 1-medium; 2-tinggi)

Skor 2 diberikan pada spesies yang mempunyai koordinat sebaran distribusi yang telah terpublikasi, skor 1 kalau sebarannya dideskripsikan tetapi koordinatnya masih harus dicari dari atlas, dan kalau sebarannya tidak jelas skornya 0. Kalau analisis komputer tidak ada beri skor maksimum 2.

2.03. Kesesuaian iklim luas (Kemampuan beradaptasi terhadap lingkungan)

Jawaban “ya” untuk pertanyaan ini diberikan kalau spesies ini ditemukan tumbuh pada sebaran yang luas dari berbagai tipe iklim. Keluaran dari program kesesuaian iklim dapat dipakai untuk pertanyaan ini. Kalau tidak, dasarkan responsnya pada sebaran alamiah spesies bersangkutan pada 3 atau lebih kategori iklim berbeda. Manfaatkan peta iklim daerah yang tersedia atau yang tersedia di dalam atlas yang komprehensif.

2.04. Asli atau ternaturalisasi di tropika dan subtropika

Spesies itu mampu tumbuh pada daerah tropika dengan ketersediaan cahaya dan hujan melimpah, suhu yang relatif stabil, spesies demikian berpotensi tumbuh dan berbiak di Indonesia.

2.05. Apakah spesies itu mempunyai riwayat introduksi berulang di luar daerah sebaran aslinya?

Riwayat ini harus didokumentasikan dengan baik. Gulma potensial harus mempunyai kesempatan untuk menunjukkan potensinya. Skor pada pertanyaan 2.05 akan memodifikasi skor jawaban “tidak” pada pertanyaan 3.01. Spesies dengan introduksi berulang yang tidak mapan mempunyai risiko rendah.

3. Gulma di lain tempat

3.01. Ternaturalisasi di luar daerah sebaran aslinya

Spesies yang ternaturalisasi akan disitir dalam flora dari daerah terkait di luar sebaran aslinya. Apabila daerah sebaran aslinya tidak jelas dan keluasan lokasi pertumbuhan spesies yang tumbuh secara alami juga tidak jelas maka jawaban pertanyaan ini adalah “tidak tahu”.

3.02. Gulma pekarangan /taman/daerah yang telah berubah

Tumbuhan ini biasanya gulma penyusup di pekarangan, pertamanan, sisi jalan, sekitar bangunan kota, rel kereta api, dsb. Pertanyaan ini membawa bobot lebih ringan daripada pertanyaan 3.03 atau 3.04. Apabila suatu tumbuhan terdapat dalam daftar gulma dalam literatur yang relevan, tetapi kelas gulmanya tidak jelas atau hanya gulma minor maka jawaban pertanyaan 3.02. adalah “ya”.

3.03. Gulma pertanian/hortikultura/kehutanan

Tumbuhan ini adalah gulma pertanian/hortikultura/kehutanan menyebabkan kehilangan produktivitas atau peningkatan biaya karena pengendalian. Pertanyaan ini membawa bobot lebih berat daripada 3.02. Apabila tumbuhan ini terdaftar dalam daftar gulma dari pustaka yang relevan tetapi tipe gulma tidak jelas atau hanya gulma minor maka jawaban pertanyaan ini adalah “ya”.

3.04. Gulma lingkungan

Tumbuhan ini didokumentasikan mengubah struktur atau aktivitas normal dari ekosistem. Pertanyaan ini membawa bobot lebih besar daripada 3.02. Apabila tumbuhan ini terdapat dalam daftar gulma dari pustaka yang relevan tetapi tipe gulma tidak jelas atau hanya gulma minor jawaban pertanyaan 3.04 adalah “ya”.

3.05. Gulma dari genus yang sama (*Congeneric weed*)

Bukti yang didokumentasikan memperlihatkan bahwa satu atau lebih spesies, dengan biologi mirip, dan dalam satu genus dari spesies yang dievaluasi adalah gulma.

Daftar Nilai Seksi 3

Jawaban “ya” bagi pertanyaan 3.01. - 3.05.										
Skor										
Masukan	2.01.	0	0	0	1	1	1	2	2	2
	2.02.	0	1	2	0	1	2	0	1	2
	Hasil	2	1	1	2	2	1	2	2	2
	3.01.									
	3.02.	2	1	1	2	2	1	2	2	2
	3.03.	3	2	1	4	3	2	4	4	4
	3.04.	3	2	1	4	3	2	4	4	4
	3.05.	2	1	1	2	2	1	2	2	2
Jawaban “tidak” pada pertanyaan 3.01 – 3.05										
Masukan	2.05.	?	T	Y						
	Hasil	3.01.	-1	0	-2					
		3.02. – 3.05.	0	0	0					

Biologi/Ekologi

4. Sifat yang tidak dikehendaki

4.01. Mempunyai duri (*spine*), onak (*thorns*), atau buah berkait (*burrs*)

Tumbuhan mempunyai struktur pada bagian tumbuhan tertentu untuk menyebabkan ketidaknyamanan atau kesukaran, kesakitan pada hewan atau manusia. Apabila takson yang kita evaluasi adalah subspecies, varietas atau kultivar yang tidak berduri ini merupakan bukti cukup untuk menduga bahwa tumbuhan tadi tidak mempunyai kapasitas untuk kembali menjadi bentuk yang berduri atau beronak. Jawaban “ya” memperoleh skor 1.

4.02. Bersifat alelopatik

Tumbuhan ini didokumentasikan dengan baik sebagai penghambat potensial dari pertumbuhan spesies tumbuhan lain dengan cara kimiawi. Jawaban “ya” memperoleh skor 1.

4.03. Bersifat parasit

Tumbuhan yang bersifat parasit mempunyai dampak mematikan pada tumbuhan inangnya. Ini meliputi tumbuhan yang bersifat parasit penuh seperti *Cuscuta* sp., *Dendrophthoe* sp. dan setengah parasit seperti tumbuhan pencekik (*strangler*).

4.04. Tidak dimakan oleh hewan herbivora

Pertimbangkan tumbuhan ini, mengacu pada **di mana** tumbuhan itu mempunyai potensi tumbuh dan apabila herbivora yang ada di situ dapat mengendalikan populasinya. Kemudahan dimakan oleh herbivora ini dapat ditemukan pada setiap fase dalam siklus hidup dari tumbuhan itu selama iklim periode tumbuh.

4.05. Beracun terhadap hewan

Harus ada peluang memadai bahwa bahwa bahan beracun itu akan mencapai hewan dengan cara hewan itu makan atau dengan jalan bersinggungan atau lainnya. Beracun ringan, tetapi enak dimakan (*palatable*) bagi hewan, sehingga akan menjadi masalah ketika dimakan secara berlebihan.

4.06. Inang bagi hama atau penyakit yang dikenal

Yang menjadi masalah utama adalah ketika tumbuhan itu menjadi inang patogen atau hama atau inang alternatif patogen atau hama tanaman. Yang mana yang sesuai inang atau alternatif inang dari tanaman budidaya atau dari ekosistem alam jawaban dari pertanyaan 4.0.6. adalah “tidak”, kecuali spesies itu mempengaruhi strategi pengendalian yang sedang diterapkan pada hama dan penyakit. Berlakukan tingkat kekhususan inang yang memadai; patogen bagi seluruh famili misalnya jangan dijadikan dasar untuk menjawab “ya” untuk individu spesies.

4.07. Menyebabkan alergi atau beracun bagi manusia

Kondisi ini harus didokumentasikan dengan cermat, bahwa peluang terjadi pada kondisi normal. Misalnya dengan kontak fisik atau dengan mengisap butir sari tumbuhan yang diuji polen pada saat bernafas.

4.08. Menciptakan bahaya api pada sistem alam

Pertanyaan ini berlaku bagi spesies yang telah mendokumentasikan kebiasaan hidup yang mengarah pada akumulasi cepat, tidak dikelola, atau sistem alam.

4.09. Apakah merupakan tumbuhan yang tahan naungan pada salah satu fase kehidupannya

Ketahanan terhadap naungan dapat meningkatkan potensi invasif spesies tumbuhan.

4.10. Tumbuh di tanah masam dan miskin unsur hara

Tanah di Indonesia, umumnya bereaksi masam, miskin unsur hara, dan terdegradasi lanjut. *Clay* didominasi oleh kaolinit. Spesies yang dapat hidup dengan unsur hara rendah dan reaksi masam, akan tumbuh baik di Indonesia. Tumbuhan kacang atau Leguminosa toleran terhadap tanah dengan kandungan fosfat rendah; perlu menjadi perhatian di sini karena berpotensi mengubah lingkungan tanah.

4.11. Kebiasaan hidup memanjat dan menjalar menutup vegetasi lain

Karakter ini meliputi herba atau liana yang tumbuh merambat dengan cepat, menutupi dan menekan pertumbuhan tumbuhan yang semula mendukungnya. Tumbuhan yang tumbuh dengan roset juga mendapat skor di sini.

4.12. Membentuk populasi padat

The thickets produced should obstruct passage or access, or exclude other species. Tumbuhan tahunan berkayu kemungkinan besar akan menjadi kandidat, tetapi pertanyaan ini juga meliputi rumputan yang tumbuh lebat.

5. Tipe tumbuhan

5.01. Akuatik

Pertanyaan ini meliputi setiap tumbuhan yang biasanya ditemukan tumbuh di sungai, danau atau waduk. Spesies demikian ini mempunyai potensi untuk tumbuh cepat menyebar dibawa air dan mencekik saluran air dan mengecilkan sistem cahaya, oksigen dan nutrisi. Oleh karena itu skornya tinggi: 5.

5.02. Rumput

Sebagian besar famili rumput (*Poaceae*/*Graminae*) adalah gulma dalam beberapa konteks. Seperti halnya dengan spesies gulma *congeneric*, peluangnya besar bahwa spesies dari famili ini adalah gulma.

5.03. Tumbuhan berkayu penambat nitrogen

Sebagian besar dari kacang berkayu (Famili *Leguminosae*/*Fabaceae*) adalah gulma, terutama di daerah konservasi. Seperti halnya dengan spesies gulma *congeneric*, peluangnya besar bahwa spesies dari famili ini adalah gulma.

5.04. Geofita

Geofita adalah tumbuhan tahunan dengan umbi, kormus/*cormus* atau *bulbus*. Pertanyaan ini berkaitan dengan tumbuhan yang mempunyai organ khusus tetapi tidak termasuk tumbuhan yang mempunyai rhizoma atau stolon (Lihat pertanyaan 6.06.). Tumbuhan dari kelompok ini sangat sukar untuk dieradikasi dari tempatnya.

6. Reproduksi

6.01. Peristiwa kegagalan reproduksi substansial di daerah sebaran aslinya

Predator dan faktor lain (misalnya penyakit) ditemukan banyak di daerah sebaran aslinya dan menyebabkan reduksi kapasitas reproduksi substansial. Hasil reproduksi dari spesies demikian ini dapat meningkat luar biasa ketika tumbuhan itu tumbuh di daerah tanpa faktor tadi.

6.02. Memproduksi biji yang viabel

Kalau takson itu subspecies, varitas atau kultivar maka harus steril. Tumbuhan jantan dari spesies dioesis dianggap sebagai tumbuhan penghasil biji.

6.03. Hibridisasi secara alamiah

Jawaban “ya” untuk pertanyaan ini memerlukan bukti dokumentasi peristiwa persilangan interspesifik, tanpa bantuan, di bawah kondisi alam.

6.04. Fertilisasi sendiri (*Self-fertilization*)

Spesies mampu menghasilkan biji sendiri, dapat menyebarkan dari biji yang diproduksi oleh tumbuhan tunggal yang hidup terisolasi.

6.05. Memerlukan polinator khusus

Potensi invasif dari tumbuhan diperkecil apabila tumbuhan itu memerlukan agen polinator yang tidak ada atau jarang di Indonesia.

6.06. Reproduksi dengan propogasi vegetatif

Tumbuhan mampu meningkatkan jumlahnya dengan cara vegetatif. Ini meliputi reproduksi dengan rhizoma, stolon atau potongan rumput, anakan atau potongan batang.

6.07. Waktu generasi minimum

Ini adalah waktu dari perkecambahan sampai ke produksi biji yang viabel, atau waktu yang diperlukan oleh tumbuhan yang bereproduksi vegetatif untuk menduplikasikan dirinya. Makin pendek rentang waktunya makin besar kemungkinannya bersifat gulma. *The shorter the timespan, the more weedy a plant is likely to be*. Skor untuk sifat demikian memakai faktor korelasi (1 tahun skor 1, 2-3 tahun skor 0, lebih besar atau sama dengan 4 tahun skornya -1).

7. Mekanisme penyebaran

7.01. Propagul tersebar secara tidak sengaja

Propagul (setiap struktur seksual atau non seksual, yang bermanfaat sebagai alat reproduksi), secara tidak sengaja menyebar sebagai akibat dari aktivitas manusia. Sebagai contoh tumbuhan yang tumbuh di daerah dengan transportasi padat bijinya terbawa oleh kendaraan yang lewat.

7.02. Propagul tersebar tidak sengaja oleh manusia

Tumbuhan mempunyai sifat yang membuat menarik atau sangat disukai, seperti buah yang enak dimakan, sebagai tanaman hias, atau menimbulkan keingintahuan orang. Tumbuhan demikian akan banyak dikoleksi sebagai tanaman potong atau biji. Kelompok ini meliputi sebagian besar tanaman hortikultura.

7.03. Propagul mungkin tersebar sebagai bahan kontaminan hasil pertanian

Hasil pertanian adalah keluaran ekonomis dari setiap usaha pertanian, kehutanan, atau hortikultura. Contohnya pengapalan sereal gandum yang mengandung berbagai biji gulma.

7.04. Propagul teradaptasi untuk penyebaran dengan angin

Peristiwa terdokumentasi bahwa angin secara signifikan meningkatkan jangkauan penyebaran propagul. Misalnya *achne* dengan *pappus*. Kelompok ini meliputi tumbuhan merambat dan tumbuhan dengan biji di dalam kapsul atau polong ketika pecah melemparkan biji di dalamnya. Misalnya *Asystasia gangetica* subspecies *micrantha*, dengan kapsul kering pecah seperti petasan dan melemparkan biji ke luar.

7.05. Propagul mengambang di air (*Propagules buoyant*)

Pertanyaan ini meliputi setiap struktur yang mengandung propagul yang terlepas dari induknya dan mengambang di air. Contohnya adalah polong *Mimosa pigra*. Ini merupakan cara penyebaran terbatas bagi tumbuhan darat.

7.06. Propagul disebarkan oleh burung

Setiap propagul yang ditransportasikan atau dimakan oleh burung, akan tumbuh sesudah defikasi. Contoh burung yang menyebarkan biji benalu.

7.07. Propagul disebarkan oleh binatang lain secara eksternal

Tumbuhan beradaptasi seperti buah berkait dan/atau tumbuh dalam situasi yang membuat peluang bahwa propagulnya akan tersangkut pada bulu hewan. Ini meliputi penyebaran bagian tumbuhan yang menempel di pakaian. Kelompok penyebaran seperti ini meliputi biji dengan juntaian berlemak yang membantu semut menyebarkan biji tersebut.

7.08. Propagul disebarkan oleh hewan lain secara internal

Propagul dimakan oleh hewan, disebarkan dan akan tumbuh sesudah dikeluarkan dalam feces hewan, seperti polong *Acacia nilotica* yang dimakan kerbau dan dikeluarkan bersama kotoran kerbau tersebut, kemudian tumbuh tersebar ke seluruh savana.

8. Pendukung ketahanan

8.01. Produksi biji melimpah

Tingkat produksi biji harus terpenuhi di bawah kondisi alam dan berlaku hanya biji yang viabel. Untuk rerumputan dan spesies semusim laju produksi biji ($>5.000-10.000/m^2/tahun$), untuk tumbuhan semusim berkayu ($>500/m^2/tahun$) dinilai tinggi. Data spesifik untuk mendukung karakter ini mungkin tidak tersedia, tetapi estimasi dapat dibuat dari jumlah biji/tumbuhan dan ukuran rata-rata tumbuhan.

8.02. Bukti bahwa bank propagul yang tahan, terbentuk

Lebih besar dari 1% biji harus tetap viabel satu tahun sesudah di dalam tanah. Bank biji ini bisa meliputi biji yang masih ada di kanopi dan yang sudah ada di tanah. Viabilitas biji yang panjang meningkatkan potensi invasi tumbuhan.

8.03. Dikontrol dengan baik memakai herbisida

Bukti terdokumentasi diperlukan untuk pengendalian secara kimiawi yang baik dari tumbuhan yang diuji. *This control must be acceptable in the situations in which it is likely to be found. The chemical management should be safe for other desirable plants that are likely to be present. This information will be poorly documented for most non-agricultural plants.*

8.04. Toleran atau diuntungkan dari mutilasi, kultivasi atau api

Tumbuhan yang mentolerir atau diuntungkan dari kerusakan mungkin menang dalam kompetisi, dan mendesak spesies lokal. Pertanyaan ini bukan untuk bank biji.

8.05. Musuh alami yang efektif tersedia di Indonesia

Musuh alami yang efektif dan dikenal mungkin ada atau tidak ada di Indonesia. Jawabannya adalah “tidak tahu” kecuali musuh alami yang spesifik diketahui ada.

Evaluasi dimasukkan secara manual ke dalam formulir A; skor dihitung berdasarkan formulir B.

FORMULIR A

Pertanyaan yang menjadi dasar Sistem Analisis Risiko Tumbuhan Invasif (SARTII) atau SAR (I), ada dalam formulir A di bawah ini. Jawab pertanyaan dengan Ya (Y) atau Tidak (T) atau Tidak Tahu (biarkan kosong), kecuali diindikasikan lain.

Nama botani :		Penilaian :			
Nama daerah :		Skor :			
Suku :		Nama :			
1. Sejarah/biogeografi			Jawaban	Skor	
1. C C	Domestifikasi/ kultivasi	1.01.	Spesies didomestifikasi? Kalau tidak pergi ke 2.01.		
		1.02.	Spesies ternaturalisasi?		
		1.03.	Spesies itu mempunyai kerabat gulma?		
2. Iklim dan distribusi					
2. C C	Iklim dan distribusi	2.01.	Spesies itu sesuai iklim Indonesia?		
		2.02.	Kualitas kesesuaian data iklim ?		
		2.03.	Kemampuan beradaptasi terhadap lingkungan?		
		2.04.	Asli atau ternaturalisasi di Indonesia?		
		2.05.	Mempunyai riwayat introduksi berulang?		
3. Gulma di lain tempat					
3. C	Gulma di lain tempat	3.01.	Ternaturalisasi di luar daerah sebaran aslinya		
E		3.02.	Invasif di pekarangan /taman/daerah		
A		3.03.	Invasif di pertanian/hortikultura/kehutanan		
E		3.04.	Tumbuhan invasif di lingkungan		
		3.05.	<i>Congeneric weed</i> (Gulma dari genus yang sama)		
4. Biologi dan ekologi					
4. A	Karakter yang tidak disukai	4.01.	berduri (<i>spine</i>), onak (<i>thorns</i>), atau berkait (<i>burs</i>)		
C		4.02.	Bersifat alelopatik		
C		4.03.	Bersifat parasit		
A		4.04.	Tidak dimakan hewan herbivora		
C		4.05.	Beracun terhadap hewan		
C		4.06.	Inang bagi hama atau penyakit yang dikenal		
C		4.07.	Menyebabkan alergi atau beracun bagi manusia		
E		4.08.	Menciptakan bahaya api pada sistem alam; Propagul disebarkan hewan secara internal		
E		4.09.	Tumbuh tahan naungan pada salah satu fase hidupnya		
E		4.10.	Tumbuh di tanah masam dan miskin unsur hara		
E		4.11.	Hidup memanjat, menjalar, menutup vegetasi lain		
E		4.12.	Membentuk populasi padat		
5. E		Tipe tumbuhan	5.01.	Tumbuhan air	
C	5.02.		Rumput		
E	5.03.		Tumbuhan berkayu penambat nitrogen		
C	5.04.		Geofita		
6. C	Reproduksi	6.01.	Bukti substansial kegagalan reproduksi di habitat asli		
C		6.02.	Menghasilkan biji yang <i>viabel</i>		
C		6.03.	Berhibridisasi secara alami		
C		6.04.	Fertilisasi mandiri (<i>self fertilization</i>)		

C		6.05.	Memerlukan polinator khusus		
C		6.06.	Bereproduksi secara vegetatif		
C		6.07.	Periode generasi minimum		
7. A	Mekanisme penyebaran	7.01.	Propagul tersebar secara tidak sengaja		
C		7.02.	Propagul tersebar secara sengaja oleh manusia		
A		7.03.	Propagul tersebar sebagai kontaminan		
C		7.04.	Propagul teradaptasi dengan penyebaran oleh angin		
E		7.05.	Propagul mengapung		
E		7.06.	Propagul disebarkan oleh burung		
C		7.07.	Propagul disebarkan oleh binatang (eksternal)		
C		7.08.	Propagul disebarkan oleh binatang (internal)		
8. C	Pendukung ketahanan	8.01.	Penghasil biji yang sangat banyak		
A		8.02.	Bukti bank biji di tanah yang persisten terbentuk		
A		8.03.	Tumbuhan invasif dikendalikan dengan herbisida		
C		8.04.	Toleran/diuntungkan dari mutilasi, kultivasi dan api		
E		8.05.	Musuh alami efektif ada di Indonesia		

A = Pertanian; C = kombinasi; E = Lingkungan

FORMULIR B

Lembaran skor untuk Sistem Analisis Risiko tumbuhan invasif Indonesia

		a	b	c	d	e
Seksi		Pertanyaan ¹	Respons ²	Skor	Skor T	Skor Y
A	C	1.01.			0	-3
	C	1.02.			-1	1
	C	1.03.			-1	1
		2.01.				
	C	2.02.				
	C	2.03.				
		2.04.				
		2.05.				
	C	3.01.				
B	N	3.02.				
	A	3.03.				
	E	3.04.				
	C	3.05.				
	C	4.01.			0	1
	C	4.02.			0	1
	C	4.03.			0	1
	A	4.04.			-1	1
	C	4.05.			0	1
	C	4.06.			0	1
C	N	4.07.			0	1
	E	4.08.			0	1
	E	4.09.			0	1
	E	4.10.			0	1
	E	4.11.			0	1
	C	4.12.			0	1
	E	5.01.			0	5
	C	5.02.			0	1
	E	5.03.			0	1
	C	5.04.			0	1
	C	6.01.			0	1
	C	6.02.			-1	1
	A	6.03.			-1	1
	C	6.04.			-1	1
	C	6.05.			0	-1
	A	6.06.			-1	1
	C	6.07.				
	A	7.01.			-1	1
	C	7.02.			-1	1
	A	7.03.			-1	1
	C	7.04.			-1	1
	E	7.05.			-1	1
	E	7.06.			-1	1
	C	7.07.			-1	1
	C	7.08.			-1	1
	C	8.01.			-1	1
	A	8.02.			-1	1
	A	8.03.			1	-1
	C	8.04.			-1	1

Respons pertanyaan ini 2 kecuali ada analisis iklim

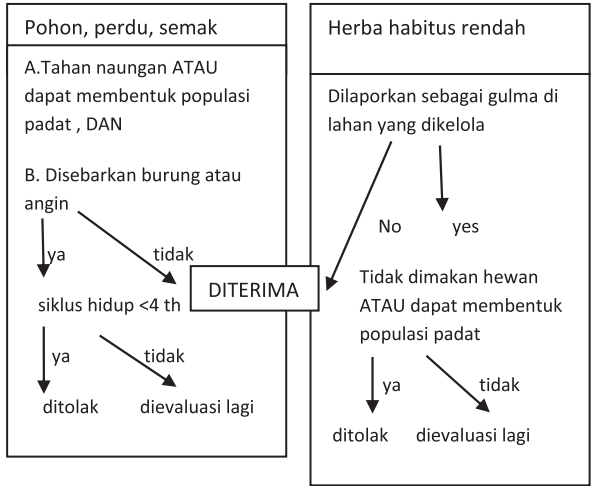
Lihat tabel acuan di depan

Tabel skor untuk 6.07
Tahun 1 2 4

E	8.05.		1	-1
Prosedur pemberian skor				
1. Tulis respons pada kolom b				
2. Lihat skor pada kolom d dan e dan tulis dalam kolom c				
3. Hitung jumlah skor				
4. Lihat rekomendasi				
5. Cek apakah jumlah pertanyaan minimum dari setiap seksi sudah dijawab				
6. Hitung skor Pertanian (A&C) dan lingkungan (E&C), kalau jumlahnya kurang dari satu maka hasilnya terkait dengan sektor lainnya				
SKOR	REKOMENDASI		Seksi	Pertanyaan Minimum
<1	DITERIMA		A	2
1-6	DIUJI ULANG		B	2
>6	DITOLAK		C	6
			Total	10

2.2.3. Uji Ulang untuk Tumbuhan dengan Skor 1-6

Seperti disebutkan di atas dalam uji menurut SAR Australia, tumbuhan yang mendapat skor antara 1- 6 masih banyak. Karena itu perlu diuji ulang dengan tekanan kemampuan tumbuhan untuk hidup beradaptasi pada naungan, yang menjadi sifat penting di daerah hutan tropika. Sistem uji ulang dalam versi SARTII adalah sebagai berikut:



Gambar 7 Sistem pertanyaan untuk tambahan evaluasi bagi tumbuhan dengan skor 1-6

Dengan memakai evaluasi tambahan ini maka hasil skrining akan lebih teliti artinya lebih sedikit yang masuk dalam kategori dievaluasi lebih lanjut.

3.0. Pendahuluan

Pengelolaan tumbuhan invasif sangat diuntungkan dari perkembangan ilmiah dalam pemahaman, penjelasan dan formulasi proses invasi biologi. Dengan pendekatan ilmiah secara istikomah yang selalu mengasosiasikan pendekatan ilmiah dengan pengelolaan yang efektif dan efisien, ekologi invasi sungguh berperan besar dalam mengarahkan konsep pengelolaan tumbuhan invasif yang terbaik. Hal ini berbeda misalnya dengan ilmu gulma (*weed science*), di mana pengendalian gulma telah dilakukan lama sebelumnya, dan karena itu memperoleh sedikit saja manfaat dari penelitian biologi dan ekologi yang sangat diperlukan dalam pengelolaan gulma. Walaupun pengelolaan gulma akhirnya memperoleh manfaat dari hasil penelitian biologi dan ekologi gulma sampai memasuki abad ke-21 ini.

Pengendalian gulma telah lama dipraktekkan sejak pertanian primitif di lembah Mesopotamia antara sungai Eufrat dan Tigris. Pada saat itu pengendalian gulma dilakukan dengan ranting kayu yang ujungnya berbentuk “Y” untuk mematikan gulma pada tanaman gandum, dan menjadi praktek umum dalam bercocok tanaman menetap. Pengendalian gulma lebih lanjut dikembangkan oleh bangsa Roma dengan tenaga hewan dan kemudian di Inggris mengambil keuntungan dari revolusi industri, pengendalian gulma juga berkembang memakai tenaga mesin, berupa traktor dengan bahan bakar minyak bumi. Kultivasi tanah dengan bajak yang ditarik traktor seolah menutupi manfaat pengendalian gulma. Ahli pertanian pada masa itu Jethro Tull bahkan menyatakan bahwa pengolahan tanah dengan bajak yang ditarik traktor begitu sempurna sehingga butiran tanah menjadi lembut sehingga mudah tanaman mengambilnya, karena itulah hasil produksi pertanian meningkat. Padahal meningkatnya hasil itu karena gulma bersih tidak lagi berkompetisi dan mengambil unsur hara yang memang hanya sedikit pada waktu itu. Dalam perkembangan awal pengendalian gulma di Inggris, ini disebut sebagai seni. Seberapa intensif gulma harus dikendalikan tergantung dari jenis tanah, iklim, tanaman yang ditanam, dan ketersediaan dana sehingga sukar memformulasikan bagaimana mengendalikan gulma, pendekatan

pengendalian pada waktu itu disebut pendekatan **seni**.

Perkembangan ilmu tumbuhan dipacu oleh observasi Charles Darwin yang disamping menyampaikan teori evolusi juga menyatakan melalui bukunya *The Power of Movement in Plants* (1897) bahwa koleoptil rumput tumbuh mengarah ke cahaya, berarti ada sesuatu yang mengendalikan arah tumbuh tumbuhan. Petunjuk awal ini ditindaklanjuti dan dibuktikan oleh Went (1928) bahwa pucuk koleoptil rumput memproduksi Indole Acetic Acid (IAA) yang memicu perpanjangan sel. Ketika disinari konsentrasi IAA pada sisi gelap yang tidak menerima cahaya menjadi lebih tinggi daripada pada sisi yang menerima cahaya, sehingga terjadi laju perpanjangan sel yang berbeda. Sisi yang gelap tumbuh lebih cepat daripada sisi yang terpapar cahaya sehingga koleoptil itu tumbuh berbelok ke arah cahaya. Penemuan ini menarik perhatian banyak ahli. Struktur IAA dipelajari dan dibuat sintesis senyawa dengan aktivitas yang mirip. Salah satu senyawa ini adalah 2,4-D (2,4 Dichloro phenoxy acetic acid), yang ditemukan di Amerika Serikat, dan ternyata bersifat sebagai herbisida selektif, mematikan gulma berdaun lebar tetapi hanya sedikit mempengaruhi rumput. Pengendalian gulma di Amerika Serikat cenderung memakai pendekatan ilmiah daripada pendekatan seni. Penelitian biologi dan ekologi mulai dikerjakan di samping penelitian pengendalian gulma. Dikenal adanya periode kritis, kapan terjadi kompetisi yang intensif, ada herbisida pra dan pasca tumbuh, herbisida sistemik, dan herbisida kontak. Herbisida 2,4-D sempat diproduksi dan disimpan di bawah pengawasan Angkatan Bersenjata Amerika Serikat. Senyawa ini berpotensi sebagai senjata kimia karena pada waktu itu sedang berkecamuk Perang Dunia ke-2. Dalam keadaan terdesak tentara Amerika Serikat bisa saja menyemprotkan 2,4-D pada ladang kentang musuh maka habislah persediaan makanan musuh, tetapi Jepang sudah menyerah dengan bom nuklir yang dijatuhkan di Nagasaki dan Hiroshima.

Dengan definisi bahwa gulma adalah tumbuhan yang tumbuh di tempat yang tidak dikehendaki, tidak memberikan arahan kapan dan bagaimana gulma harus dikendalikan. Tetapi kemudian disadari bahwa sifat atau karakter tumbuhan yang mendukung sifat kegulmaannya adalah penting dan studi diarahkan untuk mempelajari, mengidentifikasi dan mengkarakterisasi itu semua. Berbagai studi interaksi antara gulma dan tanaman budidaya dipelajari untuk menciptakan cara pengelolaannya. Biologi dan ekologi gulma, dipelajari intensif, dan pada akhir

abad ke-20 ilmu gulma lebih bersifat ilmiah. Peran fungsional gulma dalam ekosistem lebih dipahami, dan pengelolaan gulma dikembangkan terintegrasi dalam pengelolaan sistem produksi tanaman budidaya untuk mencapai keuntungan yang optimum.

Belajar dari perkembangan peristiwa dalam ilmu gulma yang memerlukan waktu begitu lama untuk mencapai fase dewasa seperti sekarang, ekologi invasi dikembangkan secara ilmiah sejak awal, yang selalu dikaitkan dengan pengelolaannya. Formulasi invasi biologi yang bertingkat di mana tingkat yang atas hanya dapat dicapai setelah melalui tingkat rendah sebelumnya memberikan arahan bagaimana invasi ini dapat ditangani secara efektif sesuai dengan tingkatannya. Dalam tiap fase diperlukan metode berbeda dengan fase lain, misalnya pada fase migrasi yang bisa jadi diintroduksi melalui jalur transportasi, maka usaha pencegahannya adalah mengintersepsi jalur dalam sistem transportasi yang ada. Usaha penyaringan melalui karantina akan menjadi usaha penting dalam pencegahan agar spesies tumbuhan asing invasif tidak masuk ke dalam wilayah Indonesia. Usaha pencegahan terhadap *Parthenium hysterophorus* yang bulan November 2014 lalu telah dilaporkan di Malaysia, maka kejelian petugas karantina harus ditingkatkan agar *P. hysterophorus* tidak masuk ke Indonesia. Misalnya di mana telah dilaporkan bahwa *Parthenium* telah ditemukan, sistem produksi apa yang ada di wilayah itu, apa saja yang produk diperdagangkan, lalu konsentrasikan vektor apa yang mungkin menjadi pembawa *Parthenium*, termasuk para TKI yang mungkin membawa biji *Parthenium* tanpa disengaja. Kasus penemuan padi angin di Sulawesi Utara sampai sekarang belum mendapat perhatian dari lembaga pemerintah terkait. Pengendaliannya sementara ini hanya tergantung pada individu petani dengan herbisida yang dikawal oleh perusahaan herbisida terkait (PT Syngenta Indonesia).

Ada 6 tingkatan dalam invasi biologi tumbuhan ini yaitu: transport, introduksi, kolonisasi, naturalisasi, menyebar, dan menimbulkan dampak negatif secara ekologis, maupun secara ekonomis. Seperti dicantumkan dalam Tabel 1 prinsip pengelolaan tumbuhan asing invasif meliputi usaha pencegahan melalui karantina dan skrining, monitoring dan deteksi dini serta tindakan segera, pemberantasan populasi awal, pengendalian vektor potensial, meminimkan penyebaran propagul dan mengendalikan invasi serta memitigasi dampak negatif, dan pembangunan kembali ekosistem yang terkena dampak negatif.

Pendeknya, tujuan (*goal*) pengelolaan adalah untuk melindungi lingkungan dan sistem produksi, ekonomi dan kesehatan dari dampak negatif yang disebabkan oleh invasi tumbuhan invasif.

3.1. Tujuan (*Goal*) Pengelolaan

Untuk mencapai tujuan secara efektif dalam pengelolaan tumbuhan asing invasif, pengelola harus memahami prinsip yang mendasari pengelolaan itu. Ini harus dipahami sejak awal mengapa dan bagaimana pengelolaan tumbuhan asing invasif diimplementasikan.

Tujuan khusus dari aktivitas pengelolaan akan bervariasi tergantung pada desain dan tujuan dan tipe IAS terkait. Tetapi kalau kita kaji Gambar 2 yang merepresentasikan proses invasi biologi, ini akan mudah dilihat kemungkinan tujuan yang berbeda dalam usaha untuk mengelola tumbuhan invasif itu, sesuai dengan tingkatan dalam invasi itu.

Tujuan atau *goal* itu meliputi :

- Memitigasi atau menghentikan sama sekali risiko introduksi tumbuhan asing invasif ke Indonesia atau suatu wilayah di dalam negara Indonesia.
- Memitigasi atau mencegah kemampuan spesies asing invasif yang terintroduksi untuk mapan atau menyebar ke wilayah baru.
- Memitigasi dampak ekosistem, ekonomi dan sosial budidaya terkait dengan tumbuhan invasif.
- Menjaga keberlanjutan praktek dan efektivitas implementasi dari pengelolaan tumbuhan invasif.
- Mengkonservasi atau melindungi sumber daya alam yang masih terkait dengan industri.
- Mengkonservasi biodiversitas lokal.
- Mencapai kerja sama internasional dan standarisasi praktek pengelolaan.

3.2. Prinsip Pengelolaan Secara Umum

Ada beberapa prinsip pengelolaan umum yang menggarisbawahi pendekatan yang diambil dalam pengelolaan IAS, dan membantu mengarahkan dan memprioritasi keputusan pengelolaan. Prinsip-prinsip berikut ini diadopsi dari “*Guiding principles for the prevention and mitigation of impacts of alien species that threaten ecosystems, habitats or species*” yang terdiri dari 15 prinsip dikembangkan di bawah usaha *Convention on Biological Diversity* (CBD).

3.2.1. Pendekatan preventatif

Pendekatan ini menyatakan bahwa “Di mana ada ancaman serius atau kerusakan yang tidak dapat kembali baik, ketiadaan kepastian ilmiah tidak boleh dipakai sebagai alasan untuk menunda cara yang murah dan efektif untuk mencegah degradasi lingkungan “(Rio Declaration on Environment and Development 1992). Pemerintah Indonesia saat ini sedang bekerja untuk membangun regulasi yang diperlukan untuk mengelola spesies invasif termasuk tumbuhan, hewan, ikan dan mikroorganisme. *V. nilotica* suatu tumbuhan invasif di savana Bekol di dalam Taman Nasional Baluran sudah dikendalikan sejak 1980 dan belum berhasil. Dengan perhatian dan keinginan yang meningkat seperti sekarang, diharapkan dengan teknologi yang sedang dikembangkan *V. nilotica* dapat dikendalikan di kemudian hari.

3.2.2. Pendekatan kesesuaian tingkat invasi

Pengelolaan pengendalian IAS digunakan pada berbagai tingkat proses invasi, seperti diperlihatkan pada Gambar 1 yaitu pencegahan, deteksi dini, eradikasi, pengendalian dan mitigasi, restorasi dan pengelolaan berkelanjutan dari sistem produksi sendiri. Butir terakhir ini biasanya diabaikan, padahal ini sebab terpenting dari degradasi lingkungan yang akan mengakibatkan sistem itu rentan terhadap invasi, seperti hutan produksi dengan kategori LOA, begitu juga hutan walaupun di kawasan hutan proteksi.

Makin ke atas dalam tingkatan proses invasi, usaha yang dipakai untuk mengendalikan tumbuhan invasif makin mahal dan makin tidak efektif. Dengan lain perkataan, walaupun pengendalian dengan pendekatan preventatif mungkin mahal, analisis *cost-benefit* (lingkungan, ekonomi, sosial) dalam jangka panjang akan memperlihatkan bahwa itu lebih kecil daripada kehilangan dan biaya yang harus dibayar apabila spesies invasif itu dibiarkan mapan dan kemudian memerlukan biaya pengendalian. Setiap pengujian *cost-benefit* (biaya-keuntungan) harus dilakukan dengan basis jangka panjang. Teknik terpilih dari pengelolaan yang dipakai harus aman untuk manusia, lingkungan dan sumber daya alam, dan secara etika harus dapat diterima bagi pemangku kepentingan di daerah itu. Oleh karena itu adalah penting untuk melakukan konsultasi yang luas untuk memperoleh keinginan dan input dari pemangku kepentingan. Pencegahan, oleh karena itu, adalah yang paling murah (*the most cost-effective*) dan secara lingkungan merupakan

option yang sangat baik, dan harus diberi prioritas dalam setiap strategi pengelolaan IAS di masa mendatang.

3.2.3. Pendekatan ekosistem

Ini berfokus pada struktur, proses, fungsi dan interaksi yang konsisten dengan definisi “*ecosystem*” pada *Article 2* dari *Convention on Biological Diversity*. “*Ecosystem*” artinya kompleksitas yang dinamis dari komunitas tumbuhan, hewan dan mikroorganisme dan interaksinya dengan lingkungan *non-living* sebagai suatu unit fungsional. Pendekatan ekosistem adalah suatu strategi untuk pengelolaan yang terintegrasi dari tanah, air dan sumber daya alam hidup yang menetengahkan konservasi dan pemanfaatan yang berkelanjutan dalam cara pengelolaan IAS yang sama. Ini didasarkan pada aplikasi metodologi ilmiah yang tepat, dan difokuskan pada banyak level organisasi biologis. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk melindungi struktur, proses, fungsi dan interaksi antar organisme dan lingkungan mereka. Ini juga mengenal bahwa manusia, dengan keragaman kulturalnya adalah komponen integral dari banyak ekosistem.

3.2.4. Berbagi informasi

Penting dan urgensinya meningkatkan kapasitas kita untuk menangani ancaman IAS secara lokal maupun global, berarti kita harus memanfaatkan informasi yang tersedia sebaik mungkin dalam merencanakan dan melaksanakan pengelolaan IAS. Masalah IAS tidak mengenal batas dan dalam hubungan inilah bahwa membagi informasi sangat penting pada tingkat lokal, regional dan internasional. Informasi yang dibagi diperlukan dalam IAS sendiri, di samping praktek-praktek terbaik untuk pengelolaan mereka. Ini harus meliputi:

Perkembangan inventarisasi dan *database* yang meliputi data distribusi spesies (lokal dan asing).

- Daftar kejadian dan studi kasus.
- Potensi ancaman bagi negara tetangga.
- Metode pencegahan dan pengendalian di mana tersedia.
- Panduan nasional dan regional.
- Regulasi/persyaratan nasional mengenai introduksi yang disengaja seperti spesies yang diimpor.

- Regulasi/persyaratan nasional mengenai vektor yang tidak disengaja, pemeriksaan lintas batas.

Pembagian informasi menciptakan kerja sama dan membuat sebuah masalah menjadi lebih mudah dapat diatasi.

3.2.5. Prinsip pemakai membayar

Prinsip ini berlaku bagi permohonan izin untuk mengintroduksi suatu spesies baru. Pemakai atau “pihak yang bertanggung jawab” adalah entitas yang berencana melakukan aktivitas yang mungkin berakibat terintroduksinya suatu IAS dan yang akan diuntungkan dari aktivitas itu. Oleh karena itu setiap biaya yang berhubungan dengan proses ini dan beban pembuktian untuk mendemonstrasikan kepatuhan pada regulasi (peraturan) harus dipikul oleh pemakai. Izin untuk introduksi internasional harus melibatkan struktur *fee* atau biaya bukan saja meliputi biaya administrasi pengelolaan, seperti analisis risiko, tetapi juga harus mengatasi isu liabilitas, seandainya spesies terkait menjadi invasif. Perlu juga untuk mengintroduksi denda finansial bagi yang melanggar syarat regulasi pada kasus baik introduksi disengaja maupun tidak disengaja. Di samping itu risiko terkait dengan beroperasinya berbagai jalur yang ada (seperti penanganan kargo atau penerbangan internasional) harus dinilai, dihitung biayanya dan dibayar oleh pemakai dari jalur itu. Misalnya pajak keberangkatan di bandara adalah suatu cara membuat mereka yang bepergian membayar prosedur untuk menyaring propagul di pabean. Pihak yang ingin mengintroduksi suatu spesies baru harus membayar untuk proses sertifikasi dan menyediakan sekuritas dalam kasus mereka harus membayar biaya kerusakan.

3.2.6. Pendekatan lintas sektoral dalam pengelolaan

Pengelolaan IAS secara alamiah bersifat multidisiplin. Pemangku kepentingan di dalam negara yang harus terlibat dalam perencanaan dan implementasi strategi pengelolaan meliputi:

- Administrasi lingkungan.
- Pejabat karantina, pelabuhan dan bandara.
- Pekerja kesehatan dan keamanan.
- Administrator transportasi.
- Pengelola pertanian, kehutanan dan perikanan.

- Personel perdagangan dan industri.
- Lembaga ilmiah (meliputi lembaga pendidikan).
- Organisasi non-pemerintah (lokal maupun internasional).
- Komunitas lokal (terutama komunitas yang terkena dampak).

Koordinasi lintas semua sektor ini akan sangat menantang, tetapi dengan sifat lintas batas dari IAS memang harus ada kerja sama dan koordinasi yang erat dengan negara tetangga dan mitra dalam perdagangan. Respons koordinasi terhadap IAS lintas berbagai pemangku kepentingan dan pejabat yang relevan, karena itu, merupakan komponen kunci dalam pengelolaan yang sukses.

3.3. Pilihan Sarana Pengelolaan

Seperti disampaikan sebelumnya ada sederetan intervensi yang dapat dipakai untuk mengelola spesies tumbuhan invasif. Intervensi ini dapat diaplikasikan pada titik sepanjang proses invasi IAS. Sarana pencegahan misalnya, fokus pada semua aktivitas yang mengarah pada spesies berpotensi IAS untuk sampai dan menyeberang batas wilayah; meliputi pengelolaan ekosistem berkelanjutan yang konsisten untuk menjaga agar ekosistem berfungsi dengan benar dan menjaga agar IAS tidak dapat masuk ke dalam sistem. Lain sarana fokus pada eradikasi atau pengendalian spesies sekali IAS telah melewati batas kewilayahan negara. Konsep batas yang paling sering dipakai adalah batas nasional (batas kenegaraan). Akan tetapi ini sama relevansinya untuk batas lainnya dalam suatu negara, misalnya antara kabupaten, provinsi, atau batas ekologis (misalnya pulau, taman nasional dan lain-lain). Misalnya walaupun tumbuhan invasif tersebar luas di suatu negara, usaha harus difokuskan untuk menjaga agar taman nasional bebas dari tumbuhan invasif itu.

3.3.1. Sebelum mencapai batas (*Pre-Border*)

Intervensi sebelum batas dimaksud untuk menghentikan tumbuhan invasif potensial sebelum meninggalkan habitat aslinya atau sebelum mereka diintroduksi (baik disengaja maupun tidak sengaja). Pengelolaan *Pre-border* mengandalkan kerja sama dalam kooperasi yang erat dengan mitra dagang, sedemikian rupa sehingga aktivitas yang sesuai dan memadai dapat dikerjakan pada awal proses. Misalnya, dalam kasus proposal untuk introduksi yang disengaja, analisis risiko dapat diminta sebelum izin impor diterbitkan. Introduksi

yang tidak disengaja melalui kontaminasi kargo, dapat dicegah atau direduksi dengan memaksimalkan kontrol pada kapal sebelum mereka meninggalkan pelabuhan asalnya (sertifikasi tumbuhan bebas tumbuhan invasif) atau memfumigasi pesawat terbang sebelum mendarat dan menuntut berbagai perlakuan untuk memusnahkan propagul dalam paket pembawa barang. Yang terakhir ini memerlukan *liaison* dengan perusahaan transport.

3.3.2. Pengendalian pada batas (*Border*)

Pengendalian pada titik batas ini adalah garis pertahanan terakhir untuk mencegah serangan. Usaha ini untuk menghentikan spesies invasif potensial pada titik masuk ke suatu negara atau area, lokasi atau daerah yang dilindungi. Pejabat bertanggung jawab untuk memonitor, menilai dan mengambil tindakan hukum sesuai dengan regulasi. Setiap inspeksi, karantina, atau bahkan perlakuan spesies seyogyanya didasarkan pada evaluasi risiko yang dikerjakan pada titik batas ini. Daerah pengelolaan IAS di mana ini berlaku dibuatkan ikhtisar pada Tabel 7 di bawah ini. Cara ini semua diarahkan untuk menghentikan spesies yang tidak dikendaki masuk ke dalam wilayah baru, yang ditujukan untuk mencegah serangan

Tabel 7 Introduksi disengaja maupun tidak dan hubungannya dengan aktivitas di titik batas

Tipe Vektor	Aktivitas di <i>border</i>
Introduksi disengaja	
Perdagangan hasil pertanian atau hewan piaraan	Teliti kesesuaian izin, inspeksi detail, mengkarantina hewan atau memusnahkan tumbuhan tanpa sertifikat
Introduksi tidak disengaja	
<i>Consignment</i> terkontaminasi biji IAS	Monitoring sesuai aturan, ditolak masuk, dibersihkan
IAS menempel pada kendaraan	Monitoring sesuai aturan, inspeksi kendaraan
Turisme	Inspeksi pabean pada bagasi, pengumuman larangan, penerapan kontrol, prosedur mitigasi (seperti penyemprotan insektisida di kabin pesawat)

3.3.3. Sesudah lewat batas (*Post-Border*)

3.3.3.1. Deteksi dini dan tindakan segera (DDTS)

Tujuan dari metode Deteksi Dini (DD) dan Tindakan Segera (TS) adalah untuk mencegah mapan dan/atau penyebaran IAS potensial yang belum tertangkap oleh pengendalian *pre-border* dan *border*, yaitu untuk mencegah mereka meledak menjadi invasi biologi. DD dan TS adalah penting sebab tidak pernah ada sistem pencegahan yang efektif 100% pada setiap saat. Cepat atau lambat pengendalian di *border* akan kebobolan (diharapkan tidak sering) untuk mengintersepsi spesies invasif yang menempel tanpa dapat terdeteksi atau dibawa secara ilegal dan diselundupkan. Deteksi dini juga krusial dalam mendeteksi perkembangan karakter spesies invasif yang tidak terduga di mana spesies invasif itu keliru dinilai sebagai “tidak merugikan” dan diabaikan dan diizinkan untuk diintroduksi. Tindakan yang segera juga diperlukan ketika suatu spesies dengan sengaja diintroduksi untuk dimanfaatkan dalam kurungan (kebun binatang, laboratorium dsb.), dan kemudian lepas ke alam liar. Deteksi dini, disertai dengan tindakan segera kadang-kadang juga disebut "*preventative action*" (aksi pencegahan) sebab ini ditujukan untuk mencegah kemapanan dan/atau penyebaran spesies; akan tetapi, ini hanyalah garis pertahanan kedua; dan harus dihindari atau tidak dijadikan pegangan, sedang garis pertahanan pertama adalah pencegahan introduksi.

Monitoring survei yang teratur adalah sarana terpenting untuk deteksi dini dan harus difokuskan terutama pada sekitar titik entri dengan risiko tinggi. Rencana kontingensi atau rencana darurat harus disiapkan sebelum terjadi introduksi, terutama untuk spesies dengan risiko tinggi, untuk memastikan bahwa petugas tahu dan paham bagaimana merespons dan mempunyai kapasitas untuk menyusun tindakan segera ketika suatu spesies invasif terdeteksi.

3.3.3.2. Eradikasi

Ketika suatu IAS sudah menginvasi, suatu keputusan harus diambil apakah mengeradikasi atau mengendalikan spesies invasif itu. Eradikasi adalah mematikan setiap individu. Pekerjaan ini memakan waktu dan mahal, tetapi ini berarti bahwa dampak dari spesies target dieliminasi. Eradikasi hanya diusahakan ketika peluangnya besar untuk berhasil, dan kalau mekanisme pencegahan yang sesuai sudah disiapkan untuk mencegah re-introduksi dari organisme yang sama.

3.3.3.3. Restorasi

Eradikasi saja tidak cukup, sebab *niche* yang tadinya dipakai oleh spesies invasif itu akan kosong, dan cepat atau lambat ia akan diisi oleh spesies invasif lainnya. Oleh karena itu, ini menjadi keharusan untuk menanam tumbuhan spesies lokal dan merestorasi ekosistem.

3.3.3.4. Pengendalian dan mitigasi

Dalam kondisi di mana eradikasi tidak *visible*, populasi IAS dapat dikendalikan dan dampaknya dapat dikelola. Program pengendalian jangka panjang dapat bermanfaat tetapi program seperti itu mahal dan IAS terus memberikan dampak walaupun makin berkurang pada keragaman biologi, dan nilai sosial dan ekonomi. Sekali suatu spesies invasif berhasil melewati *border*, pilihan pengelolaan terbaik yang tersedia adalah dengan urutan preferensi **deteksi dini dan tindakan segera, eradikasi** atau **pengendalian dan mitigasi**.

3.4. Menciptakan Lingkungan yang Mendukung Pengelolaan IAS yang Efektif

Pengelolaan spesies invasif menuntut koordinasi lintas sektoral yang luas. Lagipula walaupun dalam jangka panjang akan menimbulkan keuntungan substansial, umumnya akan memerlukan re-alokasi sumber daya. Mungkin akan ada resistensi dari masyarakat pada pembasmian atau pembatasan spesies tertentu. Oleh karena itu apabila suatu negara ingin mencapai pengelolaan spesies invasif yang efektif, adalah penting bahwa pemerintah harus menciptakan lingkungan yang mendukung, meliputi institusi yang sesuai, kerangka kerja resmi, kapasitas teknis dan kesadaran masyarakat.

3.4.1. Isu legalitas dan kelembagaan

Dalam konteks nasional, kerangka kerja legislatif adalah penting untuk memberikan struktur pada prinsip dan standar, dan menggarisbawahi prosedur untuk mencapai tujuan kebijakan. *Framework* atau kerangka kerja seperti ini bukan hanya membantu mengarahkan dan menerapkan aktivitas manajemen, tetapi juga membantu mempromosikan *goal* atau tujuan yang dikehendaki. Adalah sangat penting untuk memahami bagaimana sistem legalitas ini menetapkan mandat aktivitas guna menangani IAS.

Fungsi penting lainnya dari legislasi nasional adalah untuk membangun mekanisme institusional yang diperlukan guna implementasi regulasi yang tepat, memastikan kepatuhan, memonitor sukses dan kegagalan, dan kebijakan promosi. Karena itu, institusi adalah kunci untuk melihat secara keseluruhan implementasi dan kepatuhan, di samping menimbulkan reformasi yang diperlukan. Strategi nasional yang komprehensif dan terintegrasi tentang IAS memerlukan sebuah fondasi legislatif dan kerangka kerja institusional.

3.4.2. Mempromosikan praktek pengelolaan terbaik

Ketersediaan peralatan *Best Management Practices* mengandalkan pada *sharing/* pemanfaatan informasi, kesuksesan dan kegagalan oleh pihak yang mengelola IAS pada setiap tataran. Pelajaran, karena itu dapat diperoleh dari opsi pengelolaan yang paling sesuai dan dari berbagai desain yang ada. Banyak sekali sumber daya yang memberikan advis standar dan panduan yang diterima secara internasional untuk *best practice management*. *GISP Toolkit* adalah satu dari panduan tersebut sebagai strategi pengelolaan IAS secara umum.

3.4.3. Meningkatkan kesadaran

Untuk menangani masalah terkait dengan IAS, kesadaran yang tinggi terhadap dampak dan faktor yang memberikan sumbangan pada invasi biologi sangat diperlukan. Sama pentingnya adalah kesadaran bahwa adalah mungkin untuk berkelahi dan menang dan IAS dapat dihadapi dengan banyak cara. Dalam jangka panjang kesadaran yang tinggi akan membantu memodifikasi nilai, kepercayaan dan tingkah laku dan akan mempengaruhi pengambilan keputusan dan memfasilitasi mekanisme untuk mencari solusi masalah yang dihadapi. Dalam meningkatkan kesadaran terhadap isu IAS, maka semua sektor di dalam masyarakat dari pembuat kebijakan dan institusi sampai ke sekolah dan masyarakat umum harus terlibat. 'Meningkatkan kesadaran dan mendukung' harus merupakan bagian intrinsik dari setiap rencana khusus di samping strategi keseluruhan untuk menghadapi isu IAS.

3.5. Butir Kunci dari Bab Ini

- Tujuan utama dari pengelolaan IAS adalah untuk meminimkan ancaman terhadap biodiversitas, kesehatan manusia dan ekonomi.

- Pencegahan lebih bagus daripada pengobatan. Memberantas spesies sebelum menjadi invasif lebih murah dan aman daripada berurusan dengan invasi yang telah mewabah.
- Membagi informasi IAS akan membangun kerja sama dan membuat masalah global ini lebih mudah dikelola bagi semuanya.
- Berbagai pihak yang ingin mengintroduksi suatu spesies baru harus membiayai proses sertifikasi dan harus menyediakan sekuritas seandainya terjadi kerusakan karena proses introduksi dan memerlukan biaya lanjutan untuk analisis risiko dan eradikasinya.
- Respons terkoordinasi pada IAS lintas berbagai pemangku kepentingan yang luas dan pejabat yang relevan adalah bagian kunci untuk pengelolaan yang sukses.
- Menghentikan spesies sebelum mereka meninggalkan habitat aslinya adalah lebih baik daripada mencoba menangkapnya di pintu masuk, yang kemudian lebih baik daripada mencoba berusaha mengurusnya sekali setelah mereka melewatinya.
- Sekali spesies melewati batas, pilihan pengelolaan terbaik yang ada adalah, secara berurutan, deteksi dini dan tindakan segera, eradikasi atau pengendalian dan mitigasi.

Suatu strategi nasional yang komprehensif dan terintegrasi untuk menghadapi IAS memerlukan suatu landasan legislatif dan kerangka kerja institusional.

Bab IV

Pencegahan

4.0. Apakah Pencegahan?

Sebelumnya sudah diuraikan bagaimana dampak invasi meningkat dengan berjalannya waktu, dan didemonstrasikan betapa besar biayanya ketika harus menangani masalah IAS ini. Bab ini akan menguraikan PENCEGAHAN yaitu aplikasi berbagai cara yang ditujukan untuk menurunkan atau mengeliminasi introduksi spesies atau mencegah kemapanannya. Metode/cara pencegahan yang berbeda masing-masing diterapkan untuk introduksi disengaja maupun tidak disengaja. Contoh meliputi prosedur izin untuk spesies impor, dan inspeksi barang yang diimpor (terutama produk biologi) untuk mencegah introduksi yang tidak disengaja.

(a) Mencegah lebih baik daripada mengobati

Cara yang paling efisien untuk menghentikan kemapanan dan berikut kerusakan oleh IAS adalah mencegah IAS agar tidak ada masalah sejak awal. Negara seperti Australia, Amerika Serikat dan lainnya yang telah memahami biaya dan ancaman yang diberikan IAS telah menginstitutionalkan strategi berdasarkan pencegahan yang meliputi pengendalian *pre-border*, *border* dan *post border*, ditambah mekanisme karantina yang lebih efisien untuk menurunkan invasi IAS. Sementara tidak mungkin untuk menghentikan semua introduksi, tetapi dapat diminimalkan kalau mempunyai cara pencegahan yang efektif dan operasional. Sekali IAS mapan pada suatu lokasi baru, maka ia akan sukar sekali dibasmi, juga mahal dan merusak lingkungan, untuk dimusnahkan. Ini pengalaman yang diamini oleh mereka yang telah bergulat mengendalikan IAS.

(b) Pencegahan itu efisien

Untuk membangun dan menjaga sistem pencegahan yang efektif dan efisien akan memerlukan biaya yang besar. Tetapi biaya terkait dengan sistem ini jauh lebih kecil daripada biaya untuk mengendalikan populasi IAS yang sudah mapan.

4.1. Prinsip Pencegahan IAS

Usaha pencegahan IAS melibatkan pengaturan introduksi disengaja dan meminimalkan introduksi tidak sengaja melalui identifikasi dan eliminasi spesies dan jalur yang diketahui dan berpotensi berisiko tinggi (baca bab sebelumnya untuk detail dari jalur invasi sub bab 1.4). Cara untuk mencegah kemapanan IAS dapat dilakukan pada tiga titik transportasinya:

- *pre-border* (sebelum meninggalkan negara asal)
- pada *border* (di pelabuhan/ bandara/ ketika masuk ke suatu negara)
- *post-border* (ketika sudah ada di dalam negeri).

Tujuh prinsip berikut ini dimaksudkan guna memberikan panduan untuk pengembangan strategi pencegahan introduksi IAS.

Prinsip 1: Pencegahan lebih baik dari pengobatan: Ini harus disadari bahwa pencegahan adalah lebih *cost-effective* dan lebih sedikit dampaknya pada lingkungan daripada aktivitas perbaikan setelah introduksi dan kemapanan IAS.

Prinsip 2: Pejabat pembuat peraturan harus memastikan bahwa **tidak ada introduksi IAS yang disengaja kecuali diizinkan**. Proses perizinan harus didasarkan pada analisis risiko yang ketat.

Prinsip 3: Introduksi spesies asing yang tidak disengaja dan ilegal ke suatu negara harus diminimalkan. Hal ini dapat dicapai melalui identifikasi jalur umum dan risiko terkait dengan introduksi IAS tidak sengaja dan aplikasi cara yang tepat.

Prinsip 4: Terapkan cara pencegahan: Setiap spesies asing harus dianggap berpotensi menjadi invasif sampai bukti yang meyakinkan memperlihatkan bahwa ia tidak mempunyai ancaman.

Prinsip 5: Usaha meminimalkan risiko: Setiap negara di seluruh dunia harus dianggap berpotensi sebagai negara penerima atau negara sumber potensi IAS; untuk meminimalkan risiko perlu bekerja sama dalam mengendalikan pergerakan IAS lewat batas negara masing-masing.

Prinsip 6: Pesan harus dikemas untuk mempromosikan kesadaran publik adanya ancaman yang diberikan oleh IAS, dan ini harus meliputi peran mereka dalam introduksi spesies invasif dan harus didorong untuk menjadi bagian dari solusi.

Prinsip 7: Strategi pencegahan IAS harus didukung oleh legislasi, kebijakan dan sumber daya yang tepat termasuk manusia, logistik, infrastruktur dan pembiayaan.

4.2. Sarana Pencegahan Introduksi Secara Sengaja

Walaupun introduksi spesies asing dengan sengaja mempunyai potensi keuntungan ekonomi, demikian juga mereka mempunyai potensi membawa kerusakan besar bagi ekonomi dan lingkungan. Sudah makin disadari dan diterima sebagai kebenaran dan karena itu introduksi yang disengaja harus melalui analisis risiko yang teliti dan menyeluruh sebelum izin dapat diterbitkan untuk importasi. Prosedur perizinan untuk mengelola introduksi spesies baru bervariasi dari satu negara ke negara lain. Prosedur yang tegas dan menyeluruh dengan analisis dan penilaian secara ilmiah telah membuktikan sebagai sarana pencegahan yang sangat baik dan secara ekonomi *cost-effective*.

Sarana berikut adalah tepat untuk pencegahan introduksi IAS secara sengaja ke suatu negara:

- a. Analisis risiko.
- b. Analisis Dampak Lingkungan (*Environmental Impact Assessments* - EIA).
- c. Prosedur sistem otorisasi.
- d. Pembangunan daftar spesies *referral*.
- e. Pengendalian karantina dan perbatasan.

4.2.1. Analisis risiko kondisi *pre-border*

4.2.1.1. Peranan analisis risiko

Pada titik ini perlu memahami apa arti istilah risiko. Contoh hidup yang bagus dari istilah itu dapat dilihat pada situasi kehidupan sehari-hari ketika kita melakukan sesuatu yang memberikan seberkas risiko (misalnya mengendarai mobil atau berjalan di atas tali yang dibentang melintang di udara). Kita secara implisit menerima bahwa keuntungan dari “aktivitas berisiko” melebihi peluang dari *output* negatifnya (walaupun kita tidak secara eksplisit menakar risiko setiap kita mengendarai mobil ke kantor). Oleh karena itu risiko selalu terbawa ke dalam aktivitas kita sehari-hari. Begitu juga, risiko terkait dengan introduksi IAS dapat ditimbang dan diukur dalam hubungannya dengan potensi keuntungan dan dampak negatif terkait dengan introduksinya.

Dalam khasanah literatur risiko didefinisikan sebagai peluang terjadinya peristiwa yang tidak diinginkan, karena putusan atau tindakan yang kita ambil (termasuk kalau kita tidak mengambil tindakan apa-apa). Evaluasi risiko adalah

cara menentukan frekuensi dan konsekuensi peristiwa demikian, dan harus diikuti dengan ekspresi ketidakpastian dalam proses evaluasi. Konsekuensi dari peristiwa yang tidak dikehendaki itu biasanya buruk dan diekspresikan dalam artian titik akhir evaluasi. Titik akhir evaluasi secara sederhana adalah ekspresi nilai yang ingin dilindungi oleh usaha dengan prosedur analisis risiko ini, dengan demikian membedakan analisis risiko lingkungan (risiko ekologis) dari analisis risiko kesehatan manusia (titik akhirnya kematian atau kecelakaan manusia).

Risiko yang dikaitkan dengan invasi tumbuhan asing invasif dapat didefinisikan sebagai peluang terjadinya peristiwa yang tidak dikehendaki yang terjadi sebagai akibat dari tindakan mendatangkan tumbuhan ke Indonesia. Penting untuk memahami interpretasi dari definisi tadi yang sangat tergantung pada titik akhir evaluasinya. Kalau titik akhir itu adalah **kemapanan spesies asing invasif pada lokasi baru**, maka risiko itu dinyatakan dalam **peluang kemapanan** spesies asing invasif itu. Kalau titik akhirnya adalah kerusakan lingkungan, maka risiko itu harus didefinisikan sebagai peluang dari kerusakan lingkungan, yang timbul sebagai akibat dari introduksi dan kemapanan spesies asing invasif itu. Kalau risiko itu diekspresikan dalam artian kemapanan spesies asing invasif, maka ada asumsi eksplisit bahwa kemapanan spesies asing invasif di lokasi baru merupakan peristiwa yang tidak dikehendaki itu. Ini sama dengan ekspresi nilai lingkungan yang menghendaki untuk mengkonservasi “alam” atau komunitas atau integritas spesies yang ada. Sebaliknya apabila risiko itu didefinisikan dalam artian kerusakan lingkungan, kemapanan spesies asing invasif “*per se*” tidak membawa peristiwa tidak dikehendaki yang harus dihindari. Definisi ini mengacu pada kerusakan lingkungan yang mungkin timbul sebagai akibat dari pemasukan spesies asing itu. Oleh karena itu ketika asesor dapat menggaransi bahwa suatu spesies tumbuhan asing invasif tidak mempunyai dampak yang merugikan pada lingkungan, maka menurut definisi ini, tidak ada risiko.

Secara kuantitatif definisi risiko dari suatu peristiwa dievaluasi sebagai kombinasi matematis (hasil kali) dari **besarnya konsekuensi** suatu peristiwa dan **peluang** peristiwa itu terjadi. Dalam banyak evaluasi, besarnya konsekuensi invasi dipengaruhi oleh **potensi penyebaran spesies invasif** itu dan **dampaknya**.

4.2.1.2. Bagaimana analisis risiko harus dipakai?

Pejabat yang bertanggung jawab pada undang-undang karantina yang melaksanakan peraturan masuk/keluarnya tumbuhan, yang sekarang secara populer disebut biosekuritas, memerlukan alat untuk mensintesis banyak informasi yang masih terfragmentasi dan sebagian masih bersifat teoritis. Sistem evaluasi biosekuritas yang dapat diterima semua pihak, harus memenuhi berbagai persyaratan. Sistem ini harus dikalibrasi dan divalidasi terhadap sejumlah besar taksa yang sudah ada di negara terinvansi dan mewakili spektrum taksa yang kemungkinan secara luas diimpor. Sistem ini juga secara efektif harus mampu membedakan tumbuhan invasif dari non invasif, sedemikian rupa sehingga taksa invasif tidak diterima sedang taksa non invasif tidak ditolak, dan proporsi dari taksa yang perlu analisis lanjutan jumlahnya minimum. Oleh karena perdagangan internasional menuntut bahwa taksa yang dilarang harus sesuai dengan definisi OPTK karantina sebelum mereka dapat dikenakan larangan dengan undang-undang karantina, maka sistem itu harus didasarkan pada asumsi eksplisit dan prinsip ilmiah sehingga negara yang bersangkutan tidak dapat dituduh memakai pembatasan perdagangan non tarif yang tidak dapat diterima. Secara ideal sistem itu juga harus mampu mengidentifikasi sistem pemanfaatan lahan mana yang kemungkinan akan diinvansi oleh takson invasif untuk mendukung evaluasi ekonomis dan potensi dampaknya. Akhirnya sistem itu harus mudah untuk importir yang prospektif bagi petugas karantina atau penjaga perbatasan.

4.2.1.3. Sistem analisis risiko tumbuhan invasif

Sistem Analisis Risiko yang sekarang dipakai secara internasional adalah sistem analisis risiko Australia (SAR Australia). Kita di Indonesia belum punya SAR Indonesia, untuk sementara dipakai SAR Australia yang dimodifikasi.

Protokol sistem analisis risiko tumbuhan Invasif Indonesia kondisi *pre-border* ini dipresentasikan pada BAB II. Protokol ini terdiri dari 49 pertanyaan yang harus dijawab dengan “ya”, “tidak” atau “tidak tahu”. Jawaban dari setiap pertanyaan membawa nilai atau “skor” tertentu. Protokol ini diturunkan dari SAR(A) yang dimodifikasi mengikuti Daehler *et al.* (2004) agar sesuai dengan kondisi tropis di Indonesia, terutama untuk pertanyaan no. 2.01., 2.04., 4.10. and 8.05. Skor pertanyaan 2.01. disederhanakan mengacu pada garis lintang; tumbuhan yang berasal dari daerah tropika yaitu antara 20° LU dan 20° LS, peluangnya menjadi

invasif tinggi, karena itu mendapat skor 2, yang berasal dari daerah sedang yaitu antara 20°- 30°LU atau 20°-30°LS diberi skor 1, sedang di luar lintang 30° LU atau LS diberi skor 0. Pertanyaan 2.04. diubah menjadi **Asli atau ternaturalisasi di tropika dan subtropika**. Pertanyaan 4.10. disesuaikan dengan kondisi Indonesia **Tumbuh di tanah masam dan miskin unsur hara**, sedang pertanyaan 8.05. diubah menjadi **Musuh alami yang efektif tersedia di Indonesia**. Sistem pemberian skor sama, jumlahnya memberikan indikasi apakah tumbuhan yang diuji itu diterima masuk (karena tidak invasif) apabila nilainya <1, sedang tumbuhan yang mempunyai total skor >6, maka tumbuhan itu diprediksi invasif, tidak diizinkan masuk ke dalam wilayah Indonesia. Kalau tumbuhan itu mempunyai jumlah skor antara 1–6, maka tumbuhan tersebut harus diberi pertanyaan tambahan dan akan memberikan spesies tumbuhan tersebut ditolak atau diterima.

4.2.1.4. Contoh Analisis Risiko (kondisi *pre-border*)

Risk assessment of *Arystasia gangetica* was posted in the internet at: http://www.hear.org/pier/wra/pacific/Asystasia_gangetica_html/wra.htm

No.	Questions	Score	Answer
1.01.	Is the species highly domesticated?	y=-3, n=0	n
1.02.	Has the species become naturalized where grown?	y=-1, n=-1	y
1.03.	Does the species have weedy races?	y=-1, n=-1	y
2.01.	Species suited to tropical or subtropical climate(s) (0-low; 1-intermediate; 2-high) – If island is primarily wet habitat, then substitute “wet tropical” for “tropical or subtropical”	See Appendix 2	2
2.02.	Quality of climate match data (0-low; 1-intermediate; 2-high)	See Appendix 2	2
2.03.	Broad climate suitability (environmental versatility)	y=1, n=0	n
2.04.	Native or naturalized in regions with tropical or subtropical climates	y=1, n=0	y
2.05.	Does the species have a history of repeated introductions outside its natural range? y=-2	?=-1, n=0	y
3.01.	Naturalized beyond native range y = 1*multiplier (see Appendix 2), n=question 2.05.	y	
3.02.	Garden/amenity/disturbance weed y = 1*multiplier (see Appendix 2)	n=0	y
3.03.	Agricultural/forestry/horticultural weed y = 2*multiplier (see Appendix 2)	n=0	y
3.04.	Environmental weed y = 2*multiplier (see Appendix 2)	n=0	n
3.05.	Congeneric weed y = 1*multiplier (see Appendix 2)	n=0	n
4.01.	Produces spines, thorns or burrs	y=1, n=0	n
4.02.	Allelopathic	y=1, n=0	n
4.03.	Parasitic	y=1, n=0	n

No.	Questions	Score	Answer
4.04.	Unpalatable to grazing animals	y=1, n=-1	n
4.05.	Toxic to animals	y=1, n=0	n
4.06.	Host for recognized pests and pathogens	y=1, n=0	y
4.07.	Causes allergies or is otherwise toxic to humans	y=1, n=0	n
4.08.	Creates a fire hazard in natural ecosystems	y=1, n=0	
4.09.	Is a shade tolerant plant at some stage of its life cycle	y=1, n=0	y
4.10.	Tolerates a wide range of soil conditions (or limestone conditions if not a volcanic island)	y=1, n=0	y
4.11.	Climbing or smothering growth habit	y=1, n=0	y
4.12.	Forms dense thickets	y=1, n=0	n
5.01.	Aquatic	y=5, n=0	n
5.02.	Grass	y=1, n=0	n
5.03.	Nitrogen fixing woody plant	y=1, n=0	n
5.04.	Geophyte (herbaceous with underground storage organs -- bulbs, corms, or tubers)	y=1, n=0	n
6.01.	Evidence of substantial reproductive failure in native habitat	y=1, n=0	n
6.02.	Produces viable seed	y=1, n=-1	y
6.03.	Hybridizes naturally	y=1, n=-1	
6.04.	Self-compatible or apomictic	y=1, n=-1	
6.05.	Requires specialist pollinators	y=-1, n=0	n
6.06.	Reproduction by vegetative fragmentation	y=1, n=-1	y
6.07.	Minimum generative time (years) 1 year = 1, 2 or 3 years = 0, 4+ years = -1	See left	1
7.01.	Propagules likely to be dispersed unintentionally (plants growing in heavily trafficked areas)	y=1, n=-1	y
7.02.	Propagules dispersed intentionally by people	y=1, n=-1	y
7.03.	Propagules likely to disperse as a produce contaminant	y=1, n=-1	
7.04.	Propagules adapted to wind dispersal	y=1, n=-1	n
7.05.	Propagules water dispersed	y=1, n=-1	n
7.06.	Propagules bird dispersed	y=1, n=-1	n
7.07.	Propagules dispersed by other animals (externally)	y=1, n=-1	n
7.08.	Propagules survive passage through the gut	y=1, n=-1	n
8.01.	Prolific seed production (>1000/m ²)	y=1, n=-1	n
8.02.	Evidence that a persistent propagule bank is formed (>1 year)	y=1, n=-1	y
8.03.	Well controlled by herbicides	y=-1, n=1	y
8.04.	Tolerates, or benefits from, mutilation, cultivation, or fire	y=1, n=-1	y
8.05.	Effective natural enemies present locally (e.g. introduced biocontrol agents)	y=-1, n=1	y
	Total score:	12	y
		Total score:	12

Supporting data:

No.	Source	Notes
1.01.		no evidence
1.02.	McConnell J, Muniappan R. 1991. Introduced ornamental plants that have become weeds on Guam. Micronesia. No.3, Supplement. pp.47-9, 4 ref.	AB: Introduced ornamental plants that are considered weeds on Guam include <i>Antigonon leptopus</i> , <i>Spathodea campanulata</i> , <i>Coccinea grandis</i> , <i>Bauhinia monandra</i> , <i>Clerodendrum quadriloculare</i> , <i>Lantana camara</i> , <i>Ficus</i> spp., <i>Ayustasia gangetica</i> , <i>Pilea microphylla</i> , <i>Wedelia trilobata</i> , <i>Mikania scandens</i> and <i>Mimosa pudica</i> . Characteristics of ornamental plants that could become weeds on Guam include rapid growth/regrowth and prolific seed production.
1.03.	Gorham P, Hosking J. 2001. A form of Chinese violet: <i>Ayustasia gangetica</i> subsp. <i>micrantha</i> . 2 pp.	AB: "A form of Chinese Violet, <i>Ayustasia gangetica</i> subsp. <i>micrantha</i> , is a major weed that has begun to naturalize in Australia. The subspecies, which was initially recorded in New South Wales, Australia as naturalized at Boat Harbour, north of Newcastle, in July 1999, has been added to the list of prohibited imports, together with all <i>A. gangetica</i> subspecies".
2.01.	USDA, ARS, National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network - (GRIN). [Online Database] National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. Available: http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?411162 (24 July 2003).	Distributional range: Native: Africa: Angola; Botswana; Cameroon; Cote D'Ivoire; Equatorial Guinea; Ethiopia; Gambia; Ghana; Guinea; Guinea-Bissau-Cacheu; Kenya; Liberia; Malawi; Mali; Mozambique; Namibia; Nigeria; Senegal; Sierra Leone; South Africa; Swaziland; Tanzania; Togo; Uganda; Zaire; Zambia; Zimbabwe Asia-Tropical: India; Sri Lanka Other: naturalized in Malesia, Australia, tropical America, and Oceania
2.02.		
2.03.	http://www.hear.org/pier/asgan.htm	"Chinese violet grows in dry habitats between sea level and 300 m" (C.W. Smith 1985). In Hawaii, "cultivated and commonly becoming naturalized, primarily in urban areas or in low elevation, disturbed habitats" (Wagner <i>et al.</i> 1999). In Fiji, "cultivated or naturalized near settlements near sea level" (A.C. Smith 1985). In Niue, "naturalised in some waste areas in and around the villages. In Alofi, one or two sloping banks near the radio station were almost carpeted with this plant. It was especially evident on ground that had fairly recently been cleared of scrub" (Sykes 1970)".
2.04.	USDA, ARS, National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network - (GRIN). [Online Database] National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. Available: http://www.ars-grin.gov/cgi-	Distributional range, Native: Africa: Angola; Botswana; Cameroon; Cote D'Ivoire; Equatorial Guinea; Ethiopia; Gambia; Ghana; Guinea; Guinea-Bissau-Cacheu; Kenya; Liberia; Malawi; Mali; Mozambique; Namibia; Nigeria; Senegal; Sierra Leone; South Africa; Swaziland; Tanzania; Togo; Uganda; Zaire;

No.	Source	Notes
	bin/npgs/html/taxon.pl?411162 (24 July 2003).	Zambia; Zimbabwe Asia-Tropical: India; Sri Lanka Other: naturalized in Malesia, Australia, tropical America, and Oceania
2.05.	http://www.hear.org/pier/asgan.htm	"Chinese violet grows in dry habitats between sea level and 300 m" (C.W. Smith 1985). In Hawaii, "cultivated and commonly becoming naturalized, primarily in urban areas or in low elevation, disturbed habitats" (Wagner <i>et al.</i> 1999). In Fiji, "cultivated or naturalized near settlements near sea level" (A.C. Smith 1985). In Niue, "naturalised in some waste areas in and around the villages. In Alofi, one or two sloping banks near the radio station were almost carpeted with this plant. It was especially evident on ground that had fairly recently been cleared of scrub" (Sykes 1970)".
3.01.	USDA, ARS, National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network - (GRIN). [Online Database] National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. Available: http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?411162 (24 July 2003).	naturalized in Malesia, Australia, tropical America and Oceania
3.02.	Whistler AW. 2000. <i>Tropical Ornamentals: A Guide</i> . Timber Press, Inc., Portland, Oregon. p.75.	(1) "In some places, Hawaii, for example, it naturalized in disturbed forest communities." (2) In Hawaii, "cultivated and commonly becoming naturalized, primarily in urban areas or in low elevation, disturbed habitats" (Wagner <i>et al.</i> 1999). In Niue, naturalised in some waste areas in and around the villages. In Alofi, one or two sloping banks near the radio station were almost carpeted with this plant. It was especially evident on ground that had fairly recently been cleared of scrub"
3.03.	(1) Ahmad Faiz MA. 2002. Efficacy of imazapyr and its mixtures against weeds under rubber. <i>Journal of Rubber Research</i> .5(1):41-52. 19 ref. (2) Chiu SB, Chee KH. 1998. Survey and control of some weeds in West Kalimantan. <i>Planter</i> 74(869):40717. 7 ref.	(1) AB: "Trials were conducted along planting strips of rubber (<i>Hevea brasiliensis</i>), between one-to six-year-old trees infested with weeds comprising mainly of <i>Ottobloa nodosa</i> , <i>Paspalum conjugatum</i> , <i>Axonopus compressus</i> , <i>Borreria latifolia</i> and <i>Ayastasia gangetica</i> ". (2) AB: A weed survey and sustained follow-up control were useful in preventing infestation by newly introduced weeds. In the Ngabang-Sanggau-Sintang-Nanga Pinoh region of West Kalimantan, Indonesia, <i>Ayastasia intrusa</i> was not sighted, and the following five introduced weed species were found to be of limited distribution in oil palm and rubber estates: <i>Pennisetum polystachion</i> , <i>Ayastasia coromandeliana</i> , <i>Chromolaena odorata</i> , <i>Mimosa pigra</i> and <i>Mikania micrantha</i> .

No.	Source	Notes
3.04.	http://erin.gov.au/minister/env/2001/mr8may2001.html	on the list of The Alert List for Environmental Weeds of Australia. "The Alert List for Environmental Weeds is made up of 28 non-native weed species, which are identified as potentially damaging and are likely to be a significant threat to biodiversity" [this plant is a disturbance weed; no evidence of harm to native communities]
3.05.	Mohamad RB. 1990. Country report: Malaysia. Weeds and Weed Management in Malaysia Agriculture. BIOTROP Special Publication No.38, pp.41-52. 37 ref.	AB: The impact of arable weeds in Malaysia is reviewed. The recent spread of <i>Mimosa pigra</i> , <i>Ayrtasia intrusa</i> , <i>Pennisetum polystachion</i> and <i>Cuscuta australis</i> is also reported. [<i>A. intrusa</i> is a synonym for <i>A. gangetica</i> -- http://mobot.mobot.org/cgi-bin/search_vast]
4.01.	Whistler AW. 2000. <i>Tropical Ornamentals: A Guide</i> . Timber Press, Inc., Portland, Oregon.p.75.	no description of these traits
4.02.		no evidence
4.03.		no evidence
4.04.	(1) Chong DT, Tajuddin I, Samat AMS, Stür WW, Shelton HM. 1997. Stocking rate effects on sheep and forage productivity under rubber in Malaysia. <i>Journal of Agricultural Science</i> 128(3):339-46. 7 ref. (2) Dahlan I, Mahyuddin MD, Yamada Y, Liang JB. 1988. Voluntary dry-matter intake of grazing cattle under oil palm plantation. Maximising livestock productivity. Proceedings of the 11 th annual conference. Malaysian Society of Animal Production.pp.133-8. 11 ref.	(1) AB: "High stocking rates (>6 sheep/ha) resulted in a decrease in the proportion of palatable species (<i>Pueraria phaseoloides</i> , <i>Paspalum conjugatum</i> , <i>Ayrtasia gangetica</i> and <i>Mikania micrantha</i>)". (2) AB: "Animals selected species with high digestibility and grab samples comprised a daily av. of 59.2-65.8% of <i>Ayrtasia coromandeliana</i> , oil palm leaf, <i>Ottobloa nodosa</i> , <i>Borreria laevicaulis</i> , <i>Paspalum conjugatum</i> , <i>Axonopus compressus</i> , <i>Mikania caudata</i> , or <i>Ageratum</i> , <i>Lycopodium</i> , <i>Pueraria</i> or <i>Desmodium</i> spp."
4.05.	Chong DT, Tajuddin I, Samat AMS, Stür WW, Shelton HM. 1997. Stocking rate effects on sheep and forage productivity under rubber in Malaysia. <i>Journal of Agricultural Science</i> 128(3):339-46. 7 ref.	AB: "High stocking rates (>6 sheeps/ha) resulted in a decrease in the proportion of palatable species (<i>Pueraria phaseoloides</i> , <i>Paspalum conjugatum</i> , <i>Ayrtasia gangetica</i> and <i>Mikania micrantha</i>)".
4.06.	Mateille T, Quénehervé P, Hugon R. 1994. The development of plant-parasitic nematode infestations on micro-propagated banana plants following field control measures in Côte d'Ivoire. <i>Annals of Applied Biology</i> 125(1):147-59. 32 ref.	AB: "Of the weeds that were found in banana production areas, only <i>Ayrtasia gangetica</i> was parasitised by <i>Radopholus similis</i> ; <i>Helicotylenchus multicinctus</i> and <i>Hoplolaimus pararobustus</i> were able to parasitize all weed species. "; "R. <i>similis</i> did not appear in the roots for 2 vegetative cycles. The other species, still present in the soil, invaded the roots and increased slowly in numbers." [Radopholus <i>similis</i> invade <i>A. gangetica</i> and banana but not other weeds]
4.07.	(1) Etuk EUI, Bassey MM, Ekpenyong DC, Ibiong IO. 1997. Quality assessment of two rural, infant dietary vegetables. <i>Indian Journal of Nutrition and Dietetics</i> 34(1):5-9. 9 ref. (2) Yeoh HH, Wong PFM. 1993. Food	(1) AB: <i>Portulaca oleracea</i> and <i>Ayrtasia gangetica</i> are leafy vegetables used for infant dietary preparations. <i>A gangetica</i> did not have such high levels of minerals and vitamins but were high in protein and low in fibre, tannins and oxalates. (2) AB: "Protein, amino acids and other

No.	Source	Notes
	value of lesser utilised tropical plants. Food Chemistry 46(3):239-41. 18 ref.	nutritional and antinutritional factors were estimated in leaves of <i>Asystasia gangetica</i> , <i>A. nemorum</i> , <i>Kaempferia galanga</i> , <i>Mentha arvensis</i> and <i>Piper sarmentosum</i> which are eaten in Malaysia and Indonesia." [used as food]
4.08.	Whistler AW. 2000. <i>Tropical Ornamentals: A Guide</i> . Timber Press, Inc., Portland, Oregon.p.75.	"Relatively dry soil in sunny or partially shaded places are preferred. It can withstand drought and makes a good ground cover, especially on slopes that need protection from erosion."; "If established underneath a hedge it often comes up through the hedge by leaning its weak stems on the shrub's branches." [possibly yes, grow well in drought area, which may contribute to fuel load]
4.07.	(1) Etuk EUI, Bassey MM, Ekpenyong DC, Ibiong IO. 1997. Quality assessment of two rural, infant dietary vegetables. Indian Journal of Nutrition and Dietetics 34(1):5-9. 9 ref. (2) Yeoh HH, Wong PFM. 1993. Food value of lesser utilised tropical plants. Food Chemistry 46(3):239-41. 18 ref.	(1) AB: <i>Portulaca oleracea</i> and <i>Asystasia gangetica</i> are leafy vegetables used for infant dietary preparations. <i>A. gangetica</i> did not have such high levels of minerals and vitamins but were high in protein and low in fibre, tannins and oxalates. (2) AB: "Protein, amino acids and other nutritional and antinutritional factors were estimated in leaves of <i>Asystasia gangetica</i> , <i>A. nemorum</i> , <i>Kaempferia galanga</i> , <i>Mentha arvensis</i> and <i>Piper sarmentosum</i> which are eaten in Malaysia and Indonesia." [used as food]
4.08.	Whistler AW. 2000. <i>Tropical Ornamentals: A Guide</i> . Timber Press, Inc., Portland, Oregon.p.75.	"Relatively dry soil in sunny or partially shaded places are preferred. It can withstand drought and makes a good ground cover, especially on slopes that need protection from erosion."; "If established underneath a hedge it often comes up through the hedge by leaning its weak stems on the shrub's branches." [possibly yes, grow well in drought area, which may contribute to fuel load]
4.09.	(1)Sahid IB, Juraimi AS. 1998. Effects of water stress, shading and clipping on growth and development of <i>Asystasia gangetica</i> . Plant Protection Quarterly 13(3):140-2. 7 ref. (2) http://gardening.worldonline.co.za/s-emishadetosun.htm	(1) "Greenhouse and field experiments were conducted to determine the effects of watering frequency (daily and every 4 or 7 days), drought stress (no watering for 5-25 days), shade (0-82%) and clipping (after 4-12 weeks) on the growth and development of <i>Asystasia gangetica</i> ."; " Leaf area was not significantly affected with increasing shade levels. Shoot and root dry weight, and number of flowers and fruits, decreased with increasing shade." [although yield decreased, it survived and flowered in shade] (2) Semi-shade
4.10.	(1) Whistler AW. 2000. <i>Tropical Ornamentals: A Guide</i> . Timber Press, Inc., Portland, Oregon.p.75. (2) http://gardening.worldonline.co.za/0024.htm	(1)Relatively dry soils; (2)Not fussy about soil
4.11.	(1) Whistler AW. 2000. <i>Tropical Ornamentals: A Guide</i> . Timber Press, Inc., Portland, Oregon.p.75. (2)	(1) "herb to 1 m high". But "If established underneath a hedge it often comes up through the hedge by leaning its weak stems on the shrub's branches".

No.	Source	Notes
	http://www.hear.org/pier/asgan.htm	(2) "Chinese violet is a rapidly growing perennial, shrubby herb which grows to 1 m height but can grow over shrubs up to 3 m tall. It can smother all vegetation in the herbaceous layer.
4.12.	(1) Whistler AW. 2000. <i>Tropical Ornamentals: A Guide</i> . Timber Press, Inc., Portland, Oregon.p.75. (2) http://www.hear.org/pier/asgan.htm (3) http://www.botany.hawaii.edu/faculty/carr/asy_gan.htm	(1) "herb to 1 m high". But "If established underneath a hedge it often comes up through the hedge by leaning its weak stems on the shrub's branches". (2) "Chinese violet is a rapidly growing perennial, shrubby herb which grows to 1 m height but can grow over shrubs up to 3 m tall. It can smother all vegetation in the herbaceous layer. (3)Chinese violet grows in dry habitats between sea level and 300 m on all islands. There are dense infestations at Lualualei, 'Ewa Plains, Diamond Head, and Koko Head, O'ahu. [ground cover, not considered thickets]
5.01.		terrestrial
5.02.		herb; Acanthaceae
5.03.		no evidence
5.04.	http://www.hear.org/pier/asgan.htm	"Propagation: Seed, rhizomes" [no obvious storage organ]
6.01.		no evidence
6.02.	(1) Ismail BS, Tasrif A, Sastroutomo SS, Latiff A. 1995. Weed seed populations in rubber and oil palm plantations with legume cover crops. Plant Protection Quarterly 10(1):20-3. 16 ref. (2) Whistler AW. 2000. <i>Tropical Ornamentals: A Guide</i> . Timber Press, Inc., Portland, Oregon.p.75.	(1) AB: "The monthly emergence of <i>Ayastasia gangetica</i> , <i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Oldenlandia herbacea</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , <i>Paspalum conjugatum</i> and <i>Cleome rutidosperma</i> are presented." [emergence from soil seed bank]. (2) "propagate by seed or cuttings"
6.03.		no evidence
6.04.		don't know
6.05.	(1)Villalobos EM, Shelly TE. 1996. Temporal and spatial variation in the foraging behavior of honey bees (Hymenoptera: Apidae) at Chinese violets. Florida Entomologist 79(3):398-407. (2) http://gardening.worldonline.co.za/0024.htm	(1) "This study describes the foraging behaviour of honey bees (<i>Apis mellifera</i>) on Chinese violet (<i>Ayastasia gangetica</i>) in Hawaii. Workers made 3 types of visits: 'out' (O) visits involving nectar robbing through corollar slits made by carpenter bees (<i>Xylocopa sonorina</i>), 'in-upright' (IR) visits involving upright entry along the base of the corolla, and 'in-upside down' (ID) visits involving spiral, upside-down entry along the top of the corolla. " [visited by bees] (2) Attracts butterflies
6.06.	http://www.agric.nsw.gov.au/reader/12893	roots at nodes and grows from pieces of roots
6.07.	http://webs.lanset.com/pathline/plantratings1.htm	can be grown as an annual
7.01.	http://www.hear.org/pier/asgan.htm	Habitat/ecology: In Hawaii, cultivated and commonly becoming naturalized, primarily in urban areas or in low elevation, disturbed habitats" (Wagner <i>et al.</i> 1999). In Fiji, cultivated or naturalized near settlements near sea level

No.	Source	Notes
		(A.C. Smith, 1985). In Niue, naturalised in some waste areas in and around the villages. In Alofi, one or two sloping banks near the radio station were almost carpeted with this plant. It was especially evident on ground that had fairly recently been cleared of scrub" (Sykes, 1970). "long-distance dispersal is effected by man (C.W. Smith, 1985)." [probably yes, appeared to grow near civilization]
7.02.	McConnell J, Muniappan R. 1991. Introduced ornamental plants that have become weeds on Guam. Micronesia. No.3, Supplement. pp.47-9, 4 ref.	AB: "Introduced ornamental plants"
7.03.		[No direct evidence, but it was locally used as fodder and food. Seeds may disperse with plant materials, which may mix with other fodder species as well.]
7.04.	http://www.hear.org/pier/asgan.htm	"The seeds are dispersed from explosive capsules but long-distance dispersal is effected by man "
7.05.	http://www.hear.org/pier/asgan.htm	"The seeds are dispersed from explosive capsules but long-distance dispersal is effected by man "
7.06.	http://www.hear.org/pier/asgan.htm	"The seeds are dispersed from explosive capsules but long-distance dispersal is effected by man "
7.07.	http://www.hear.org/pier/asgan.htm	"The seeds are dispersed from explosive capsules but long-distance dispersal is effected by man "
7.08.		no evidence of being ingested
8.01.	(1) Whistler AW. 2000. <i>Tropical Ornamentals: A Guide</i> . Timber Press, Inc., Portland, Oregon.p.75 (2) Wagner WL, Herbst DR, Sohmer SH. 1990. Manual of the flowering plants of Hawaii. Revised edition. University of Hawaii Press (HI), Honolulu. 1853 pp.	(1) p.76 "fruit a club shaped capsule 2-3 cm long"; (2) "Seeds four" [need 250 capsules per square meter, not common]
8.02.	Ismail BS, Tasrif A, Sastroutomo SS, Latiff A. 1995. Weed seed populations in rubber and oil palm plantations with legume cover crops. Plant Protection Quarterly 10(1):20-3. 16 ref.	AB: The seed populations in the top 10 cm soil of 0-6, 7-20 and more than 20-year old plantations of rubber [<i>Hevea brasiliensis</i>] and 0-3, 4-20 and more than 20-year old plantations of oil palm grown with legume cover crops were studied at Selangor by physical extraction and germination. Seeds belonging to 21 and 25 species were recorded in rubber and oil palm plantations, respectively, with <i>Aygestasia gangetica</i> , <i>Cleome rutidosperma</i> , <i>Borreria alata</i> and <i>Paspalum conjugatum</i> being the most abundant in both plantations and accounting for more than 80% of the total weed seeds. An average of 3,298 and 3,262 seeds/m ² were recorded in the soil of rubber and oil palm plantations, respectively. Total seed number declined with increasing maturity of plantations. The monthly emergence of <i>A. gangetica</i> , <i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Oldenlandia herbacea</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , <i>P. conjugatum</i> and <i>C. rutidosperma</i> are presented. Most species were

No.	Source	Notes
		found to emerge during the first month after planting. [a large number of seeds were recovered from the soil and were able to germinate, presumably built up over the years]
8.03.	Ahmad Faiz MA. 2002. Efficacy of imazapyr and its mixtures against weeds under rubber. Journal of Rubber Research.5(1):41-52. 19 ref.	AB: "Trials were conducted along planting strips of rubber (<i>Hevea brasiliensis</i>), between one- to six-year-old trees infested with weeds comprising mainly of <i>Ottobloa nodosa</i> , <i>Paspalum conjugatum</i> , <i>Axonopus compressus</i> , <i>Borreria latifolia</i> and <i>Asystasia gangetica</i> ."; "Evaluation on efficacy of imazapyr showed weeds were susceptible at low rates of application and acceptable control could be obtained at 0.2 kg a.e./ha. Imazapyr at 0.375 kg a.e./ha provided more effective weed control than standard treatments with pre-mixed paraquat+diuron (0.6 kg a.i./ha+0.6 kg a.i./ha), pre-mixed glyphosate+dicamba (0.54 kg a.e./ha+0.27 kg a.e./ha), glufosinate ammonium (0.5 kg a.i./ha) and slashing."
8.04.	(1) Sahid IB, Juraimi AS. 1998. Effects of water stress, shading and clipping on growth and development of <i>Asystasia gangetica</i> . Plant Protection Quarterly 13(3):140-2. 7 ref. (2) http://www.botany.hawaii.edu/faculty/carr/asy_gan.htm	AB: "All plants showed regrowth after clipping. Shoot dry weight, and the number of flowers and fruits increased when clipping was carried out after 12 weeks, although flowering and fruiting were delayed." (2)Although aerial portions may be killed by fire, the plant soon regenerates from basal shoots or seeds.
8.05.	Abdullah R.1985. Biological control of <i>Asystasia</i> by sheep grazing. Planters' Bulletin, Rubber Research Institute of Malaysia No.183, pp.43-49.	AB: "The sheep preferentially selected <i>Asystasia</i> spp. before passing on to other weeds such as <i>Ottobloa</i> and <i>Mikania</i> spp. <i>Asystasia</i> spp. had higher protein contents (24%) than other weeds; the benefits of sheep grazing as a means of controlling <i>Asystasia</i> spp. are discussed." [grazing animals, goat, for example, may be effective natural enemies

Total skor 12, karena itu berpotensi menjadi invasif dan ditolak ke negara yang belum ada spesies itu. Ini adalah usaha pencegahan yang utama untuk introduksi disengaja dan dikerjakan oleh institusi karantina. Di Indonesia spesies ini sudah ada di mana-mana dan pendekatan pengendalian berbeda. Analisis risiko *Asystasia gangetica* subsp. *micrantha* di Indonesia akan dipakai analisis risiko kondisi post border, yang akan dikupas pada BAB VI.

4.3. Analisis Dampak Lingkungan (ADL)

Analisis Dampak Lingkungan adalah langkah berikutnya dalam menentukan apakah introduksi ini diizinkan atau tidak. Seperti diuraikan tentang arti risiko,

kalau nilai yang kita pentingkan adalah kemapanan spesies asing invasif, maka hasil analisis risiko adalah cukup untuk menentukan apakah diterima atau ditolak introduksi spesies asing invasif itu, yaitu kalau total skornya ≥ 6 maka ditolak, total skor ≤ 1 diterima, sedang skor antara 1–6 diuji lagi. Tetapi kalau yang lebih dipentingkan adalah dampak negatif pada lingkungan, ADL diperlukan untuk mempertimbangkan implikasi lain selain spesies situ menjadi invasif.

Analisis dampak lingkungan untuk setiap usulan introduksi spesies asing akan berbeda, tergantung dari spesies dan jalur penyebarannya. Misalnya faktor yang perlu dipertimbangkan ketika mengimpor spesies asing untuk hortikultura akan berbeda dari spesies yang diimpor untuk keperluan penelitian ilmiah atau spesies baru untuk makanan ternak. Pejabat yang memberikan izin akan memakai ADL untuk membantu menentukan apakah introduksi diizinkan dan kalau diizinkan kondisi apa yang harus disertakan pada izin yang diberikan.

Beberapa komponen penting dari ADL untuk introduksi spesies baru adalah

- (a) Apakah tujuan dan sasaran dari introduksi?
- (b) Tidakkah spesies lokal yang dapat dipakai dengan tujuan sama?
- (c) Apakah organisme itu sebagai hama di daerah asal atau di mana organisme itu diintroduksi?
- (d) Apakah spesies itu mempunyai kerabat dekat di Indonesia (mungkin mengalahkan spesies lokal)
- (e) Seperti apa biologi spesies itu, meliputi diet, reproduksi, habitus, ukuran, umur dsb.?
- (f) Seperti apa habitat yang disukai (seperti perairan, savana, hutan dsb.)?
- (g) Tindakan antisipasi apa saja untuk mencegah introduksi patogen, parasitoids, atau organisme yang menempel atau ada pada organisme yang diintroduksi (seperti sertifikat kesehatan, karantina, perlakuan tertentu)?
- (h) Adakah program eradikasi atau pengendalian spesies ini?

Proses ADL harus terbuka dan transparan, kalau ingin memperoleh dukungan penuh dari pemangku kepentingan. Dukungan masyarakat luas juga sangat diperlukan untuk mendapatkan dukungan politis.

4.4. Prosedur Otoritas

Panduan otorisasi dan prosedur yang jelas dan detail untuk perizinan dan lisensi adalah beberapa sarana penting untuk mengendalikan perpindahan spesies

asing antar dan dalam negara. Izin mungkin diberikan dengan kondisi tertentu dan dengan hukuman dan denda tertentu kalau syarat-syarat tidak dipenuhi. Kondisi tertentu dapat meliputi detail syarat perlakuan pencegahan, inspeksi operasi dan fasilitas, cara untuk mencegah potensi lepas dari spesies yang ada dalam fasilitas, dan cara tindakan segera yang harus diambil apabila suatu spesies betul-betul lepas.

Servis pengendalian pada perbatasan atau *border* harus meliputi inspeksi impor apakah di negeri asalnya atau pada tempat kedatangan di negara tujuan untuk memverifikasi kesesuaian dengan kondisi dari lisensi impor. Mungkin perlu ada suatu sistem dengan mana pejabat lokal menginfeksi fasilitas (seperti kebun raya, kebun binatang, pusat penelitian) untuk meyakinkan bahwa kondisi izin yang diberikan secara tegas/*strict* diikuti.

4.5. Daftar Spesies

Untuk menyaring spesies invasif dari introduksi internasional, suatu sistem tiga daftar sering dipakai di negara-negara maju. Tetapi adalah penting untuk mengingat bahwa prinsip pencegahan harus dipakai ketika membuat daftar spesies: bahwa suatu spesies baru adalah yang ditolak (yaitu invasif karena itu ditolak). Ini disebut sebagai daftar negatif. Di sini istilah “daftar abu-abu” dipakai untuk spesies asing yang tidak diketahui statusnya (dan karena itu berpotensi invasif). Sekali analisis risiko sudah dilaksanakan, spesies demikian kemudian dimasukkan dalam daftar merah atau hijau (kadang-kadang ini masing-masing disebut sebagai daftar hitam dan putih).

4.5.1. Daftar abu-abu

Setiap spesies baru (belum pernah dilakukan analisis risiko atau belum ada di negara terkait) secara otomatis masuk ke dalam daftar ini. Setiap spesies harus melalui analisis risiko sebelum diputuskan diintroduksi. Pembuatan daftar spesies dan pembuatan keputusan harus didasarkan pada kriteria ilmiah yang harus ditinjau secara transparan. Sekali analisis risiko sudah dikerjakan terhadap suatu spesies, berdasarkan hasilnya spesies itu dimasukkan ke dalam daftar merah atau hijau atau tetap di dalam daftar abu-abu karena masih dalam observasi. Apabila monitoring menunjukkan bahwa spesies itu invasif maka izin pemasukannya harus diubah dan spesies itu dimasukkan dalam daftar merah.

4.5.2. Daftar merah

Daftar merah memperlihatkan spesies yang introduksinya dilarang keras, sebab mereka diketahui atau diduga besar peluangnya menjadi invasif dan merusak. Ini sangat relevan ketika menentukan spesies mana yang harus diobservasi untuk pengelolaan selanjutnya pada kondisi *post-border*.

4.5.3. Daftar hijau

Ini adalah spesies yang yang diklasifikasi mempunyai risiko rendah, setelah melalui analisis risiko atau didasarkan pada sejarah panjang dari pengalaman dengan spesies terkait. Spesies ini terutama bermanfaat untuk pertanian, kehutanan dan kesehatan manusia. Introduksi spesies ini diautorisasi tanpa restriksi atau dengan kondisi membatasi pemakaian spesies ini untuk tujuan tertentu saja (untuk penelitian atau pendidikan). Akan tetapi harus berhati-hati untuk menghindari kesan seolah-olah pelepasan spesies ini tanpa kendali.

Sistem tiga daftar ini sangat komprehensif, sebab semua spesies dikategorisasi. Tetapi sebagian besar spesies bermula dari daftar abu-abu, yang tidak harus berbentuk daftar fisik (yaitu sebenarnya tidak ada fisik daftar abu-abu itu, dengan spesies di dalamnya). Sistem daftar ini harus dinamis, memungkinkan untuk mentransfer satu spesies ke daftar yang berbeda ketika status spesies berubah (misalnya kalau spesies dalam daftar hijau diintroduksi berulang-ulang dalam rentang waktu yang lama, evaluasi risiko harus dilakukan, kalau ada bukti baru tentang tingkah laku yang berpotensi menjadi invasif). Apabila monitoring menunjukkan bahwa suatu spesies menjadi invasif, kondisi izin harus diubah atau spesies itu dimasukkan dalam daftar merah.

4.6. Karantina dan Pengendalian di Tapal Batas (*Border*)

Karantina dan pengendalian di tapal batas (*border*) untuk introduksi internasional adalah sangat penting ketika identitas dari spesies dapat ditunda secara aman tidak ada peluang untuk lepas, sampai spesies itu dapat diidentifikasi dengan benar oleh otoritas baku. Karantina juga sangat berguna sebagai sebuah lokasi penahanan sementara, dalam kasus ada keterlambatan atau masalah perizinan dan otoritas pabean tidak dapat kejelasan organisme untuk introduksi.

Introduksi internasional dari spesies yang sudah diotorisasi untuk introduksi perlu diteliti untuk spesies yang tidak dikehendaki yang mungkin bisa menjadi invasif. Beberapa metode karantina umum diterapkan pada importasi hewan domestik, seperti kuda, anjing yang mungkin membawa penyakit IAS. Tetapi tumbuhan membawa patogen dan parasit, bahkan walaupun berbentuk biji ini harus disaring dengan teliti sebelum individu itu diizinkan masuk. Tetapi, karena sifat dari banyak spesies yang menumpang ikut, mungkin tidak cukup untuk mengkarantina individu di tapal batas. Prosedur karantina, pemeriksaan dan pengendalian harus dilakukan sebelum, pada, dan setelah lewat tapal batas (*border*). Karantina dan cara pengendalian akan lebih detail dikupas dalam Sub Bab Sarana Pencegahan untuk introduksi tanpa sengaja dan ilegal.

4.7. Sarana Pencegahan untuk Introduksi Tanpa Sengaja dan Ilegal

Introduksi tidak disengaja atau ilegal lebih sukar untuk diregulasi. Demikian karena tidak ada analisis risiko atau ADL yang dapat dilakukan pada spesies yang datang kapan, di mana, siapa yang membawa, biji atau stek, tidak ada informasinya.

Saran pengelolaan yang ada meliputi :

- Mengelola jalur dan vektor.
- Karantina dan pengendalian pada tapal batas.
- Pengendalian atau perlakuan vektor.
- Meningkatkan kesadaran dan pendidikan.

4.7.1. Mengelola jalur dan vektor

Di berbagai negara maju telah mengembangkan sistem untuk mencegah introduksi IAS secara sendiri-sendiri. Negara-negara di Asia Tenggara masih dalam rangka menciptakan suatu sistem yang bisa diharapkan mampu mencegah masuknya spesies asing invasif itu. Melalui *trial and error* beberapa komponen kunci telah muncul yang akan melahirkan strategi pencegahan yang efektif. Konsensus yang muncul adalah bahwa negara harus membangun persetujuan dengan partner dagang utamanya untuk mempunyai mekanisme yang operasional untuk meminimalkan peluang IAS meninggalkan titik keberangkatan seperti bandara atau pelabuhan. Dengan lain perkataan, idealnya propagul dicegah untuk

Tabel 8 Pengelolaan aktivitas untuk program pencegahan IAS pada kondisi *pre-, border, - post border*

Sebelum tapal batas (<i>pre-border</i>)	Pada tapal batas (<i>border</i>)	Setelah tapal batas (<i>post border</i>)
• Sertifikasi • Inspeksi materi • <i>Packing</i> bebas IAS • Perlakuan bila perlu • Karantinakan tumbuhan dan hewan hidup sebelum ekspor	• Sertifikasi • Inspeksi visual • Inspeksi dengan memakai mesin x-ray dan kamera • Karantinakan organisme hidup sebelum diizinkan masuk ke negara	• Kesadaran masyarakat • Survei aktif • Survei pasif • Program respons pre plan • Program pengelolaan pre plan

meninggalkan negara asalnya. Ini sejauh yang kita biologi adalah opsi yang paling *cost-effective*. Metode yang dipakai biasanya kombinasi beberapa hal yang penting untuk mengimplementasikan strategi pencegahan (Tabel 8).

Pengelolaan jalur dinilai lebih efektif daripada menargetkan spesies tertentu. Memonitor jalur dan vektor dapat menyaring banyak potensial IAS tanpa tambahan waktu atau uang untuk setiap spesies.

Langkah pertama adalah untuk mengidentifikasi dan menilai seluruh vektor dan jalur ke tapal batas dan daerah terkait. Setiap jalur primer atau sekunder dapat dinilai dalam kapasitasnya untuk mentransfer spesies, asal geografinya dan peran relatif terhadap jalur lainnya. Setiap jalur dapat juga dinilai menurut jumlah spesies invasif yang telah dikenal atau diduga merusak pada sumbernya, plus derajat kesamaan lingkungan antara sumber dan terminal jalur. Satu jalur yang dapat dikelola adalah inspeksi kendaraan yang berangkat dari negara lain, kontainer, pesawat atau sejenisnya untuk keberadaan organisme.

Mengidentifikasi jalur yang dipakai oleh para penyelundup jauh lebih sukar, dan lebih mahal. Tetapi sistem dapat dioperasikan untuk meminimalkan impor ilegal. Misalnya IAS dapat ditransportasikan melalui surat, karena itu pejabat perlu membuat sistem yang canggih dan efisien untuk mengecek semua surat yang masuk dan men *screen* (menyaring) impor ilegal biji, tumbuhan yang masih hidup, telur, pupa dsb.

4.7.2. Karantina dan pengendalian pada tapal batas

Idealnya, pemeriksaan *pre-border* dikerjakan di tempat asal sebelum barang ditransportasikan. Akan tetapi, ketika kasusnya tidak demikian, maka sangat penting untuk memastikan bahwa negara harus mempunyai prosedur yang kuat untuk mengintersepsi IAS pada tapal batas (*border*) dan mencegah kemapanan dan penyebarannya dalam suatu negara atau ekosistem. Di Indonesia perbatasan negara sangat panjang, titik atau tempat pemeriksaan banyak, tetapi belum dilengkapi dengan kecakapan perkarantinaan. Oleh karena itu perlu ditempatkan fasilitas pada setiap titik pemasukkan untuk mengkarantinakan barang yang dikenal sebagai spesies invasif atau yang mungkin membawa spesies asing. Dalam hal penyakit menular untuk hewan piaraan, prosedur karantina harus dikerjakan sebelum hewan itu dibawa melewati tapal batas.

A: Sebelum tapal batas (*pre-border*)

Ada beberapa cara *pre-border* untuk mencegah perpindahan internasional IAS. Ini meliputi cara berikut yang dikerjakan di negara asal:

- Pengendalian hama di tempat produksi.
- Cara *quality control* di gudang.
- Inspeksi selama produksi, pengepakan sebelum pengapalan.
- Pengepakan bebas hama.
- Perlakuan pada barang dan pengepaknya.
- Karantina sebelum pengapalan untuk tumbuhan hidup.
- Inspeksi veteriner dan penerbitan sertifikat fitosanitari.

Tujuannya adalah untuk menurunkan peluang produk terinfeksi atau terkontaminasi dan/atau menurunkan daya hidup organisme yang berasosiasi dengan produk (mencegah pengapalan, mencegah kemampuan hidup IAS).

B: Pada tapal batas (*border*)

Inspeksi pada bandar masuk (bandar udara atau laut) bekerja dalam dua arah:

- (a) Pemeriksaan langsung vektor akan adanya spesies asing.
- (b) Memonitor impor untuk memastikan bahwa syarat untuk menurunkan risiko introduksi sudah dipenuhi.

Metode pemeriksaan vektor meliputi :

- Pencarian secara fisik.
- Sertifikat imunisasi (mencegah orang mengintroduksi penyakit menular, seperti *yellow fever* dan kolera)
- Mesin X-ray.
- Anjing pengendus.
- Kamera.
- Penanda (sensor).

Beberapa negara memakai anjing pelacak sebagai sarana efektif pencegahan hama dan penyakit asing. Di kepolisian jasa anjing pelacak ini sudah dimanfaatkan. Untuk di bandar-bandar pemasukkan produk asing perlu dikembangkan lebih lanjut. Tim anjing pelacak yang beroperasi di bandara internasional adalah bagian integral dari pengendalian pada tapal batas (*border*) untuk mendeteksi produk yang dapat membawa spesies tumbuhan atau hewan ilegal. Obyek dari cara pencegahan ini adalah untuk mendeteksi setiap *item* yang terinfeksi/terkontaminasi, dan/atau membunuh setiap organisme yang berasosiasi dengan produk (mencegah pemasukan, mencegah daya hidup).

Penumpang yang sampai ke suatu negara di mana beberapa produk dilarang diperingatkan untuk membuang atau menyatakan bahwa mereka membawa barang terlarang ketika melewati pabean. Sebagian terbesar penumpang yang datang di negara baru juga perlu mengisi dengan lengkap formulir deklarasi yang menyatakan bahwa mereka tidak membawa suatu barang terlarang. Ada konsekuensi serius untuk mereka yang tertangkap melanggar undang-undang perkarantinaan, dan di Indonesia barangsiapa membawa narkoba dapat dihukum mati. Tentu saja sangat mungkin untuk membuat “profil” pendatang. Misalnya pejabat pabean berdasarkan dokumen sebelumnya dapat lebih memperhatikan pada orang yang sebelumnya telah mengunjungi negeri itu dengan kasus penyakit atau membawa sederet tumbuhan invasif. Orang demikian perlu dicermati dan ketika tertangkap tangan akan mudah mencegah masuknya IAS ke Indonesia.

C: Setelah tapal batas (*post-border*)

Pengendalian setelah tapal batas sebenarnya berupa deteksi dini dan tindakan segera. Ini akan dibahas pada bab berikutnya. Walaupun begitu pengendalian

pasca tapal batas dianggap sebagai bentuk pencegahan, sebab tindakan ini mencegah spesies agar tidak menjadi mapan dan invasif. Berbagai cara secara khusus ditujukan untuk mencegah penyebaran IAS yang telah melewati pengendalian sebelum (*pre-border*) dan pada tapal batas (*border*) dan sudah di dalam negeri. Cara pencegahan pasca tapal batas meliputi:

- Inisiatif kesadaran masyarakat.
- Pemantauan (*survei*), meliputi:
 - Program penangkapan aktif, misalnya lalat buah, program kelompok untuk penyakit hewan.
 - Pemantauan masyarakat (sering akibat dari kesadaran).
- Program respons terencana dan program pengelolaan hama.

4.7.3. Perlakuan

Perlakuan rutin komoditas (buah dan sayuran) adalah prosedur standar untuk menghilangkan spesies yang membonceng dalam komoditas itu. Ada tersedia bermacam perlakuan yang dapat dipakai untuk spesies target yang berbeda. Tujuan dari perlakuan ini adalah menghilangkan semua propagul dari semua spesies. Kalau metode perlakuan tunggal tidak 100% efektif, kombinasi berbagai perlakuan dapat digunakan.

Metode perlakuan harus:

- Seratus persen efektif untuk semua spesies.
- Menyebabkan tidak ada atau sedikit saja kerusakan pada komoditas.
- Menyebabkan penundaan hanya sebentar saja dalam transit komersial.
- Tidak ada risiko terhadap kesehatan manusia.

4.7.4. Pendidikan dan kesadaran

Pencegahan introduksi tanpa sengaja dan ilegal sangat sukar. Membuat masyarakat sadar tentang IAS dapat berakibat jauh untuk mencegah kejadian atau menghentikan aktivitas ilegal. Banyak orang memang tidak tahu atau tidak paham bahwa introduksi ilegal itu memaparkan kehidupan mereka beserta seluruh ekonomi negara pada ancaman IAS itu. Sering regulasi yang melarang introduksi biji atau hewan ternak dimaknai secara sederhana sebagai aturan birokrasi yang menyebalkan yang harus dihindari sejauh mungkin. Mendidik masyarakat umum akan mendorong orang untuk membuat keputusan yang benar tentang

mengimpor spesies yang mungkin menjadi invasif. Kecuali masyarakat sadar akan bahaya spesies invasif, mereka akan tidak peduli untuk membawa masuk hewan piaraan aneh, makanan dibawa sebagai hadiah, atau biji untuk ditanam di kebun halamannya.

4.8. Butir Kunci dalam Bab Ini

- Pencegahan lebih bagus daripada pengobatan.
- Pencegahan dalam urutan ukurannya lebih murah dari eradikasi, pengendalian dan mitigasi.
- Pencegahan adalah yang pertama, terbaik dan termurah sebagai cara pertahanan.
- Analisis risiko harus dikenakan pada semua introduksi spesies baru yang disengaja.
- Analisis risiko sebaiknya meliputi seluruh taksa, dan seluruh potensi dampak dari IAS, meliputi dampak pada keragaman biologi, berfungsinya ekosistem dan kesehatan manusia.
- Analisis risiko *pre-border* yang dimodifikasi dari WRA terdiri dari 49 pertanyaan. Setiap pertanyaan dijawab “ya” atau “tidak” atau “tidak tahu” dan akan mendapatkan skor sesuai dengan jawabannya. Jumlah skor ≥ 6 memprediksi tumbuhan itu invasif, dan ditolak, jumlah skor ≤ 1 tidak invasif dan diterima masuk, sedang jumlah skor antara 1-6 harus diuji ulang dengan seperangkat pertanyaan lain.
- Analisis Dampak Lingkungan meliputi temuan dari analisis risiko, di samping mempertimbangkan implikasi lebih luas dari introduksi yang diusulkan.
- Pejabat yang berwenang dapat menerbitkan surat izin atau lisensi untuk mengimpor spesies dengan kondisi khusus beserta dendanya ketika syarat kondisi tidak dipenuhi.
- Semua calon spesies yang baru pertama kali diintroduksi harus melalui analisis risiko.
- Harus ada derajat kepastian ilmiah/*scientific* bahwa suatu spesies tidak akan menyebabkan kerusakan sebelum disetujui untuk diintroduksi.
- Prosedur karantina harus diinstitutionalkan untuk introduksi disengaja dalam kasus di mana ada masalah pada identifikasi spesies atau perizinannya.

- Untuk introduksi yang tidak sengaja, pengelolaan jalur dan vektor akan menyaring atau *menscreen* banyak spesies asing tanpa tambahan biaya untuk tiap spesies.
- Inspeksi barang, material dan manusia harus dilakukan pada *pre-border*, *border* dan *post border*.

Bab V

Deteksi Dini dan Tindakan Cepat (DDTC) terhadap Tumbuhan Invasif di Sektor Kehutanan

5.0. Pendahuluan

Indonesia sejak abad ke-15 bahkan mungkin abad ke-10 sudah mengalami periode kedatangan spesies tumbuhan asing, yang kemudian berhasil tumbuh dan bereproduksi di Indonesia terutama di Pulau Jawa, misalnya jati (*Tectona grandis*). Pohon ini mampu tumbuh dan berbiak cepat dan pada abad ke-17 dipahami telah mendominasi vegetasi di berbagai lokasi di Pulau Jawa. Pada periode sebelumnya terjadi penyebaran agama Hindu dan kemudian Budha ke Indonesia, yang dibawa oleh orang-orang dari Semenanjung India dan Indochina. Para penyebar agama mungkin membawa bibit jati yang diberikan kepada masyarakat lokal kemudian ditanam oleh masyarakat di Pulau Jawa dan menjadi hutan jati. Ini merupakan hutan tropika tanaman pertama, ditanam oleh masyarakat lokal yang berhasil di dunia. Para pedagang Belanda menemukan hutan jati yang begitu lebat di Batavia, merasa sangat beruntung dan bersyukur bahwa walaupun Portugis telah sampai di Malaya seabad sebelumnya, tidak meninjau Pulau Jawa, terutama Batavia. Pedagang Belanda itu melihat potensi keuntungan melimpah kalau dapat mengeksploitasi hutan jati itu. Dengan lihai mereka membuat kesepakatan dagang dengan penguasa setempat untuk mengeksploitasi hutan jati itu. Hutan itu kemudian ditebang dan kayunya dimanfaatkan untuk membangun gedung, membuat kapal (sayang kayu jati tidak tahan terhadap serangan ulat laut toledo), bahkan untuk bahan bakar membuat mesiu. Para pedagang Belanda kehabisan kayu jati dan mulai mencari kayu jati dari hutan sebelah timur Batavia yang membentang di sepanjang pantai utara Pulau Jawa. Di sini terjadi konflik karena kerajaan Mataram yang berkuasa tidak mau menjual kayu jatinya. Dengan segala kelihaiannya hutan jati di seluruh Pulau Jawa akhirnya dapat dikuasai oleh pedagang Belanda. Pengelolaan hutan jati ditanggapi dengan serius, belajar dari kekeliruan eksploitasi yang menyebabkan habisnya hutan jati di sekitar Batavia, maka pengelolaan hutan diambil alih oleh pemerintah Belanda. Kemudian ahli hutan dari Jerman didatangkan untuk membantu pengelola hutan jati. Berbagai metode tebang dengan diameter minimum, tebang habis-tanam kembali misalnya

dicoba, dan perdagangan kayu jati diatur. Untuk sementara waktu pada perang dunia pertama pengelolaan hutan jati berganti tangan dari pemerintah Belanda ke Inggris di bawah kepemimpinan Thomas Stamford Raffles, di mana perdagangan kayu jati dibebaskan, yang berakibat rusaknya hutan jati karena *over-cutting*. Setelah perang dunia pertama selesai pengelolaan hutan jati ini segera dikembalikan ke pemerintah Belanda lagi, dan hutan jati kembali lagi.

Aliran masuknya spesies asing ke Indonesia terus berlanjut selama pemerintahan kolonial Belanda, dengan sangat intens. Bahkan pernah berbagai tanaman sayuran dan buah-buahan Eropa dicoba ditanam di daerah sejuk di ketinggian gunung di Pulau Jawa seperti Gunung Gede, pegunungan Dieng, Ijen, dan banyak tempat lain, yang ternyata gagal. Hanya sayuran di daerah seperti Cipanas berhasil. Model tanam paksa diterapkan pada masyarakat pribumi untuk menanam tanaman budidaya asing seperti kopi, teh, kakao, di samping tebu, dan lainnya dengan produksi yang diperdagangkan secara internasional dengan keuntungan melimpah bagi pemerintah Belanda. Importasi bibit tanaman budidaya dan penanaman secara komersial di Indonesia seperti kopi ternyata juga terbawa gulma seperti *E. valerianifolia*. Usaha mendatangkan tumbuhan asing untuk ditanam menjadi tanaman komersial dapat keliru, seperti *V. nilotica*, yang diharapkan dapat menghasilkan getah “gum” ternyata tidak demikian, karena salah pilih spesies tumbuhan; mendatangkan *M. micrantha* dengan harapan sebagai tanaman obat ternyata merupakan tumbuhan yang sangat invasif. Tumbuhan seperti *W. trilobata* yang diimpor sebagai tanaman hias karena berbunga kuning cantik ternyata ketika lepas ke alam bebas menjadi gulma invasif yang di hutan pun dapat tumbuh hebat. Eceng gondok (*E. crassipes*) adalah gulma air yang tidak asing bagi pandangan masyarakat umum karena masalah yang disebabkan nya di perairan air tawar terbuka di Indonesia, baik di sungai maupun danau. Gulma invasif ini didatangkan ke Kebun Raya Bogor oleh karena keingintahuan ahli botani, dan ternyata keingintahuan itu harus dibayar mahal oleh masyarakat karena sampai sekarang belum berhasil mengatasi masalah yang ditimbulkannya.

Di Indonesia sekarang ini ada lebih dari 1.900 spesies tumbuhan asing dan kurang lebih 300 di antaranya ditengarai menjadi gulma invasif, dan lainnya mungkin suatu saat akan menjadi invasif. Oleh karena itu adalah sangat penting untuk mendokumentasikan dan menangani spesies tumbuhan asing yang sudah ada di Indonesia entah sengaja atau tidak, dengan mempelajari potensinya sebagai

spesies invasif untuk mengantisipasi masalahnya di kemudian hari. Tanpa ada koordinasi nasional untuk Deteksi Dini dan Tindakan Cepat, beberapa spesies tumbuhan asing yang sekarang hidup bebas yang berarti terus terinkubasi, nanti suatu saat akan menjadi invasif tidak terdeteksi sampai dampak besar ditimpakan kepada masyarakat. Kasus *Rivina humilis* dan *Asystasia gangetica subsp. micrantha* berdampak besar pada perkebunan kelapa sawit, mungkin dampaknya akan tidak sebesar sekarang seandainya sudah ada Deteksi Dini dan Tindakan Cepat.

5.1. Latar Belakang Kebijakan

Deteksi Dini dan Tindakan Cepat adalah salah satu sasaran strategis yang terintegrasi untuk membangun strategi nasional menghadapi jenis/spesies asing invasif. Strategi nasional untuk menghadapi jenis/spesies asing invasif tertata dalam 7 sasaran strategis. Di antara sasaran itu yang pertama dan kedua merupakan yang paling efisien, walaupun memerlukan input pemikiran yang dalam untuk membangun sistem aplikasinya di masyarakat. Ketujuh sasaran strategis itu adalah:

1. Pencegahan spesies asing invasif masuk wilayah Indonesia.
2. Deteksi dini dan tindakan cepat.
3. Pengendalian dan mitigasi dampak.
4. Restorasi.
5. Peningkatan kapasitas baik institusi maupun sumber daya manusia.
6. Pengelolaan data informasi.
7. Kolaborasi antar institusi baik secara nasional maupun internasional.

Sasaran strategis 7 juga sangat vital; karena untuk melaksanakan 1 dan 2 agar efisien diperlukan kolaborasi dengan institusi lain untuk menjawab pertanyaan dari mana asalnya, bagaimana mengenalinya, seperti apa status taksonominya, karakter biologinya, di mana penyebarannya, berapa luas dan bagaimana mengeradikasinya dsb. Informasi itu akan diperoleh dari berbagai sumber yang dikelola oleh institusi yang berbeda; karena itu diperlukan kerja sama, atau kolaborasi. Spesies gulma invasif di Indonesia perlu disebarluaskan secara internasional agar pemerintah negara lain sadar bahwa di Indonesia ada jenis/spesies asing invasif. Kita juga memerlukan informasi serupa, yaitu jenis/spesies asing invasif apa saja yang ada di negara lain, dengan demikian kita bisa menghadapi masalahnya ketika gulma invasif itu sampai di Indonesia.

5.2. Deteksi Dini dan Tindakan Cepat

Telah dipahami bahwa strategi yang paling efektif untuk mengendalikan jenis/spesies asing invasif adalah dengan mencegah spesies asing invasif itu masuk ke wilayah Indonesia, sedang yang sudah terlanjur masuk adalah dengan mengendalikannya sedini mungkin, ketika jenis/spesies asing itu masih kecil baik dalam arti pertumbuhan atau populasinya. Untuk melaksanakan metode pengendalian yang efektif bagi gulma invasif yang terlanjur masuk ke dalam wilayah Indonesia inilah dikembangkan konsep dan implementasi deteksi dini dan tindakan cepat. Pencegahan masuk dan penanganan dini adalah usaha yang paling efisien ketika berhadapan dengan invasi baru jenis/spesies asing invasif. Keputusan eradikasi atau pembatasan (*containment*) berdasarkan analisis risiko yang tuntas dalam kebijakan deteksi dini dan tindakan cepat akan sangat bermanfaat bagi proteksi biodiversitas dari kerusakan karena invasi spesies asing invasif.

5.2.1. Tujuan

Sesuai dengan latar belakang kebijakan, maka tujuan dari DDTC adalah:

1. Membangun program pemantauan (baik dari literatur maupun lapangan) untuk meningkatkan informasi dasar spesies tumbuhan invasif baru di Indonesia.
2. Membangun sistem pelaporan yang terkoordinasi tentang invasi untuk meningkatkan komunikasi dan pengelolaan informasi tentang spesies tumbuhan invasif baru.
3. Meningkatkan kesadaran dan keterlibatan masyarakat memahami potensi ancaman spesies tumbuhan invasif.
4. Membangun kapasitas untuk mengevaluasi potensi dampak lingkungan, ekonomi dan sosial dan tingkat risiko tumbuhan invasif baru di Indonesia, serta untuk menjelaskan proses pengambilan keputusan dalam menentukan tipe respons yang sesuai bagi setiap spesies tumbuhan invasif baru.
5. Pengembangan proses pengelolaan Tindakan Cepat yang telah ditetapkan sebelumnya bagi berbagai pemangku kepentingan.
6. Mengembangkan daftar tumbuhan invasif yang sekarang belum ada di Indonesia yang akan diberi prioritas pertama dalam usaha pencegahan dan implementasi Deteksi Dini dan Tindakan Cepat apabila masuk dalam wilayah Indonesia.

5.3. Konsep

Sasaran DDTC terhadap tumbuhan invasif adalah untuk meminimalkan kemapanan dan penyebaran jenis/spesies tumbuhan invasif anyar/baru melalui kerangka kerja dan proses terkoordinasi dengan berbagai mitra kerja, baik pemerintah maupun swasta, untuk membangun sistem, melalui:

- Deteksi dini dan melaporkan spesies tumbuhan baru yang diduga invasif kepada pejabat yang ditunjuk.
- Identifikasi dan deskripsi spesimen tumbuhan di atas oleh ahli yang ditunjuk.
- Verifikasi spesies tumbuhan baru diduga invasif berdasarkan data daerah maupun nasional.
- Membuat herbarium untuk disimpan pada lembaga yang ditunjuk, berikut data tumbuhan invasif untuk disimpan di lembaga yang ditunjuk, baik daerah atau tingkat nasional.
- Evaluasi cepat untuk mengkonfirmasi rekor baru spesies tumbuhan invasif.
- Tindakan cepat terhadap invasi tumbuhan baru yang dinyatakan invasif.

Sasaran di atas tidak mudah dilaksanakan karena belum ada lembaga atau instansi yang bisa mewadahi keahlian yang diperlukan untuk melaksanakan DDTC ini. Misalnya kementerian lembaga mana bersedia mewadahi institusi DDTC? Kemudian bagaimana melaksanakan keenam butir tugas itu, seperti apa juknis, siapa yang harus melaksanakan dan lebih penting lagi siapa yang menyediakan dana?

Kementerian Pertanian pada tahun 1970-an sebetulnya pernah mempunyai brigade hama dan penyakit yang mungkin mirip dengan DDTC yang kita sasarankan. Brigade ini bahkan dilengkapi dengan pesawat ringan untuk menyemprotkan pestisida ketika dideteksi ada hama yang sedang meledak. Sejarah pengendalian gulma di Rawa Pening juga mirip dengan DDTC ini. Pernah ada komando pemberantasan eceng gondok misalnya. Sayang konsep ini hanya diimplementasikan dalam jangka pendek saja.

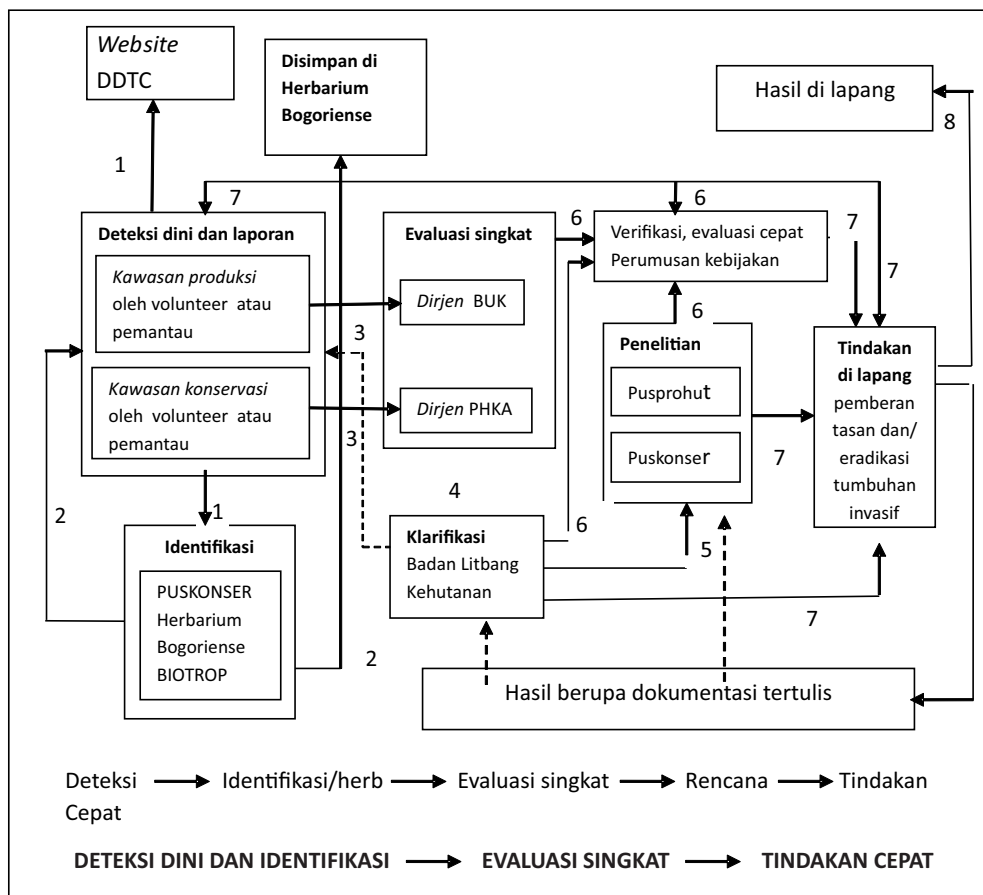
Pengalaman selama ini terkait dengan masalah gulma baru, terutama di PT Perkebunan Negara. Gulma baru akan dikirimkan ke BIOTROP untuk diidentifikasi, dan dimintakan saran pengendalian atau herbisida apa yang efektif untuk mengendalikan gulma baru tersebut.

Pola perdagangan bebas (*World Trade Organization*/WTO), menuntut negara pengekspor melengkapi setiap hasil bumi apakah tanaman pangan, perkebunan atau kehutanan dengan daftar “*pest*” dan istilah “*pest*” ini meliputi pengertian hama, penyakit dan gulma. Terkait dengan tumbuhan invasif yang diimplikasikan menyebabkan dampak negatif, maka tumbuhan invasif juga termasuk kategori pest dalam pengertian WTO. Dalam perspektif WTO dari segi perangkat pendukung WTO, Indonesia tertinggal jauh, seperti koleksi herbarium gulma atau invasif tumbuhan, koleksi hama arthropoda maupun patogen belum memadai. Memang Indonesia sudah punya Herbarium Bogoriense tempat koleksi herbarium tumbuhan. BIOTROP mempunyai koleksi herbarium gulma, dan berbagai laboratorium juga mempunyai koleksi koloni berbagai patogen maupun hama arthropoda yang sudah diawetkan, tetapi belum memadai. Bahkan Badan Karantina Tumbuhan Indonesia pernah mendapat bantuan dana dari ACIAR Australia untuk membangun koleksi “*pest*” dalam bentuk herbarium atau awetan koloni patogen dan hama arthropoda, tetapi itu belum terealisasi. Ini akan menjadi kendala dalam menyusun DDTC ini, misalnya di mana menyimpan herbarium dan berbagai awetan koloni patogen maupun hama arthropoda. Idealnya setiap propinsi mempunyai institusi seperti itu, di samping yang sekarang sudah ada seperti Pusat Herbarium di Bogor, sehingga kalau terjadi *dispute* (perbedaan materi “*pest*”, kemudian dapat diselesaikan berdasarkan koleksi materi yang ada di lokasi tempat ekspor, tidak harus mengacu pada Herbarium Pusat/Herbarium Bogoriense). Dalam perdagangan internasional ini akan mahal dan memerlukan waktu lama, untuk meverifikasi “*pest*” yang menjadi *dispute* itu.

Untuk melaksanakan tugas di atas barangkali untuk sektor kehutanan pola seperti pada gambar 8 dapat dipakai.

Pola yang digambarkan pada Gambar 8 berdasarkan kondisi yang ada sekarang, tetapi perlu dilengkapi sarana institusi di daerah agar di masa mendatang, masalah terkait dengan sarana IAS atau “*pest*” dalam pengertian WTO tidak terulang menjadi masalah lagi.

1. Volunteer atau pemantau resmi **melaporkan keberadaan** tumbuhan invasif pada lembaga yang kompeten yang ada, seperti Herbarium Bogoriense, Puskonser, BIOTROP (khusus untuk gulma dan tumbuhan invasif) atau lembaga lain yang kompeten. Pelaporan memakai protokol yang telah disiapkan, seperti di mana tumbuhan itu ditemukan, serta keadaan lingkungan



Gambar 8 Diagram alir informasi dalam mengambil kebijakan terkait dengan peraturan Deteksi Dini dan Tindakan Cepat dalam menghadapi masalah tumbuhan invasif

terkait, bagaimana cara mengumpulkan contoh materi hidup tumbuhan invasif tersebut meliputi ranting, daun, bunga, syukur ada buah, mengawetkan secara sederhana dalam kantong plastik besar ukuran 40 x 60 cm dengan alkohol, memaket dan mengirimkan ke lembaga yang ditunjuk, baik juga kalau dilampirkan potret. Penemuan tumbuhan invasif ini juga perlu dipasang di *Website* DDTC kalau sudah dibentuk. Mungkin sekretariat DDTC dapat diakomodasikan di Puskonser.

2. Lembaga yang dilaporikan akan **memeriksa** contoh, **mengidentifikasi** dan **membuat herbarium** spesimen tersebut. Sekiranya contoh yang dikirimkan **tidak cukup**, lembaga itu bisa saja minta dikirimkan lagi atau

mengunjungi tempat di mana tumbuhan invasif itu dilaporkan untuk memperoleh kepastian akan adanya tumbuhan itu. Setelah jelas identifikasi tumbuhan invasif itu maka lembaga itu akan mengirimkan informasi itu kepada pelapor.

3. Pelapor akan meneruskan kepada Dirjen terkait, yaitu kalau di kawasan produksi dilaporkan ke BUK (Badan Usaha Kehutanan), sedang yang berada dalam kawasan dilindungi seperti taman nasional, taman wisata, dilaporkan ke Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem.
4. Untuk memformulasikan kebijakan untuk mengatasi masalah tumbuhan invasif, Dirjen perlu berkolaborasi dengan Badan Litbang. Barangkali perlu dibentuk suatu **komisi evaluasi cepat** dengan anggota dari kalangan profesional, birokrat dan ahli hukum karena masalah tumbuhan invasif perlu diatasi melalui legislasi, teknis maupun birokratis.
5. Badan Litbang Kehutanan akan mempelajari di mana tumbuhan invasif itu, kalau berada dalam kawasan hutan tanaman maka akan dikirimkan ke Pusprohut, sedang kalau berada dalam kawasan hutan alam akan dikirim ke Puskonser.
6. Lembaga penelitian itu apakah Puskonser atau Pusprohut akan mengkaji dengan detail tumbuhan invasif itu, dan melakukan evaluasi cepat sebagai dasar rekomendasi untuk membuat kebijakan bersama dengan Dirjen BUK maupun PHPA, Badan Litbang Kehutanan, dan pemangku kawasan di mana tumbuhan invasif itu ditemukan.
7. Ketika tumbuhan itu dinyatakan berpotensi invasif dan baru pertama kali dikenal di daerah itu, lalu diputuskan untuk eradikasi yang harus dilakukan dengan cepat. Tindakan ini perlu direncanakan dengan cermat, dibuat perencanaan yang memadai bagaimana dieradikasi, siapa yang mengeksekusi dan siapa yang menyediakan dana serta bagaimana monitoring dan evaluasi untuk memastikan eradikasi itu efektif.
8. Hasil deteksi dini dan tindakan cepat ini ada dua yaitu di lapang yang dapat dilihat nyata tidak ada lagi tumbuhan invasif itu dan dokumentasi tertulis dengan cermat, lengkap harus diproduksi dikirimkan ke Puskonser atau Pusprohut, dan disimpan di sekretariat DDTC (kalau ada) serta dikirimkan kepada lembaga yang mengidentifikasi dan kepada herbarium yang menyimpannya.

5.4. Elemen dalam Pelaksanaan DDTC

Seperti dijelaskan dalam konsep DDTC dapat digambarkan secara sederhana bahwa sistem DDTC terdiri dari 3 subsistem, yaitu subsistem **Deteksi Dini**, subsistem **Evaluasi** dan subsistem **Tindakan Cepat**. Subsistem ini harus dikerjakan dalam waktu singkat dan berurutan. Diagram di atas didasarkan hanya pada lembaga yang sudah ada sekarang, khususnya untuk sektor kehutanan dan tidak membuat lembaga baru seperti DDTC Nasional misalnya. Ini meliputi 5 elemen :

1. Deteksi dan pelaporan.
2. Identifikasi dan pembuatan *voucher*.
3. Evaluasi cepat.
4. Perencanaan.
5. Tindakan cepat.

5.4.1. Deteksi dan pelaporan

Langkah vital dalam menangani masalah tumbuhan invasif adalah untuk mengetahui bahwa tumbuhan invasif itu ada, dan di mana. Mendeteksi tumbuhan invasif anyar/baru memerlukan bantuan dari warga masyarakat umum. Dalam proses mendeteksi tumbuhan invasif ini masyarakat Indonesia dapat dilibatkan lebih intim untuk memahami flora yang mereka miliki di lokasi tempat tinggal mereka masing-masing.

Sasaran (Goal): Membangun sistem deteksi dini dan tindakan cepat terhadap tumbuhan invasif.

Tujuan : Membangun mekanisme untuk deteksi dini dan pelaporan tumbuhan yang diduga bersifat invasif oleh masyarakat dan membangun jejaring kerja formal bagi pelapor amatir maupun profesional.

Aksi 1: Membangun jejaring Deteksi Dini tentang tumbuhan invasif anyar/baru

- Bangun kader profesional untuk melakukan deteksi aktif dan koordinasikan dengan jejaring *volunteer* secara nasional. Jejaring *volunteer* ini diharapkan berfungsi dan mendukung deteksi pada semua tingkatan.
- Kembangkan jejaring Deteksi Dini secara nasional (di kawasan hutan) dari para penyayang tumbuhan amatir maupun profesional di seluruh wilayah

Indonesia untuk membantu mendeteksi dan melaporkan spesies tumbuhan anyar/baru yang meliputi kerja sama dengan LIPI dan karantina, baik karantina tumbuhan, ikan maupun hewan, kementerian perdagangan, para penjual tanaman hias di lapang, dan lainnya untuk membangun sistem *web-based* dan memantau perdagangan spesies tumbuhan asing di internet. Dorong deteksi dan pelaporan oleh para *developer* pemukiman, pemilik perkebunan swasta maupun negara, peternak besar maupun kecil, HPH, pengelola taman nasional, pedagang tanaman hias, dan lain sebagainya.

Aksi 2: Membuat buku petunjuk tentang DDTC lengkap dengan alamat penggiatnya

- Buat direktori untuk DDTC dan desain *website* untuk menampung dan komunikasi tentang spesies tumbuhan invasif.

Aksi 3: Kembangkan insentif untuk para penyayang tumbuhan

- Buat desain insentif untuk para penyayang tumbuhan agar menjadi aktif dalam jejaring.

Aksi 4: Kembangkan program pelatihan dan sertifikasi volunteer

- Kembangkan program pelatihan dan sertifikasi *volunteer* untuk deteksi spesies tumbuhan yang ditargetkan.

Aksi 5: Buat daftar spesies target

- Buat gambar (potret) dilengkapi dengan keterangan singkat untuk identifikasi tumbuhan invasif di berbagai sistem lahan (hutan produksi, hutan konservasi, hutan lindung, taman nasional, perkebunan, perairan, pertanian dll.).
- Kembangkan suatu sistem komputer untuk identifikasi spesies target yang menimbulkan masalah di berbagai risiko pada unit lahan tertentu (seperti hutan produksi, hutan konservasi, taman nasional, dll.).

Aksi 6: Pembangunan website gratis untuk umum

- Ciptakan *website* yang bisa diakses oleh setiap orang untuk membandingkan tumbuhan yang mereka temukan dengan yang ada di dalam *website* itu.

Aksi 7: Mencari dukungan dari lembaga daerah untuk menjadi contact person

- Minta staf daerah (dinas-pertanian, kehutanan, perairan, karantina, penyuluh, berbagai lembaga penelitian, lembaga pendidikan, kontraktor pengendali

gulma hama maupun penyakit (kalau ada) untuk menjadi titik kontak dalam jejaring kerja ini.

5.4.2. Identifikasi dan pembuatan *voucher*

Identifikasi cepat dan akurat terhadap potensi ancaman tumbuhan invasif adalah langkah penting pertama sebelum menentukan target dan mengeliminasi ancaman terkait.

Sasaran (Goal) : Membangun protokol standard untuk deteksi dini, penyerahan spesimens, identifikasi/dokumentasi, verifikasi, pembakuan informasi, dan pelaporan tentang tumbuhan yang diduga sebagai tumbuhan invasif anyar/baru.

Tujuan: Meningkatkan kapasitas untuk dengan cepat dan efektif mengidentifikasi, membangun *voucher* dan menyusun laporan tumbuhan yang diduga invasif adalah langkah-langkah yang harus diikuti dalam sistem DDTC.

Aksi 1: Inventarisasi lembaga yang mempunyai herbarium tumbuhan dan koordinasikan agar memberikan jasanya untuk mendukung DDTC

- Herbarium Bogoriense
- Puskonser
- BIOTROP
- Universitas Andalas
- Universitas Tadulako
- dan lembaga lainnya

Aksi 2: Membuat buku saku kunci identifikasi

- Buat buku saku dengan gambar digital serta deskripsi taksonomis sederhana, lalu cetak dan distribusikan kepada para pengguna DDTC sebagai usaha untuk meningkatkan kapasitas identifikasi, terutama untuk spesies tumbuhan yang diketahui invasif di Indonesia.

Aksi 3: Tentukan herbarium dan laboratorium identifikasi tumbuhan

- Pastikan bahwa satu atau lebih laboratorium diagnostik tumbuhan atau herbaria ditunjuk untuk membantu membangun jaringan Deteksi Dini dan mengidentifikasi serta membuat *voucher* dari jenis/spesies tumbuhan yang diduga invasif.

Aksi 4: Mengidentifikasi spesimen yang sulit

- Ketika spesimen sukar diidentifikasi, hubungi ahli biosistematika untuk membantu mengidentifikasi spesimen yang sulit diidentifikasi padahal terduga invasif dan dicatat sebagai *record* pertama baik di propinsi maupun secara nasional.

Aksi 5: Verifikasi tumbuhan baru di propinsi maupun nasional

- Berkoordinasi dengan herbarium daerah (kalau ada) dan herbarium pusat (Herbarium Bogoriense) serta dengan ahli botani di lapang untuk menentukan apakah betul spesimen itu baru di propinsi itu atau baru secara nasional.

Aksi 6: Dorong untuk mendokumentasikan data jenis/spesies tumbuhan anyar/baru

- Dukung usaha untuk membangun *database online* agar data yang tersebar dapat diakses, misalnya data yang ada di LIPI, Herbarium Bogoriense, Herbarium Universitas Andalas, BIOTROP, Puskonser dll. dapat dijadikan satu *database* untuk kemudahan akses *database* bagi pihak yang memerlukannya.

Aksi 7: Kembangkan prosedur untuk membuat dan menyerahkan laporan tumbuhan anyar/baru yang telah dikonfirmasi

- Kembangkan protokol dan prosedur untuk menyerahkan laporan tumbuhan anyar/baru yang telah dikonfirmasi kepada *database* anggota sistem DDTC.

Aksi 8: Serahkan laporan tumbuhan anyar/baru yang telah dikonfirmasi kepada pejabat yang ditunjuk

- Kembangkan protokol dan prosedur untuk menyerahkan file dokumentasi tertulis tumbuhan anyar/baru kepada pejabat yang ditunjuk.

5.4.3. Evaluasi cepat

Begitu tumbuhan anyar/baru itu diidentifikasi dan diverifikasi sebagai tumbuhan anyar/baru yang belum pernah ada sebelumnya, evaluasi cepat segera dilaksanakan untuk menentukan potensi ancaman terhadap berbagai habitat dan bagaimana status regulasinya. Evaluasi cepat itu harus dapat menentukan apa yang harus dikerjakan dan bagaimana caranya.

Sasaran (*goal*): Melakukan evaluasi cepat berdasarkan kajian ilmiah akurat dari tumbuhan baru yang sudah diverifikasi.

Tujuan 1: Melakukan evaluasi ekologis untuk menentukan potensi invasif dari tumbuhan anyar/baru yang sudah diverifikasi.

Aksi 1: Kembangkan proses evaluasi ekologis

- Menyelenggarakan lokakarya mengembangkan proses evaluasi ekologis untuk mengevaluasi keinvasian tumbuhan baru yang mungkin akan menginvasi habitat yang ada dan potensi dampak negatifnya pada sistem ekonomi.

Aksi 2: Melaksanakan evaluasi ekologis tumbuhan anyar/baru itu

- Pastikan bahwa **komisi evaluasi cepat** memperoleh data yang diperlukan dari penelitian di Puskonser maupun Pusprohut dan cepat menyelesaikan tugasnya.
- Integrasikan dengan data yang ada dari literatur dan pastikan dalam lokakarya ada peserta dari lembaga karantina, himpunan profesi seperti GULMA, PEI, PFI, Crops Life, HMPN, dan pemerintah daerah kabupaten maupun propinsi.

Tujuan 2: Tentukan status regulasi yang memadai bagi tumbuhan invasif baru yang telah diverifikasi.

Aksi : Lakukan analisis risiko

- Dukung usaha melakukan analisis risiko terhadap semua tumbuhan invasif anyar/baru yang telah diverifikasi.
- Kembangkan kerja sama antar daerah tentang analisis risiko dan berbagi informasi tentang hasil analisis risiko tumbuhan invasif.

Tujuan 3: Kembangkan dan koordinasikan bantuan teknis untuk mengevaluasi dengan cepat tumbuhan invasif anyar/baru yang telah diverifikasi.

Aksi: Sediakan bantuan teknis untuk menginisiasi evaluasi cepat

- Bangun kader spesialis bantuan teknis untuk menyediakan bantuan di lokasi ataupun di tempat jauh untuk evaluasi cepat dari tumbuhan baru yang sudah diverifikasi.

5.4.4. Perencanaan

Perencanaan yang efektif memerlukan pendekatan visioner yang jauh melampaui batas hari ini dan mendefinisikan tujuan jangka panjang untuk tujuan masyarakat Indonesia sejahtera. Dalam konteks ekologi, komisi evaluasi cepat perlu merencanakan pengelolaan aktivitas tindakan cepat untuk membantu masyarakat memperoleh ekosistem lebih sehat dalam jangka panjang melalui pencegahan dan eradikasi tumbuhan invasif yang mungkin merusak keseimbangan dan mengancam kondisi ekosistem sehat yang didambakan.

Sasaran (goal) : Mengembangkan kapasitas untuk secara efektif merencanakan legislasi dan pengelolaan aktivitas tindakan cepat pada tumbuhan anyar/baru yang dideteksi dan berpotensi menjadi invasif.

Tujuan: Mengembangkan pendekatan baku untuk menentukan legislasi dan aktivitas pengelolaan yang tepat pada tumbuhan invasif anyar/baru yang sudah diverifikasi.

Aksi 1: Mengembangkan sistem prioritas tindakan

- Mengembangkan sistem prioritas tindakan dari tumbuhan invasif anyar/baru yang didasarkan pada kategori potensi invasif pada habitat tertentu, distribusi dan aksi regulasi yang direkomendasikan.

Aksi 2: Mengembangkan database dari evaluasi yang sudah lengkap

- Begitu spesies tumbuhan anyar/baru selesai dievaluasi status invasif dan legislasinya, maka kembangkan *database* evaluasi yang sudah lengkap secara *online*, untuk para pengguna, seperti pengelola taman nasional atau hutan konservasi atau proteksi lainnya, HPH, para administrator, dan lainnya seperti yang diperlukan.

5.4.5. Tindakan cepat

Begitu evaluasi cepat selesai dan tindakan cepat sudah direkomendasikan, pemangku kepentingan yang kena dampak, serta pejabat publik terkait perlu diorganisasi untuk menyelenggarakan kampanye besar-besaran melawan penginvasi. Tindakan cepat adalah di mana aksi diambil dengan cepat untuk mengisolasi, mencegah reproduksi dan kalau mungkin mengeliminasi penginvasi.

Sasaran (goal): Menunjang dan mengkoordinasi tindakan cepat mengeradikasi infestasi baru.

Tujuan 1: Menunjang pengembangan kapabilitas sektor kehutanan untuk tindakan cepat.

Aksi: Mengembangkan rencana tindakan cepat yang umum

- Mengembangkan protokol tindakan cepat yang bersifat umum dan prosedur aksi di wilayah kehutanan, baik pada hutan produksi maupun hutan proteksi, dan kelompok masyarakat hutan yang ada, meliputi protokol dasar untuk survei deteksi dan delimitasi data yang dikumpulkan saat perlakuan, dan metode survei evaluasi pasca perlakuan. Sebarkan tindakan cepat umum ini ke berbagai *website* dan publikasi.

Tujuan 2: Mengembangkan dan menyediakan keahlian teknis metode dan prosedur tindakan cepat.

Aksi 1: Memperluas kapabilitas bantuan teknis

- Mengembangkan kader ahli dan spesialis teknis untuk mendukung inisiatif tindakan cepat di tempat lokasi maupun lokasi jauh.

Aksi 2: Mengidentifikasi bantuan teknis untuk pengembangan metodologi baru

- Di mana metode eradikasi dan pengelolaan belum ada, atau tidak efektif, identifikasi topik-topik penelitian yang diperlukan untuk mengembangkan teknologi pengelolaan dan eradikasi.

Tujuan 3: Mengembangkan sistem dan pendekatan yang lebih baik untuk mengidentifikasi opsi pengelolaan dan prioritas yang secara biologis dapat dipertanggungjawabkan.

Aksi: Mengembangkan sistem pengelolaan dengan prioritas yang benar

- Pelajari berbagai metode pengelolaan dan pilih yang sesuai.

Tujuan 4: Identifikasi dan singkirkan hal yang menghalangi terlaksananya inisiatif tindakan cepat.

Aksi: Pelajari legislasi yang ada. Kalau peraturan itu sudah tidak sesuai, lakukan penelitian untuk menghasilkan data sebagai bahan untuk mengubah peraturan yang ada, sehingga dapat mengambil tindakan cepat pada tumbuhan invasif baru.

Tujuan 5. Identifikasi dan implementasikan protokol monitoring.

Aksi 1: Kembangkan, uji dan implementasikan protokol monitoring

- Komite tindakan cepat membangun protokol monitoring, kemudian menguji dan mengimplementasikan.

Aksi 2: Adakan pelatihan bagaimana mempergunakan protokol

- Selenggarakan lokakarya bagi "train-the-trainer" tentang bagaimana memakai protokol monitoring.
- Selenggarakan pelatihan bagi pengguna di lapang dan di berbagai daerah tentang protokol monitoring ini untuk memastikan penggunaan yang benar.

Aksi 3: Kembangkan metode umpan balik tentang tindakan cepat ini

- Kembangkan mekanisme pelaporan hasil monitoring pasca pengelolaan ini dan indikasikan pada jejaring bahwa lebih banyak tindakan perlu dilakukan.

5.5. Pembahasan

Gagasan Deteksi Dini disertai dengan Tindakan Cepat adalah rangkaian upaya pengelolaan tumbuhan invasif di Indonesia. Mengingat bahwa belum ada institusi atau lembaga yang melaksanakan deteksi dini dan tindakan cepat, maka disarankan usaha ini dikerjakan di bawah administrasi Kementerian **Lingkungan Hidup dan Kehutanan** dengan harapan segera dapat berfungsi, setidaknya dalam kawasan kehutanan. Dalam perspektif nasional sebenarnya akan cukup memadai bahwa Deteksi Dini dan Tindakan Cepat terhadap tumbuhan invasif ini berada di bawah Kementerian **Lingkungan Hidup dan Kehutanan**. Wilayah Indonesia di luar kawasan pertanian sebagian besar berada dalam pengelolaan Kementerian **Lingkungan Hidup dan Kehutanan**. Oleh karena itu sudah memadai kalau DDTC dikelola di bawah Kementerian **Lingkungan Hidup dan Kehutanan**. Pengelolaan tumbuhan invasif di kawasan pertanian sudah terintegrasi dalam pengelolaan sistem produksi, baik dalam praktek agronomi maupun, dalam tatanan modern sekarang, masuk dalam Pengelolaan Hama Terpadu, ketika hama seperti pemahaman WTO meliputi serangga hama, patogen dan gulma.

Pada tataran praktis, yang melihat pertama di alam bisa siapa saja seperti anggota masyarakat umumnya, anggota organisasi profesi seperti HIGI atau pejabat pemerintah baik dari kehutanan, pertanian atau berbagai lembaga

swadaya. Tetapi kepada siapa temuan itu dilaporkan untuk ditangani adalah masalah penting. Pada prinsipnya, penglihatan ini harus dilaporkan ke Puskonser di Bogor. Puskonser akan menjadi simpul pertama untuk menerima laporan adanya tumbuhan invasif baru. Puskonser bisa menunjuk kelompok IAS sekarang untuk bertanggung jawab menangani DDTTC ini. Hal ini harus dikuatkan dengan Surat Keputusan (SK) dan segera membentuk jejaring komunikasi dengan seluruh wilayah di Indonesia (dinas kehutanan kabupaten, atau lebih kecil lagi, dinas pertanian, dinas perikanan, pemerintah daerah, dan lain-lain). Keterlibatan pemerintah daerah menjadi vital, karena dengan sistem otonomi daerah diharapkan sistem ketahanan sumber daya alam juga harus menjadi perhatian pemerintah daerah. Pemerintah daerah misalnya diharapkan mempunyai herbarium sendiri yang dikelola oleh ahli taksonomi atau sistematika tumbuhan. Koleksi daerah seperti ini bisa saja dibentuk dengan kesepakatan dari beberapa propinsi untuk membangun satu herbarium komplit, karena kelak herbarium ini akan bermanfaat ketika terjadi konflik identifikasi.

Puskonser dengan perangkatnya akan bermitra dengan BUK, Ditjen KSDAE dan dengan berbagai direktorat di bawah Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, sehingga keberadaan tumbuhan invasif akan dapat terdeteksi segera, dapat dilaporkan ke Puskonser, dan di bawah koordinasi Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, harus segera diambil langkah nyata seperti digambarkan dalam diagram.

Bab VI

Pengelolaan Invasi Spesies Tumbuhan Invasif

6.0. Pendahuluan

Biasanya terdapat banyak spesies tumbuhan invasif pada suatu sistem pemanfaatan lahan, seperti daerah konservasi, tanaman perkebunan, dan sistem produksi pertanian lainnya. Ketersediaan biaya untuk mengelola spesies tumbuhan invasif seperti itu biasanya terbatas. Pengelolaan IAS adalah metode untuk meminimalkan ancaman terhadap biodiversitas, kemakmuran dan kesehatan manusia, serta ekonomi dengan cara yang efisien. Langkah pertama dalam pengelolaan ini adalah melakukan analisis risiko serta analisis fisibilitas pengelolaan agar dapat memberikan rekomendasi langkah apa yang harus diambil terhadap setiap spesies tumbuhan invasif yang ada dalam sistem produksi itu. Istilah pengelolaan risiko (yaitu **untuk menghindari, memitigasi atau mentolerir risiko**) diadopsi agar searah dengan istilah standar generik dari pengelolaan risiko. Standar ini, yang sekarang telah diadopsi sebagai suatu organisasi Internasional untuk Standarisasi (*ISO standard*), menyatakan bahwa pengelolaan risiko adalah seluruh proses dari identifikasi, penilaian, dan intervensi risiko. Akan tetapi istilah ini berbeda dengan istilah yang dipakai oleh IPPC (*International Plant Protection Convention*) yang menyatakan bahwa analisis risiko adalah sebagai keseluruhan proses dan menyamakan pengelolaan risiko dengan intervensi risiko.

Pengelolaan risiko adalah suatu perangkat analisis yang diaplikasikan pada spesies invasif yang sudah ada di dalam suatu negara. Berbeda dengan sistem analisis risiko *pre-border*, yang ditujukan pada pencegahan risiko dari serangan spesies tumbuhan invasif baru, sistem analisis risiko *post border* ditujukan pada prioritas pengelolaan spesies tumbuhan invasif yang ada di dalam suatu negara atau daerah berdasarkan tingkat risiko yang mereka berikan.

6.1. Analisis Risiko

Seperti sudah diuraikan pada Bab II dan lebih lanjut dijelaskan pada Bab IV, risiko didefinisikan sebagai peluang terjadinya suatu peristiwa oleh karena keputusan kita. Sehubungan dengan spesies tumbuhan invasif, dipahami bahwa peluang suatu tumbuhan menjadi invasif lebih besar ketika tumbuhan itu

mempunyai karakter invasif daripada tumbuhan yang tidak mempunyai karakter itu. Oleh karena itu penting sekali untuk mengetahui, memahami serta mengobservasi tumbuhan yang mempunyai karakter invasif ini dan banyak karakter yang mendukung keinvasifan suatu tumbuhan. Karena itu keinvasifan tumbuhan bervariasi dari satu spesies ke spesies tumbuhan lainnya dan kriteria keinvasifan sudah distandarisasi dalam evaluasi risiko. Risiko bervariasi bukan saja dalam hal **peluang** tetapi juga besarnya **dampak** dan **potensi distribusi** spesies terkait. Untuk mengukur risiko dari suatu tumbuhan invasif dipakai sistem skoring. Skor yang lebih tinggi yang diberikan pada suatu tumbuhan berarti tumbuhan itu membawa risiko lebih besar, misalnya tumbuhan invasif yang mampu tumbuh di bawah kanopi yang rapat dari tumbuhan asli, akan mendapatkan skor lebih tinggi daripada tumbuhan yang hanya mampu tumbuh di tempat terbuka. Tumbuhan yang mampu memproduksi biji *viable* dalam jumlah yang melimpah banyak akan membawa skor yang lebih tinggi daripada tumbuhan yang mampu memproduksi hanya sedikit biji. Skor dari risiko diperoleh dari hasil perkalian tiga komponen berikut:

$$\text{Risiko} = \text{keinvasifan} \times \text{dampak} \times \text{potensi distribusi}$$

Pemberian skor untuk setiap faktor yang membangun komponen risiko tergantung pada skala yang dipakai oleh penganalisis. Oleh karena itu banyak diperdebatkan bahwa analisis risiko ini bersifat subyektif. Akan tetapi sistem skor yang dipakai adalah terbuka untuk siapa saja yang ingin mengkoreksinya. Memang kemudian ada beberapa sistem analisis risiko seperti Hiebert dan Stubbendieck (1993), FAO (2006), Alberta Invasive Alien Species Risk Assessment Tool Version 3. (2006), Virtue (2010). Dalam keseluruhan sistem ini dikonstruksikan bahwa skor yang lebih tinggi mengindikasikan risiko yang lebih besar. Dalam diskusi dan pembahasan selanjutnya dalam buku ini dipakai metode Virtue (2010) dari Australia, dengan pertimbangan metode ini dapat dipakai dengan ketersediaan data yang terbatas. Berdasarkan skor itu risiko itu dikategorikan sebagai “dapat diabaikan”, “rendah”, “medium”, “tinggi” dan “tinggi sekali”.

Kriteria keinvasifan memberikan indeks nisbi dari laju penyebaran gulma atau tumbuhan invasif. Ada beberapa faktor yang mempengaruhinya:

1. **Kemampuan mapan** tumbuhan invasif itu di antara tumbuhan yang sudah lama mapan di situ dengan kanopi yang lebat, seperti tanaman perkebunan yang sudah berumur lebih dari 10 tahun atau hutan tropika yang masih lebat. Tumbuhan invasif seperti ini dianggap mempunyai risiko tinggi untuk

mampu menginvasi lokasi yang ada. Sebaliknya tumbuhan invasif yang hanya mampu mapan setelah peristiwa perubahan vegetasi yang signifikan seperti kebakaran besar, kekeringan atau tekanan penggembalaan yang lama, dinilai mempunyai risiko invasi yang lebih rendah.

2. **Kemampuan reproduksi** yang tergantung pada laju reproduksi. Spesies tumbuhan yang sangat invasif biasanya menyelesaikan proses produksi awal lebih awal daripada spesies lain, mempunyai sistem produksi propagul biji atau sarana propagul lain, (seperti bulbus, umbi, anakan dari akar, rhizoma, stolon) yang efisien.
3. **Kemampuan menyebar.** Spesies dengan propagul (biji dan/atau vegetatif) yang secara teratur memencar jauh dari tumbuhan induk memberikan peluang tinggi sebagai tumbuhan invasif. Kemampuan penyebaran tergantung pada jumlah moda penyebaran, frekuensi kejadiannya dan jauhnya pemencaran tersebut. Moda penyebaran meliputi angin, air, hewan terbang, hewan melata (meliputi satwa lokal, hama dan ternak), penyebaran disengaja oleh manusia (spesies yang ditanam sebagai tanaman budidaya, padang rumput, dan/atau tanaman hias), pennebaran oleh manusia secara tidak sengaja (karena menempel pada baju), pennebaran oleh kendaraan (mobil truk, mesin pertanian, kapal, mesin berat pembuat jalan) dan kontaminasi hasil pertanian (rumput makanan ternak, sereal, bahan bangunan jalan dsb.).

Kriteria dampak meliputi dampak tumbuhan invasif terhadap ekonomi, lingkungan dan sosial, dan ini merupakan dasar untuk tumbuhan demikian disebut sebagai gulma atau tumbuhan invasif. Sukar sekali menilai dampak demikian dalam arti moneter, karena keterbatasan data yang ada untuk sebagian besar gulma dan kesulitan mengevaluasi secara ekonomi dari sistem alam yang ada. Oleh karena itu lebih sederhana untuk fokus pada tipe dan besarnya dampak yang dapat disebabkan oleh suatu tumbuhan invasif. Dampak dalam kriteria ini diukur berdasarkan per unit areal, dan besarnya dampak sering terkait dengan densitas tumbuhan invasif itu atau abundansinya. Total potensi dampak kemudian merupakan fungsi dari dampak dan potensi distribusi. Pada bentuknya yang paling sederhana adalah dampak per unit areal x total areal. **Enam faktor kunci adalah:**

1. **Kompetitif eksklusif** terhadap spesies tumbuhan lain. Gulma atau tumbuhan invasif melalui kompetisi atau alelopati menurunkan kemapanan tumbuhan yang dikehendaki secara signifikan (seperti tanaman budidaya,

padang rumput, vegetasi *indigenous*) mempunyai risiko yang lebih besar. Pada kasus yang ekstrim, spesies tumbuhan invasif tertentu dapat membentuk komunitas monokultur yang terdiri dari hanya tumbuhan invasif itu saja.

2. **Menurunkan hasil/biomassa** tumbuhan lain. Ini menjelaskan pengaruh kompetisi tumbuhan invasif itu pada ukuran tumbuhan yang dikehendaki pada saat panen atau saat dewasa. Ini bisa berarti penurunan hasil gabah atau sereal, hijauan, buah atau pohon atau hasil kayu atau penurunan biomassa dari vegetasi asli atau natif yang ada di situ.
3. **Menurunkan kualitas produk atau jasa.** Contoh dari dampak ini meliputi cacat daging atau susu, pewarnaan air minum, kontaminasi biji tumbuhan invasif pada produk pertanian, dan kerusakan struktural pada jalan, jembatan atau gedung. Untuk ekosistem alam urusan utama dampak ini adalah penurunan diversitas spesies tumbuhan *endogenous*, menurunkan nilai konservasi alam, rekreasi dan turisme.
4. **Hambatan gerakan fisik.** Ini meliputi hambatan gerakan air (dalam sistem buatan maupun alam), gerakan manusia (berjalan biasa atau dengan kendaraan, mesin-mesin lain atau perahu dan kapal), dan hewan (seperti ternak terhalang aksesibilitasnya ke padang rumput atau gerakan satwa lokal ke daerah perkembangbiakannya). Gulma invasif yang membentuk vegetasi tinggi, padat dan berduri mendapatkan skor yang tinggi sekali sebagai tumbuhan invasif.
5. **Kesehatan manusia/hewan.** Ini mempertimbangkan adanya peluang untuk meracuni, reaksi alergi, dan/atau cedera fisik dari onak dan duri tumbuhan invasif itu.
6. **Mengubah proses ekosistem.** Proses ekosistem yang dapat berubah secara signifikan oleh densitas gulma invasif yang tinggi meliputi rezim api (melalui berbagai pengaruh pada frekuensi dan intensitas api), tingkat fiksasi nitrogen, suplai dan keperluan air, sedimentasi tanah dan erosi dan akumulasi garam. Di samping itu gulma invasif seperti itu mungkin menjadi habitat atau bahkan sumber makanan bagi hewan hama atau berperan sebagai inang alternatif bagi hama dan penyakit tumbuhan.

Kriteria distribusi potensial. Kriteria ini mempertimbangkan total areal yang mungkin dapat diinvasi seandainya tumbuhan invasif itu dibiarkan tanpa kendali. Makin besar potensi distribusi, makin besar risiko tumbuhan invasif itu. Ini mungkin dideskripsikan dalam pengertian areal yang berisiko (seperti dalam

hektar), proporsi kawasan yang mungkin diinvasi (%) atau dari proporsi lahan yang dimanfaatkan yang mungkin diinvasi (%). Distribusi potensial secara ideal diprediksi memakai model iklim yang ditumpangtindihkan pada peta toleransi tanah dan pemanfaatan lahan dalam *framework GIS (Geografic Information System)*:

1. **Kesesuaian iklim.** Perangkat lunak model iklim seperti CLIMEX dapat memberikan perkiraan yang bagus dari areal yang sesuai untuk gulma invasif yang sedang kita pertimbangkan, asalkan input data didasarkan pada seperangkat titik lokasi yang merepresentasikan keberadaan spesies tersebut sekarang, baik daerah sebaran aslinya maupun kisaran dunia lokasi naturalisasinya. Minimal potensi distribusi dapat dibuat urutannya dengan secara visual mencocokkan distribusi luar negeri yang telah diketahui dengan zona iklim yang mirip dalam areal pengelolaan memakai peta. Pemodelan iklim bervariasi keakuratan prediksinya, karena keterbatasan data distribusi, modelnya sendiri, dan apakah lain faktor dari iklim umumnya memberikan batas signifikan pada distribusi spesies itu (seperti kompetisi tumbuhan, hama dan penyakit). Potensi distribusi mungkin berlebihan estimasinya secara signifikan untuk spesies yang normalnya terbatas pada areal yang tetap lembab, seperti habitat riparian atau rawa. Tetapi metode ini tidak mungkin dipakai di beberapa negara berkembang karena ketidaktersediaan perangkat keras maupun datanya. Pada titik ini solusi terbaik adalah memperoleh informasi yang tersedia di literatur tentang pengaruh kondisi iklim pada kelakuan tumbuhan.
2. **Toleransi tanah.** Menumpangtindihkan toleransi tanah dengan prediksi berdasarkan iklim dapat meningkatkan akurasi potensi distribusi tumbuhan invasif secara signifikan. Akan tetapi, harus diingat bahwa ini tergantung pada ketersediaan peta tanah untuk kawasan yang sedang dievaluasi, dan pada pengetahuan tentang toleransi tanah dari gulma invasif terkait.
3. **Pemanfaatan lahan yang rentan.** Gulma invasif berbeda menginvasi dan berdampak pada ekosistem/pemanfaatan lahan berbeda, karena perbedaan dalam ketersediaan sumber daya dan rezim kerusakannya. Ketika peta pemanfaatan lahan tersedia maka ini kemudian dapat ditumpangtindihkan dengan peta iklim dan toleransi tanah untuk lebih meningkatkan akurasi potensi distribusi.

Skor risiko, hasil, atau kombinasi dari keinvasian, potensi distribusi dan dampak dinyatakan dalam angka dan dikategorikan menjadi “dapat diabaikan”, “rendah”, “medium”, “tinggi” dan “tinggi sekali”.

6.2. Fisibilitas

Fisibilitas adalah suatu ukuran apakah aktivitas dapat dikerjakan dengan mudah dengan dana dan teknologi yang ada dan aman terhadap lingkungan. Suatu invasi dari spesies tumbuhan invasif yang meliputi areal yang sangat luas akan memerlukan dana yang sangat besar yang tidak dapat dipenuhi oleh dana yang tersedia bukanlah suatu proposal yang fisibel. Tipe proposal seperti ini dengan skor yang tinggi tidaklah fisibel.

Dalam istilah ekonomi sederhana, total biaya dari program pengendalian terkoordinasi yang berhasil adalah fungsi dari total areal yang terinvasi, biaya pengendalian per tahun per unit areal, dan jumlah tahun yang diperlukan untuk mencapai tingkat pengendalian yang dikehendaki. Akan tetapi data kuantitatif untuk kalkulasi semacam ini tidak tersedia. Untuk mengurutkan fisibilitas pengendalian terkoordinasi, tiga kriteria kunci yang perlu diperhatikan adalah **distribusi saat ini, biaya pengendalian dan durasi usaha pengendalian**.

Kriteria distribusi saat ini (*current distribution*) mendeskripsikan total area yang telah diinvasi tumbuhan invasif ini. Peta penyebaran tumbuhan invasif saat ini dalam areal pengelolaan sangat diperlukan untuk menghadapi kriteria ini. Makin kecil ukuran dan jumlah invasinya dari suatu tumbuhan invasif maka makin mudah untuk mencapai pengendaliannya.

Tiga faktor kunci adalah:

- **Faktor 1. Distribusi saat ini.** Total areal yang diinvasi. Ini adalah areal yang dicirikan oleh semua tumbuhan yang telah diketahui manfaatnya lalu dijumlahkan untuk semua invasi. Ini meliputi pemanfaatan lahan di mana tumbuhan invasif itu tumbuh di dalam areal yang sedang dievaluasi. Ini meliputi areal kebun yang diusahakan sebagai kesenangan atau lahan pertanian dengan usaha tanaman budidaya untuk komersial. Areal terinvasi dapat dinyatakan sebagai areal riil (dalam hektar), proporsi kawasan yang diinvasi (%), atau proporsi lahan yang diinvasi (%).
- **Faktor 2. Jumlah invasi.** Ini jumlah situs yang terinvasi yang berbeda lokasinya secara nyata, yang secara independen harus dicari dan dikendalikan. Invasi mungkin dipisahkan satu dengan lainnya dengan jarak, batas alam (sungai), kepemilikan/batas l atau tipe tanah berbeda. Usaha pengendalian meningkat dengan jumlah infestasi yang meningkat (seperti frekuensi mengangkut peralatan, meningkatnya usaha *liaison* dengan berbagai pihak).

- **Faktor 3. Aksesibilitas invasi.** Ini terkait dengan waktu perjalanan ke lokasi invasi dan gerakan dalam areal invasi, untuk aktivitas pencarian dan pengendalian. Dua subfaktor yang menambah kesulitan ini adalah jarak maksimum antara invasi dan kemudahan bergerak dalam areal yang diinvasi. (seperti kendala karena kemiringan lahan, banyaknya batuan, kondisi vegetasi yang padat dan/atau adanya air).

Kriteria biaya pengendalian mempertimbangkan pengeluaran sehubungan dengan pencarian tumbuhan invasif, usaha pengendaliannya, dan usaha untuk melibatkan para pemangku kepentingan.

Tiga faktor kunci adalah:

- **Faktor 1. Biaya pengendalian - Kemudahan deteksi.** Tumbuhan invasif yang sukar dideteksi akan memerlukan usaha yang lebih besar untuk menemukannya. Dua subfaktor adalah kemudahan untuk menentukan lokasi invasi baru dan kemudahan untuk menentukan lokasi individu di dalam invasi yang telah diketahui sebelumnya dan sebelum bereproduksi. Keduanya tergantung pada bagaimana jelas tumbuhan invasif itu di antara vegetasi lainnya, tingginya tumbuhan invasif itu dan periode siklus hidupnya. Atau individu tidak dapat ditemukan sebelum reproduksi. Apabila invasi baru tidak dapat dideteksi dengan cepat maka fisibilitas pengendalian terkoordinasi akan sangat rendah.
- **Faktor 2. Biaya pengendalian - Perlakuan invasi.** Perlakuan invasi tumbuhan invasif memakai berbagai teknik pengendalian (seperti herbisida, pengendalian secara fisik) adalah biaya fundamental dari program pengendalian terkoordinasi. Beberapa tumbuhan invasif akan memerlukan perlakuan ganda sebelum mati. Biaya operasi dan biaya buruh perlu diperhitungkan di mana yang terakhir biasanya lebih tinggi dalam situasi di mana kerusakan non-target harus diminimalkan (seperti dalam ekosistem alam).
- **Faktor 3. Biaya pengendalian - Keterlibatan manajer lahan.** Pengendalian terkoordinasi tumbuhan invasif bertumpu pada kerja sama dan keterlibatan yang terdampak oleh invasi yaitu para manajer lahan (seperti petani, kepala/direktur taman nasional, direktur perkebunan/HTI, pemerintah daerah). Untuk mencapai ini diperlukan pengeluaran untuk ekstensi/edukasi, penguatan hukum, pengelolaan dan administrasi proyek. Kemudahan untuk memotivasi dan mengkoordinasi para manajer lahan dalam suatu program

yang sedang berjalan akan bervariasi antara berbagai pemanfaatan lahan dan kawasan, terutama dalam hubungannya dengan kapasitas finansial mereka untuk menyelenggarakan usaha pengendalian tumbuhan invasif ini.

Kriteria durasi usaha pengendalian adalah indeks berapa lama program pengendalian terkoordinasi berlangsung untuk mencapai tujuan yang dikehendaki. Makin lama periode ini berlangsung maka akan makin mahal biayanya dan akan menjadi kurang fisibel. Ada empat faktor kunci:

- **Faktor 1. Durasi – Efikasi pengendalian target.** Ini mempertimbangkan apakah perlakuan target dengan biaya dalam **Faktor 2 Biaya Pengendalian** itu mematikan semua tumbuhan invasif dalam invasi itu. Efikasi mungkin kurang dari 100% akibat toleransi atau sembuh dari perlakuan, atau aplikasinya tidak sempurna.
- **Faktor 2. Durasi - Reproduksi di bawah pengendalian target.** Mungkin masih ada reproduksi (seksual atau vegetatif) dalam program pengendalian terkoordinasi yang sedang berlangsung.
- **Faktor 3. Durasi - Lama hidupnya propagul.** Ini adalah determinan utama waktu untuk mencapai eradikasi dan mengaitkan propagul seksual dan vegetatif.
- **Faktor 4. Durasi - Pemencaran yang berlangsung.** Fisibilitas membatasi dispersal atau pemencaran adalah rendah ketika tumbuhan invasif itu menyebar terutama dengan cara alamiah dan/atau di mana ini berlangsung terus karena sengaja ditanam sebagai tanaman pertanian, kehutanan, hortikultura atau sebagai tanaman hias di kebun. Apabila masyarakat umum dengan serempak memilih melanjutkan menanam spesies ini oleh karena alasan nilai komersial, kultural dan/atau nilai estetik maka program pengendalian akan sangat terkendala.

Fisibilitas = biaya pengendalian x areal yang diinvasi x persistensi

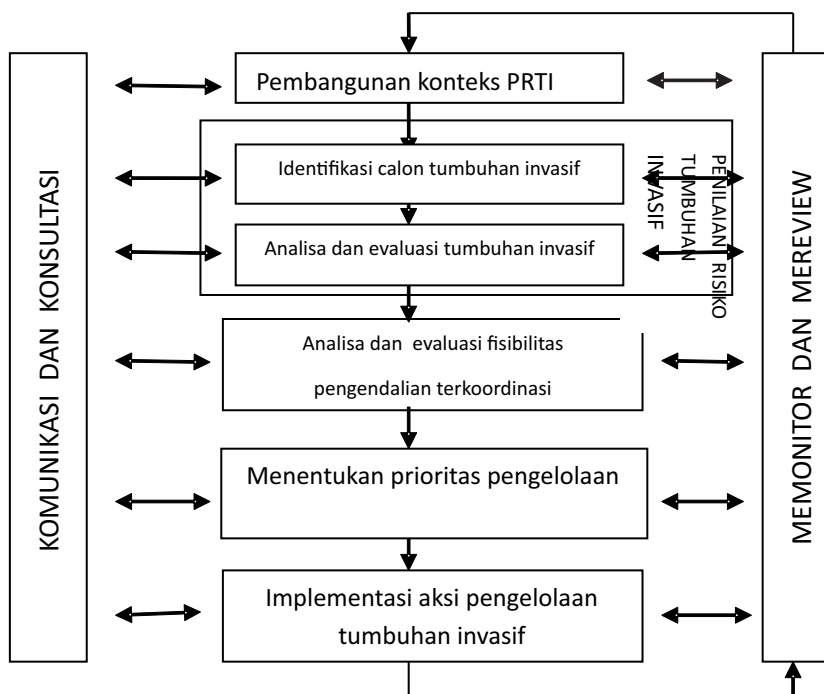
Skor ini juga dikategorikan menjadi “dapat diabaikan”, “rendah”, “medium”, “tinggi” dan “tinggi sekali”, tetapi harus diingat bahwa skor yang tinggi fisibilitasnya justru rendah.

6.3. Pengelolaan Risiko

Pada saat ini ada beberapa sistem pengelolaan risiko yang ada di khasanah literatur seperti Hiebert dan Stubbendieck (1993), FAO (2006), dari Alberta (2008) terutama dari Virtue (2010). Hiebert dan Stubbendieck (1993) adalah yang

sangat awal mengembangkan sistem pengelolaan risiko ini, dan dikenal sebagai sistem pengurutan (*ranking system*), bagi manajer sumber daya untuk memilah tumbuhan eksotis di dalam taman nasional menurut tingkat dampak spesies itu terhadap lingkungan dan kemampuan biologisnya untuk menjadi “*pest*” di masa mendatang. Informasi ini kemudian dibandingkan dengan persepsi fisibilitas atau kemudahan untuk pengendaliannya. Sistem pengurutan spesies eksotik ini diciptakan pertama untuk memisahkan spesies yang tidak membahayakan dari spesies yang merusak. Pemisahan memungkinkan pengelola taman nasional kemudian mengkonsentrasikan usahanya lebih lanjut pada spesies yang masuk dalam kategori merusak. Sistem ini juga dibuat untuk mengidentifikasi spesies yang saat ini tidak merupakan ancaman serius tetapi mempunyai potensi untuk menjadi ancaman serius di kelak kemudian hari, sehingga harus dimonitor dengan teliti. Yang terakhir sistem ini meminta kepada para pengelola taman nasional dan terutama ahli ekologi untuk mempertimbangkan biaya penundaan langkah pengendalian. Hiebert dan Stubbendieck (1993) memakai urutan numerik seperti yang dipakai para ahli kemudian, dan membagi menjadi dua bagian utama: **I. Signifikansi Dampak** dan **II. Fisibilitas Pengendalian atau Pengelolaan**. Setiap bagian didasarkan pada skala 100. Signifikansi dampak lebih lanjut dibagi menjadi: **A. Tingkat dampak saat ini** dan **B. Kemampuan dasar spesies untuk menjadi “*pest*”**. Stubbendieck *et al.* (1992) menyatakan bahwa suatu spesies dengan jumlah skor di atas 50 untuk signifikansi dampak akan memperlihatkan dampaknya yang destruktif dan akan memerlukan perhatian yang intensif untuk mengendalikannya. Spesies dengan skor yang tinggi menunjukkan lebih sukar untuk dikendalikan daripada yang mempunyai skor rendah.

Protokol pengelolaan risiko tumbuhan invasif biasanya ditujukan untuk memberikan prinsip petunjuk yang mengidentifikasi: (i) spesies untuk dimasukkan dalam atau dihapuskan dari daftar tumbuhan invasif yang *noxious* (legislasi); (ii) memprioritasi untuk program eradikasi atau *containment* (Panetta *et al.* 2009); (iii) memprioritasi untuk pencegahan dan intervensi dini pada serangan tumbuhan invasif baru; (iv) spesies tumbuhan yang bermanfaat komersial atau berpotensi bermanfaat komersial, tetapi berisiko menjadi invasif dan memerlukan pengelolaan aktif untuk membatasi penyebaran dari penanamannya; dan (v) memprioritasi untuk investasi pada penelitian dan ekstensi yang menuju pada peningkatan pengelolaan tumbuhan invasif.



Gambar 9 Enam tingkat proses Pengelolaan Risiko Tumbuhan Invasif (PRTI) model Australia (Anonimus 2006)

Ada enam tingkat dalam protokol PRTI (Gambar 9). Tingkat 1 berdasarkan pada pembangunan konteks di mana sistem PRTI akan beroperasi dengan metodologi untuk tingkat selanjutnya. Tingkat 2 terkait dengan identifikasi kandidat tumbuhan invasif baik yang ada maupun yang sedang timbul. Tingkat 3 terkait dengan analisis dan evaluasi risiko tumbuhan invasif, berdasarkan pada opsi pengendalian dan tiga kriteria kunci yaitu keinvasian (kemampuan untuk mapan, reproduksi dan menyebar), dampak (seperti pada lingkungan, sistem produksi pertanian, atau kesehatan manusia) dan potensi distribusi. Tingkat 4 fokus pada analisis dan evaluasi fisibilitas pengendalian terkoordinasi berdasarkan tiga kriteria kunci, yaitu distribusi sekarang, biaya pengendalian dan durasi. Tingkat 5 menentukan prioritas pengelolaan tumbuhan invasif, dengan membandingkan risiko tumbuhan invasif dengan fisibilitas pengendalian terkoordinasi untuk spesies tumbuhan invasif yang berbeda. Terakhir tingkat 6, terkait dengan implementasi aksi pengelolaan tumbuhan invasif seperti ditentukan dari tingkat 1 sampai dengan 5, yaitu transisi dari perencanaan strategis

Tabel 9 Contoh matriks pengelolaan tumbuhan invasif pasca tapal batas (*post-border*) dengan langkah pengelolaan yang disarankan (FAO 2006)

		Fisibilitas <i>containment</i>			
		Diabaikan	Rendah	Medium	Tinggi
Penilaian Risiko Tumbuhan Invasif	Diabaikan	Tidak ada aktivitas	Tidak ada aktivitas	Tidak ada aktivitas	Monitor
	Rendah	Tingkatkan pengelolaan tumbuhan invasif	Tingkatkan pengelolaan tumbuhan invasif	-Monitor -Tingkatkan Pengelolaan tumbuhan invasif	-Monitor -Proteksi situs prioritas
	Medium	Targetkan untuk pengendalian	Targetkan untuk pengendalian	Proteksi situs prioritas	-Cegah masuk -Kendalikan penyebaran
	Tinggi	Targetkan untuk pengendalian (termasuk <i>biocontrol</i>)	-Targetkan untuk pengendalian (termasuk <i>biocontrol</i>) -Proteksi situs prioritas	-Cegah masuk -Batasi penyebaran regional	-Cegah masuk -Eradikasi regional

kepada aksi di lapang. (Anonimus 2006). Aksi pengelolaan meliputi pencegahan masuk, eradikasi, *containment* dan meningkatkan teknik manajemen yang ditargetkan. Komunikasi dan konsultasi, serta monitoring dan peninjauan kembali adalah elemen kunci pada setiap tingkat proses PRTI.

Dengan memakai sistem skoring berdasarkan pertanyaan (*question-based scoring system*) pada tingkat 3 dan 4, hasilnya disusun dalam matriks pengambil keputusan (*WRM matrix*) di mana risiko invasif yang telah diurut (tingkat 3) dibuat menjadi matriks untuk evaluasi selanjutnya melawan fisibilitas yang telah diurut dari pengendalian terkoordinasi (tingkat 4). Setiap nilai yang sudah diurut diberi suatu tipe kategori, misalnya dapat diabaikan, rendah, medium atau tinggi. Kombinasi setiap kriteria diberi suatu tujuan pengelolaan yang diaplikasikan pada setiap sel matriks (Tabel 10).

Ketika risiko dapat diabaikan dan fisibilitas rendah sampai ke tingkat medium, belum perlu ada aktivitas. Akan tetapi ketika fisibilitasnya tinggi maka disarankan untuk memonitor tumbuhan terkait yang barangkali masuk golongan “*sleeper weed*” yaitu ketika tumbuhan itu masih dalam proses untuk mengekspresikan karakternya, mungkin dia hanya menunggu peristiwa episodik untuk menjadi invasif. Walaupun risikonya rendah, tetapi sudah memperlihatkan bahwa

tumbuhan ini sudah menyebabkan kerusakan, maka harus dikendalikan. Ketika fisibilitas rendah, bersama dengan spesies lainnya yang mirip skornya, pengendalian yang sudah dilakukan harus ditingkatkan, dan ketika fisibilitasnya tinggi identifikasikan lokasi-lokasi prioritas, dan proteksi lokasi demikian dari invasi spesies tumbuhan terkait. Ketika risiko sudah dalam kategori medium, tumbuhan demikian harus dijadikan target untuk dikendalikan. Ketika fisibilitas tinggi, lokasi dengan proritas harus dilindungi dari tumbuhan ini, dan populasi atau koloni dari tumbuhan demikian harus diturunkan. Ketika risiko tinggi dan biaya serta teknologi untuk mengeradikasi tersedia maka fisibilitas tinggi sehingga tumbuhan demikian harus dieradikasi.

Contoh pengelolaan risiko tumbuhan invasif secara lengkap diberikan pada BabVII.

Bab VII

Pengelolaan Risiko Tumbuhan Invasif (PRTI) *Post-border*

7.0. Pendahuluan

Pada periode 1970an di Indonesia sudah dikenal daftar 10 jenis gulma atau species tumbuhan invasif, yang dinilai penting dan dibuatkan daftar yang berurutan sesuai dengan masalah yang ditimbulkan (Soejani 1977). Dalam perkembangan pengelolaan gulma dan tumbuhan invasif dikenalkan pendekatan analisis risiko. Pengertian analisis risiko dari IPPC agak berbeda dengan ISO, yang lebih umum dimana pengelolaan risiko itu meliputi identifikasi, evaluasi dan interventi untuk meminimalkan risiko itu, sedang IPPC pengelolaan risiko itu hanya meliputi langkah terakhirnya saja (Downey *et al.* 2010). Pengelolaan Risiko Tumbuhan Invasif ini dikembangkan oleh Tim Spesies Tumbuhan Invasif dari PUSKONSER di bawah program *Removing Barrier of Species Invasives Management in Production and Protection Forests in Southeast Asia*, untuk membantu mengkategorikan tumbuhan invasif dalam program pengelolaannya. Metode ini berbeda dengan metodologi sebelumnya (Tjitrosoedirdjo *et al.* 2010) yang memisahkan antara tetapi tidak memberikan rekomendasi harus diapakan spesies invasif yang sudah diklasifikasi sebagai tumbuhan invasif yang serius dari yang tidak begitu serius sehingga perhatian bisa tercurah pada kelompok yang terkategorikan sebagai serius itu tadi. Serangkaian pertanyaan dijawab untuk membandingkan relatif risiko dan fisibilitas pengendalian spesies invasif yang berbeda. Spesies tumbuhan invasif di evaluasi terpisah untuk berbagai sistem pemanfaatan lahan, sehingga spesies tumbuhan invasif terpenting dari lahan berbeda dapat berbeda.

Pertanyaan dapat berlaku bagi setiap tumbuhan invasif pada setiap tipe pemanfaatan lahan. Mungkin ada pertanyaan dimana penganalisis tidak tahu jawabannya untuk beberapa tumbuhan invasif, dalam kasus demikian pilih opsi jawaban “tidak tahu”, dan coba cari jawaban dari lain sumber misalnya pemilik lahan, pejabat lembaga terkait, peneliti. “Tidak tahu” dinilai “0” untuk skor relatif risiko tumbuhan invasif dalam perbandingan penilaian risiko dan memperoleh nilai maksimum untuk skor fisibilitas pengendalian. Ini untuk menghindari bias

terhadap tumbuhan invasif yang mempunyai skor untuk setiap pertanyaan. Akan tetapi, tumbuhan invasif yang mempunyai satu atau lebih pertanyaan yang dijawab “tidak tahu” harus dinyatakan demikian pada skor akhir mereka. Saling bertukar informasi dan skor adalah kunci untuk membangun pengetahuan untuk memperoleh hasil maksimum dari Sistem PRTI ini. Menjawab pertanyaan bersama dalam grup lebih baik daripada secara individu. Ini terutama penting untuk memperoleh konsensus asumsi pengendalian tumbuhan invasif pada suatu pemanfaatan lahan tertentu. Sistem pemberian skor ini adalah alat untuk membantu pembuatan standard pengambilan keputusan dalam pengendalian tumbuhan invasif yang terprogram. Protokol di bawah ini dikembangkan dari sistem Dr John Virtue, *Weed Ecologist, Animal and Plant Control Group Department of Water, Land & Biodiversity Conservation, South Australia*.

7.1. Risiko Tumbuhan Invasif secara Komparatif

Pernyataan risiko tumbuhan invasif dibagi menjadi 3 kriteria utama:

1. Keinvasifan;
2. Dampak;
3. Potensi distribusi;

yang dituangkan dalam rumus berikut:

$$\text{Risiko} = \text{keinvasifan} \times \text{dampak} \times \text{potensi distribusi}$$

Keinvasifan (*Invasiveness*) melihat laju perluasan tumbuhan invasif, tumbuhan invasif yang menyebar cepat berprioritas tinggi. **Dampak** adalah pengaruh ekonomi, lingkungan dan sosial yang disebabkan oleh tumbuhan invasif. **Potensi distribusi** mengindikasikan area total ke mana tumbuhan invasif mungkin menyebar.

7.2. Keinvasifan (*Invasiveness*)

Keinvasifan ini mengindikasikan berapa cepat tumbuhan invasif menyebar dalam suatu sistem pemanfaatan lahan. Ini mempertimbangkan seberapa berhasil tumbuhan ini **mapan, bereproduksi dan menyebar**.

1. Bagaimana kemampuan tumbuhan invasif mapan diantara tumbuhan asli yang ada		Skor
☐ Amat tinggi	Semai dengan mudah mapan di antara vegetasi yang rapat atau antara invasi tumbuhan invasif lain yang rapat	3
☐ Tinggi	Semai dengan mudah mapan dalam vegetasi yang terbuka atau antara pertumbuhan rata-rata saja dari tumbuhan lain yang ada	2
☐ Medium	Semai mapan ketika sudah ada gangguan moderat pada vegetasi yang ada yang mengurangi banyak kompetisi, seperti pemotongan rumput, pembersihan pohon, banjir terkendali, kekeringan dan sebagainya	1
☐ Rendah	Semai memerlukan tanah terbuka untuk mapan, meliputi misalnya pembersihan serasah. Ini terjadi ketika gangguan besar terjadi seperti kultivasi, <i>overgrazing</i> , pembakaran, banjir atau kekeringan lama	0
☐ Tidak tahu		?

Abaikan dulu praktek pengendalian spesies invasif untuk pertanyaan ini. Tergantung dari sistem pemanfaatan lahan, “vegetasi” dapat berarti tanaman budidaya, rumput halaman dan/atau vegetasi alam di taman atau perkebunan tebu. Tumbuhan invasif yang menginvasi lahan yang dikelola dengan baik (dimana vegetasi rapat dipelihara untuk menutup tanah) diasumsikan lebih berbahaya. Tumbuhan invasif dengan skor invasif tinggi meliputi tumbuhan invasif parasit. Asumsikan bahwa tumbuhan baru datang. **Semai** berarti pertumbuhan yang timbul dari propagul vegetatif yang disebarkan (misalnya potongan stolon rumput grinting (*Cynodon dactylon* atau bonggol *Chromolaena odorata*) dan **spora** di samping **biji**. "Semai" tidak meliputi pertumbuhan vegetatif baru yang masih melekat pada batang induk (misalnya stolon, rhizoma atau akar lateral). Fitur demikian ini akan diatur dalam pertanyaan 3(c).

Fitur yang dapat membantu tumbuhan invasif mapan di antara tumbuhan yang ada, meliputi kemampuan berkecambah di bawah kanopi tumbuhan lain, biasanya mempunyai biji besar atau propagul vegetatif (bulbos, umbi), karena dapat menyediakan lebih banyak cadangan makanan untuk menunjang tumbuhan invasif dalam berkompetisi dengan tumbuhan lain, kemampuan untuk mentolerir atau menghindari tekanan kompetisi (dengan pertumbuhan akar yang cepat, memfiksasi nitrogen sendiri, atau pertumbuhan vertikal dengan cepat).

2. Seperti apa ketahanan tumbuhan invasif ini terhadap praktek pengelolaan umumnya di sistem pemanfaatan lahan yang kita uji?		Skor
☐ Sangat tinggi	Lebih dari 95% tumbuhan invasif itu <i>survive</i> dengan pengendalian umumnya	3
☐ Tinggi	Lebih dari 50% masih <i>survive</i>	2
☐ Medium	Kurang dari 50% saja yang bertahan hidup	1
☐ Rendah	Kurang dari 5% bertahan hidup	0
☐ Tidak tahu		?

Bayangkan tumbuhan invasif ini sekarang sudah ada di lokasi. Pertanyaan ini melihat apakah tumbuhan invasif baru itu mati karena praktek pengendalian tumbuhan invasif yang biasa dilakukan dalam sistem pemanfaatan lahan di situ. Kalau sebagian besar mati maka akan hanya sedikit tumbuhan untuk bereproduksi dan menyebar. Kalau sebagian kecil saja yang mati maka mengganti cara pengelolaan tumbuhan invasif akan sangat diperlukan. Praktek pengelolaan tumbuhan invasif meliputi pemakaian herbisida, kultivasi, pemangkasan diikuti pembakaran, *grazing* dan sebagainya. Tipe dan *timing* dari praktek ini berbeda dengan sistem pemanfaatan lahan yang berbeda. Apabila suatu tumbuhan invasif tumbuh dan berbuah ketika tidak ada aktivitas pengendalian atau pengelolaan, maka tumbuhan tersebut tahan terhadap praktek pengendalian tumbuhan invasif yang umum terdapat di situ. Tumbuhan invasif yang tahan terhadap pengelolaan meliputi *Ocimum* sp., *Hyptis suaveolonece*, *Bidens biternata*, *Thespesis lampas*, juga *Asystasia micrantha* (bereproduksi biji banyak).

3. Seperti apa kemampuan reproduksi tumbuhan invasif itu				Total a+b+c	Skor/ nilai
a. Periode berbuah	b. Produksi biji	c. Reprodruksi vegetatif			
☐ 1 tahun 2	☐ Banyak 2	☐ Cepat 2	Tinggi	5 -6	3
☐ 2-3 tahun 1	☐ Sedikit 1	☐ Lambat 1	Medium tinggi	3-4	2
☐ >3 tahun 0	☐ Tak ada 0	☐ Tak ada 0	Medium rendah	1-2	1
☐ Tidak tahu ?	☐ Tak tahu ?	☐ Tak tahu ?	Rendah	0	0
			Tidak tahu		?

Pertanyaan ini ingin mengetahui seberapa hebat kemampuan tumbuhan invasif ini dapat bereproduksi, meningkatkan populasinya kemudian menyebar ke daerah lain. Kalau tumbuhan invasif tidak dapat bereproduksi di suatu sistem pemanfaatan lahan nilainya 0. Ada 3 faktor yang harus dipertimbangkan ketika menilai kemampuan tumbuhan bereproduksi:

- Periode berbuah adalah rentang waktu dari kemapanan (dari biji atau propagul vegetatif) sampai memproduksi biji;
- Produksi biji adalah rata-rata jumlah biji *viable* yang diproduksi per m² lahan/tahun, dari petak yang diokupasi tumbuhan invasif itu. Ini mungkin dari tumbuhan invasif besar seperti *V. nilotica* atau banyak herba atau rumput kecil. Produksi biji banyak apabila >1000 biji/m². Jawaban pada pertanyaan 2 akan mempengaruhi produksi biji ini;
- Reproduksi vegetatif adalah rata-rata jumlah tumbuhan baru yang diproduksi setiap tahun oleh sarana reproduksi seperti bulbus, bulbil, cormus, umbi, rhizoma, stolon, tunas akar, potongan batang. Dikatakan cepat kalau produksi vegetatif itu >10 tumbuhan baru/tahun dari tumbuhan induk dewasa. Dalam suatu sistem pemanfaatan lahan, kultivasi justru meningkatkan reproduksi vegetatif. "Tumbuhan baru" didefinisikan sebagai tajuk baru dengan sistem perakarannya sendiri, dan mungkin masih melekat pada tumbuhan induknya, seperti rumput grinting (*Cynodon dactylon*).

4. Seperti apa penyebaran jarak jauh (>100 m) secara alamiah		Total a+b+c+d	Skor
a. Penyebaran oleh burung	b. Oleh hewan lain	6,7,8	3
Umum 2	Umum 2	3,4,5	2
Kadang kadang 1	Kadang kadang 1	1,2	1
Mungkin tidak 0	Mungkin tidak 0	0	0
Tidak tahu ?	Tidak tahu ?	Tidak tahu	?
c. Oleh air	d. Oleh angin		
Umum 2	Umum 2		
Kadang kadang 1	Kadang kadang 1		
Mungkin tidak 0	Mungkin tidak 0		
Tidak tahu ?	Tidak tahu ?		

Pertanyaan ini ingin mengetahui seberapa hebat tumbuhan invasif ini dapat menyebarkan propagulnya (biji atau vegetatif) secara alamiah, untuk memulai invasi baru jarak jauh dari titik originalnya. Tumbuhan invasif yang mempunyai cara dispersal yang lebih banyak cenderung menyebar lebih cepat. Karena itu bayangkan suatu tumbuhan invasif yang teradaptasi dengan penyebaran jarak jauh, seberapa teratur cara ini terjadi. Seberapa sering invasi baru terjadi yang bermula setidaknya 100 m dari invasi original.

Sifat tumbuhan yang mendukung penyebaran jarak jauh oleh burung dan lain hewan liar (misalnya kelelawar, tupai, monyet, kelinci) adalah:

- **buah utuh dimakan**, dan biji yang masih *viable* dikeluarkan lewat feces (polong *V. nilotica* yang dimakan herbivora, rusa, kerbau maupun banteng), atau dimuntahkan kembali (buah mimba yang dimakan monyet), buah *P. aduncum* yang dimakan kelelawar;
- **propagul yang mempunyai kait**, yang mudah melekat pada rambut atau kulit hewan, seperti biji *Bidens bitternata* yang melekat pada bulu rusa atau kerbau;
- **biji yang kecil yang mudah melekat pada kulit** atau kuku hewan liar seperti biji *Eleutheranthera ruderalis*.

Fitur yang mendukung penyebaran jarak jauh dengan air adalah propagul yang mengapung (seperti polong *Mimosa pigra*), terutama tumbuhan invasif yang tumbuh dekat air yang mengalir dan sering banjir. Terutama tumbuhan air invasif seperti *Salvinia molesta*, eceng gondok (*Eichbornia crassipes*, *Pistia stratiotes*) tersebar cepat lebih dari 100 m oleh aliran air.

5. Seperti apa penyebaran jarak jauh oleh manusia		Total a+b+c+d	Skor
a. Penyebaran sengaja oleh manusia	b. Penyebaran tanpa sengaja oleh manusia	6,7,8	3
Umum 2	Umum 2	3,4,5	2
Kadang-kadang 1	Kadang-kadang 1	1,2	1
Mungkin tidak 0	Mungkin tidak 0	0	0
Tidak tahu ?	Tidak tahu ?	Tak tahu	?
c. Mengkontaminasi hasil bumi	d. Dibawa hewan ternak		
Umum 2	Umum 2		
Kadang-kadang 1	Kadang-kadang 1		
Mungkin tidak 0	Mungkin tidak 0		
Tidak tahu ?	Tidak tahu ?		

Penelitian menunjukkan bahwa biji tumbuhan invasif berupa herba yang disebarkan angin mendarat dekat dengan tumbuhan induknya saja. Penyebaran jarak jauh lebih sering terjadi bagi pohon tinggi dengan biji ringan (dengan sayap, plumus atau pappus, atau bulu) yang terpaparkan pada angin kencang dan tumbuhan invasif yang patah setelah buahnya masak dan terembus angin bergulung-gulung layaknya bola menggelinding di atas tanah dengan vegetasi yang jarang, seperti di daerah kering di Australia.

Penyebaran secara sengaja oleh manusia meliputi tumbuhan invasif yang sudah ditanam untuk keperluan pertanian, kehutanan, hortikultura, tanaman hias, tanaman pencegah api dan/atau untuk proteksi tanah agar tidak longsor dan sebagainya. Tumbuhan invasif yang sudah ditanam secara luas mempunyai potensi lebih besar untuk menyebar karena adanya banyak titik introduksi. Abaikan saja sistem pemanfaatan lahan untuk pertanyaan ini. Misalnya *A. nilotica* yang ditanam sebagai ilaran api untuk mencegah api dari savanna ke hutan jati, menanam *Austroepatorium inulaefolium* untuk mengalahkan alang-alang, menanam *Mikania micrantha* sebagai penutup tanah. Penyebaran secara sengaja oleh manusia meliputi tumbuhan sebagai tanaman hias karena berbunga cantik seperti *Widelia trilobata*, bunga airmata pengantin, dan sebagainya. Banyak kasus suatu tumbuhan yang dilarang diperjualbelikan tetapi tetap ditanam.

Fitur yang menunjang penyebaran oleh manusia secara tidak sengaja atau karena terbawa kendaraan adalah: tumbuhan yang tumbuh di tempat transportasi ramai, melalui sepatu, pakaian atau kendaraan (meliputi mesin pertanian dan perahu). Tumbuhan invasif seperti *Mimosa pigra* terbawa oleh kendaraan pengangkut pasir, sehingga dengan mudah dilihat *M. pigra* ditemukan di jalan-jalan baru. *M. pigra* bahkan masuk ke daerah Merauke karena terbawa alat berat yang didatangkan dari Surabaya. Tumbuhan yang mempunyai propagul dengan kait, atau zat yang dapat melekatkan diri pada suatu obyek, propagul yang sangat kecil sehingga bisa masuk atau menempel pada celah-celah kecil dari sepatu, pakaian, kendaraan dan sebagainya akan dengan mudah terbawa ke daerah lain.

Untuk produk pertanian yang terkontaminasi propagul tumbuhan invasif bayangkanlah bahwa biji kopi yang didatangkan ke Indonesia dari Brasil terkontaminasi oleh biji *Erechtites velerianifolia*, biji kacang tanah terkontaminasi oleh *Mimosa diplotricha*, biji gandum yang terkontaminasi oleh *Parthenium hysterfolium* dan banyak produk pertanian itu terkontaminasi bukan saja

oleh biji bisa juga oleh potongan batang, tanah, kerikil, seresah, bahkan butir pupuk dan sebagainya.

Fitur yang menunjang penyebaran oleh hewan ternak (domba, sapi, kuda, kerbau, anjing dan sebagainya) yaitu: buah utuh dimakan kemudian biji yang *viable* dikeluarkan lewat kotoran, atau dimuntahkan, propagul mempunyai kait, atau duri yang bisa membantu melekat pada ternak, dan biji yang kecil sehingga mudah melekat di kaki atau bulu ternak.

7.3. Dampak

Bagian ini mengindikasikan potensi dampak tumbuhan invasif. Setiap pertanyaan dijawab dengan latar belakang sistem pemanfaatan lahan. Bayangkan bahwa tumbuhan invasif itu telah menyebar di seluruh sistem pemanfaatan lahan yang kita tangani, misalnya kawasan taman nasional, lahan persawahan, perkebunan kelapa sawit atau karet, atau kawasan danau atau waduk, dan praktek cara pengelolaan tumbuhan invasif itu tidak berubah untuk tumbuhan invasif target. Kalau tumbuhan invasif itu terkendali sempurna dengan praktek yang dilakukan itu, maka tumbuhan invasif itu akan berada dalam kerapatan rendah dan akan berdampak minimal. Alternatifnya kalau tumbuhan invasif itu tidak terkendali dengan baik dengan cara pengendalian itu, maka tumbuhan invasif itu akan berada dalam kerapatan yang tinggi dan berdampak besar. Kalau tumbuhan invasif itu mempunyai agen hayati mapan yang efektif yang secara substansial mereduksi pertumbuhannya, maka dampak tumbuhan invasif ini akan turun.

1. Apakah tumbuhan invasif itu menurunkan mapannya tumbuhan yang dikehendaki		Skor
>50% reduksi	Tumbuhan invasif menghentikan lebih dari 50% mapannya tumbuhan yang dikehendaki (regenerasi padang rumput, tanaman bdiaya, dan semai pohon yang ditanam, regenerasi tumbuhan asli, dengan mencegah perkecambahan atau mematikan kecambah)	3
10 – 50% reduksi	Tumbuhan invasif itu menghentikan kemapanan 10– 50 % tumbuhan yang dikehendaki	2
10% reduksi	Tumbuhan invasif menghentikan kurang dari 10% tumbuhan yang dikehendaki	1
Tidak ada	Tumbuhan invasif itu tidak mempengaruhi perkecambahandan survival semai dari tumbuhan yang dikehendaki	0
Tidak tahu		?

Tentukan kalau tumbuhan invasif itu mungkin akan mencapai kerapatan rendah, medium, tinggi pada sistem pemanfaatan lahan yang anda garap.

Pertanyaan ini ingin menduga apakah tumbuhan invasif ini mencegah kemapanan spesies tumbuhan yang kita kehendaki, sehingga kerapatan spesies ini turun. Tumbuhan invasif itu mungkin mencegah perkecambahan dengan menciptakan kanopi yang sangar rapat, atau dengan membuat kondisi fisik sedemikian rupa sehingga menghalangi aliran air. Tumbuhan invasif ini mematikan kecambah dengan mencegah kecambah memperoleh air, cahaya atau nutrisi. Perhatikan bahwa tumbuhan yang kita kehendaki mulai mapan setelah perubahan besar (seperti pengolahan tanah sebelum tanam, atau setelah kebakaran), sehingga tumbuhan invasif sendiri juga sedang berusaha mapan. Dalam kasus demikian adakah dampak tumbuhan invasif terhadap proses kemapanan tumbuhan yang kita kehendaki? Tumbuhan invasif yang dapat menyebabkan penurunan 50% kemapanan spesies yang kita kehendaki harus dieradikasi.

2. Apakah tumbuhan invasif itu menurunkan produksi spesies yang kita kehendaki?		Skor
Penurunan >50%	Tumbuhan invasif menurunkan produksi tanaman budidaya, hijauan padang rumput, hasil kayu hutan, atau jumlah vegetasi ekosistem alam lebih dari 50%	4
Penurunan 25 - 50%	Tumbuhan invasif menurunkan produksi 25 -50%	3
Penurunan 10 - 25%	Tumbuhan invasif menurun produksi 10 - 25%	2
Penurunan < 10%	Tumbuhan invasif menurunkan produksi sampai 10%	1
Tidak ada	Tumbuhan invasif itu tidak berpengaruh pada pertumbuhan spesies yang kita kehendaki, atau bahkan dapat bermanfaat pada suatu tingkat pertumbuhannya sehinggaimbang dengan dampak negatifnya	0
Tidak tahu		?

Pertanyaan ini melihat pada tingkat kehilangan produksi (dalam tanaman budidaya, padang rumput, kehutanan) atau penekanan (pada vegetasi alam), yang disebabkan oleh spesies tumbuhan invasif ini. Ini mengikuti pertanyaan 1, dan mencoba melihat pertumbuhan yang dicapai oleh tumbuhan yang tidak berhasil mapan karena tumbuhan invasif itu. Pertanyaan dijawab dalam satuan hektar, dibandingkan dengan vegetasi yang mirip tanpa tumbuhan invasif. Untuk vegetasi

asli sebaiknya dinyatakan dalam persen tutupan. Tumbuhan invasif akan menurunkan pertumbuhan tumbuhan lain dengan berkompetisi untuk cahaya, air dan unsur hara. Kompetisi lebih besar pada tumbuhan invasif yang lebih besar (tinggi dengan kanopi daun yang rapat dan sistem akar yang ekstensif) dan tumbuh pada saat bersamaan dengan tanaman yang kita kehendaki. Beberapa tumbuhan invasif berkompetisi dengan membentuk batas fisik yang menghentikan tumbuhan tumbuh mencapai cahaya, air, dan/atau unsur hara. Kasus khusus adalah tumbuhan invasif yang bersifat parasitik yang secara langsung menyerang tumbuhan lain. Tumbuhan invasif yang dapat menyebabkan penurunan 50% hasil/jumlah tumbuhan yang dikehendaki, meliputi *Chromolaena odorata*, yang tidak dikendalikan di perkebunan kelapa sawit, atau *Mikania micrantha* pada perkebunan tebu yang tidak dikendalikan dengan baik sehingga menutupi tanaman tebu tersebut. Beberapa tumbuhan invasif mungkin meningkatkan jumlah vegetasi yang bermanfaat dalam suatu pemanfaatan lahan. Misalnya apakah tumbuhan invasif *perennial* dari padang rumput menyediakan makan satwa pada musim kering yang dengan demikian meningkatkan total hijauan rumput yang tersedia sepanjang tahun.

3. Apakah tumbuhan invasif ini menurunkan kualitas hasil atau jasa yang diperoleh dari pemanfaatan lahan		Skor
Tinggi	Tumbuhan invasif menurunkan kualitas hasil sehingga tidak dapat dijual. Ini mungkin karena kontaminasi yang berlebihan, beracun, berbau/abnormal (secara fisik maupun kimia). Untuk vegetasi lokal tumbuhan invasif menurunkan biodiversitas (tumbuhan maupun hewan) sehingga tidak sesuai untuk di daerah konservasi. Di daerah urban menyebabkan kerusakan konstruksi dan infrastruktur fisik, seperti bangunan, jalan, jembatan	3
Medium	Tumbuhan invasif menurunkan kualitas dan harga produk. Untuk daerah vegetasi lokal menurunkan biodiversitas dan menurunkan prioritas untuk konservasi. Untuk daerah urban menyebabkan kerusakan konstruksi dan infrastruktur fisik seperti bangunan, jalan, jembatan dan sebagainya	2
Rendah	Menurunkan kualitas tetapi sedikit saja, harga masih bagus, hanya sedikit mempengaruhi vegetasi lokal. Untuk daerah urban tidak ada dampak	1
Tidak ada	Tidak ada pengaruh pertanian, vegetasi alam maupun perkotaan	0
Tidak tahu		?

Pertanyaan ini melihat apakah tumbuhan invasif itu mempengaruhi kualitas dan kuantitas produk atau jasa dari pemanfaatan lahan apa tidak? Produk yang terpengaruh oleh tumbuhan invasif demikian meliputi daging, hasil pertanian, seperti gabah, kedelai, jagung, susu, kayu, buah, dan air. Untuk vegetasi alam pertimbangkan jasa seperti konservasi alam dan turisme. Sebagai contoh pengaruh besar pada kualitas misalnya benih kedelai yang terkontaminasi biji *poppy* (biji yang mengandung candu dari Cina), sehingga tidak laku dijual. Penurunan kondisi ternak mungkin tidak masuk di sini karena mungkin kekurangan makan saja, atau karena gangguan kesehatan karena makan tumbuhan invasif itu.

4. Apakah tumbuhan invasif itu membatasi gerakan manusia, ternak, kendaraan, mesin dan/atau air?		Skor
Tinggi	Invasi tumbuhan invasif tidak dapat dilewati sepanjang tahun, sehingga mencegah gerakan fisik manusia, hewan, kendaraan dan air	3
Medium	Invasi tumbuhan infasif jarang sampai tidak bisa dilewati, tetapi secara signifikan memperlambat gerakan fisik manusia, hewan, kendaraan/mesin atau air sepanjang tahun	2
Rendah	Invasi tumbuhan infasif tidak pernah sampai tidak bisa dilewati, tetapi secara signifikan memperlambat gerakan fisik manusia atau hewan, kendaraan pada suatu saat dalam setahun atau menimbulkan hambatan aliran air	1
Tidak ada	Tumbuhan invasif tidak berpengaruh pada gerakan hewan	0
Tidak tahu		?

lambat gerakan fisik manusia, hewan,

Pertanyaan ini ingin melihat pada tingkat di mana invasi tumbuhan invasif yang padat secara fisik menghambat aktivitas. Tumbuhan invasif menghambat aktivitas ketika tumbuh tinggi, atau berduri, batang berbelit tidak teratur membentuk massa padat, sehingga sungguh menghalangi aktivitas. Untuk pertanyaan ini abaikan aktivitas yang disengaja yang ditujukan hanya untuk membatasi penyebaran propagul dari tumbuhan invasif itu.

Contoh tumbuhan invasif yang menghalangi aktivitas meliputi:

1. Menghalangi pekerja panen, misalnya pada tebu yang diinvasi *M. invisa*. Oleh karena tebu cenderung diikat oleh batang *M. invisa* yang tumbuh membelit banyak batang tebu, dan banyak duri yang akan menyayat pekerja ketika akan mematikan mimosa itu, pekerja sukar memanen tebu. Bahkan meninggalkan areal tebu yang diinvasi oleh *M. invisa*. Traktor atau alat pertanian lainnya

- pada waktu pengolahan tanah atau panen juga terhambat. Menyebabkan ban bocor karena kena duri;
2. Menghambat pekerjaan penjarangan pada praktek silvikultur, seperti invasi semai *A. mangium* pada tanaman generasi ke-2 *A. mangium*;
 3. Menghambat aliran air dalam saluran air, menghambat jalannya perahu;
 4. Mencegah satwa mendapatkan air di savanna ketika sumber air savana diinvasi oleh *M. invisa* atau *M. pigra* yang padat. Atau pada peternakan domba menghambat pencukuran bulu domba;
 5. Pada invasi pohon *Gliricidia* dapat menghalangi satwa pada daerah sarangnya atau menghalangi pembentukan sarang burung manyar, seperti dilaporkan di Taman Nasional Bali Barat.

Contoh tumbuhan invasif mendapat skor tinggi misalnya *M. invisa*, *Bidens biternata* di savana yang dapat tumbuh padat, juga *C. odorata* serta *L. camara* yang tumbuh padat di padang rumput Alas Purwo karena dapat membentuk massa tumbuhan padat menghalangi gerakan banteng.

5. Apakah tumbuhan invasif itu berpengaruh pada kesehatan satwa atau manusia?		Skor
Tinggi	Tumbuhan invasif itu sangat beracun menyebabkan kematian atau sakit serius bagi satwa maupun manusia	3
Medium	Tumbuhan itu kadang-kadang menyebabkan kesakitan fisik (onak duri) dan sakit (alergi) pada satwa maupun manusia, kadang-kadang menyebabkan kematian	2
Rendah	Tumbuhan ini dapat menyebabkan kesakitan ringan pada satwa maupun manusia tetapi segera hilang	1
Tidak ada	Tumbuhan tidak berpengaruh pada kesehatan satwa maupun manusia	0
Tidak tahu		?

Pertanyaan ini ingin melihat bagaimana tumbuhan invasif itu mempengaruhi kesehatan hewan (ternak maupun satwa liar) dan manusia. Perhatikan bahwa apabila tumbuhan invasif itu beracun *non-palatable*. Abaikan pengaruh kelaparan karena pertumbuhan rumput yang turun atau kesulitan mencaput daerah padang rumput, karena itu sudah dicakup dalam pertanyaan 2 dan 4. Tumbuhan invasif yang berpengaruh pada kesehatan hewan atau manusia misalnya kecubung (*Datura metel*L.).

6. Apakah tumbuhan invasif itu berpengaruh besar positif/negatif pada kesehatan lingkungan?				
	Pengaruh besar positif	Pengaruh besar negatif	Berpengaruh kecil/ tidak ada	Tidak tahu
Skor (a) – (f)	-1	1	0	?
(a) Makanan/naungan?	Tumbuhan invasif berpengaruh negatif misalnya <i>Digitaria ciliaris</i> yang menjadi inang blas pada padi, sedang yang berpengaruh positif misalnya <i>Cassia cobanensis</i> , <i>Antigonon leptopus</i> , <i>Turnera subulata</i> , <i>Euphorbia heterophylla</i> , yang menyediakan nectar bagi serangga parasitoid dari ulat kantong (<i>Metisa plana</i> , <i>Pteroma pendula</i> , <i>Mabasena corbeti</i>) yang menyerang kelapa sawit			
(b) Rezim api?	Ini meliputi perubahan frekuensi, intensitas dan/atau <i>timing</i> kebakaran. Misalnya invasi <i>Chromolaena odorata</i> di hutan sekunder yang membuat hutan rentan kebakaran			
(c) Meningkatkan unsur hara?	Leguminosae seperti <i>Acacia nilotica</i> meningkatkan kandungan unsur hara tanah, walaupun menguntungkan bagi pertanian, tetapi memfasilitasi invasi gulma lain, seperti <i>Thespesia lampas</i> , <i>Bidens biternata</i> , <i>Aciranthos aspera</i> dan sebagainya			
(d) Salinitas tanah?	Apakah daun tumbuhan invasif mengandung garam tinggi? Dekomposisi daun seperti ini meningkatkan salinitas tanah permukaan			
(e) Stabilitas tanah?	Apakah tumbuhan ini meningkatkan erosi tanah atau sedimentasi waduk?			
(f) Permukaan air tanah?	Apakah tumbuhan invasif ini menaikkan atau menurunkan permukaan air tanah? Apakah ini dampak negatif atau positif?			
Jumlah a +b +c +d +e +f	>3	2-3	1	Nol atau kurang
Skor untuk (6)	3	2	1	0

Pertanyaan ini melihat apakah tumbuhan invasif itu berpengaruh atau berdampak besar dalam jangka panjang pada tanah dan lingkungan. Pengaruh ini mungkin menguntungkan atau merugikan. Dampak atau pengaruh itu akan terlihat ketika tumbuhan invasif itu mengubah struktur vegetasi seperti invasi tumbuhan berkayu misalnya *Acacia nilotica* pada savanna di Taman Nasional Baluran. Keputusan adanya dampak besar itu harus didukung dengan data atau studi ilmiah atau setidaknya berdasarkan pendapat ahli.

7.4. Distribusi Potensial

Bagian ini melihat pada berapa besar kemungkinan pemanfaatan lahan itu mengandung risiko diinvasi oleh tumbuhan invasif itu. Hal ini tergantung pada **preferensi iklim dan tanah** bagi tumbuhan invasif itu. Misalnya beberapa tumbuhan invasif mungkin hanya sesuai pada daerah dengan curah hujan tinggi, atau hanya sesuai pada tanah alkalin (pH tinggi). **Perbedaan dalam pemanfaatan lahan juga harus dipertimbangkan.** Misalnya pada pemanfaatan lahan untuk perkebunan, tumbuhan invasif yang menjadi masalah di perkebunan tebu, tidak menjadi masalah pada perkebunan karet. Skor ini juga harus mempertimbangkan di mana tumbuhan invasif itu akan tumbuh mencapai kerapatan sedemikian sehingga memperoleh skor dampak. Artinya kalau anda mengasumsikan bahwa hanya apabila populasi tinggi akan memperoleh skor, abaikan daerah di mana tumbuhan invasif itu hanya akan ada dalam populasi rendah, ketika menentukan distribusi potensial. Pertanyaan ini paling baik dijawab dengan **peta topografi, pemanfaatan lahan dan tanah** dari daerah yang dievaluasi. Data spasial itu dapat diperoleh dari GeoEye dan Landsat ETM-7 yang setelah peta vegetasi selesai dibangun dapat dianalisis dengan ArcView, seperti diuraikan dalam pemetaan *A. nilotica* oleh Setiabudi *et al.* (2013).

Kalau memakai peta langkah berikut mungkin dapat membantu mengestimasi persentase daerah dari sistem pemanfaatan lahan yang sesuai untuk tumbuhan invasif itu:

1. Petakan pemanfaatan lahan di meja gambar anda. Kalau tidak mempunyai peta pemanfaatan lahan, maka anda dapat memperkirakan dari peta topografi dengan menempatkan lembar plastik transparan di atas peta topografi itu lalu mengarsir atau menghitamkan daerah pemanfaatan lahan dari peta;
2. Perhatikan kesesuaian iklim dan tanah bagi tumbuhan invasif, dan tipe vegetasi/tanaman budidaya/atau savana dalam sistem pemanfaatan lahan di mana tumbuhan invasif itu sesuai. Letakkan lembar plastik transparan di atas peta pemanfaatan lahan dan arsir atau hitamkan daerah pemanfaatan lahan yang sesuai bagi pertumbuhan spesies invasif itu;
3. Bandingkan peta tumbuhan invasif dan peta pemanfaatan lahan untuk mengestimasi persentase lahan yang dimanfaatkan yang sesuai untuk tumbuhan invasif. Lalu jawab pertanyaan berikut ini.

Dengan peta tadi, berapa persen lahan yang dimanfaatkan itu sesuai untuk pertumbuhan tumbuhan invasif		Skor
>80% lahan sesuai	Tumbuhan invasif berpotensi menyebar pada 80% lahan yang diuji	10
60 - 80% lahan sesuai	Tumbuhan invasif berpotensi menyebar pada 60 - 80% lahan	8
40 - 60% lahan sesuai	Tumbuhan invasif berpotensi menyebar pada 40 - 60% lahan	6
20 - 40% lahan sesuai	Tumbuhan invasif berpotensi menyebar pada 20 - 40% lahan	4
10 - 20% lahan sesuai	Tumbuhan invasif berpotensi menyebar pada 10 - 20% lahan	2
5 - 10% lahan sesuai	Tumbuhan invasif berpotensi menyebar pada 5 - 10% lahan	1
1 - 5% Lahan sesuai	Tumbuhan invasif berpotensi menyebar pada 1 - 5% lahan	0,5
Tidak sesuai	Tumbuhan invasif tidak sesuai dengan kondisi di lahan yang diuji	0
Tidak tahu		?

7.5. Nilai Risiko Tumbuhan Invasif secara Komparatif

Skor atau nilai analisis risiko dikalkulasi dengan menyesuaikan skor atau nilai keinvasifan, dampak dan potensi distribusi pada skala 0-10 dan kemudian mengkalikan nilai-nilai ini. Risiko tumbuhan invasif ini nilainya maksimum 1.000 dan minimum 0.

Untuk mengkalkulasi secara manual, hitung ulang skor kasar sebagai berikut:

Keinvasifan : dibagi 15 dan dikalikan dengan 10 dibulatkan menjadi satu desimal

Dampak : dibagi 19 dan dikalikan dengan 10 dan dibulatkan menjadi satu desimal

Potensi distribusi : biarkan tanpa diubah.

Risiko tumbuhan Invasif secara komparatif: keinvasifan x dampak x potensi distribusi

Memilahkan skor atau nilai ini dalam interval 20% memberikan klasifikasi risiko tumbuhan invasif sebagai berikut :

Interval frekuensi	Nilai risiko tumbuhan invasif	Risiko tumbuhan invasif
80 - 100% (skor 20% pertama)	>192	Sangat tinggi
60 - 80 %	<192	Tinggi
40 - 60%	<101	Medium
20 - 40 %	<39	Rendah
0 - 20% (skor 20% terendah)	<13	Diabaikan

Skor di atas hanya untuk satu tipe sistem pemanfaatan lahan. Pemanfaatan lahan berbeda nilainya dan berbeda satu dengan yang lain dan sukar untuk mengukurnya. Misalnya skor risiko tumbuhan invasif untuk lahan

pertanian lebih rendah dibandingkan dengan sistem pemanfaatan lahan yang lain, ini mungkin karena tingkat pengelolaan tumbuhan invasif di lahan pertanian itu lebih tinggi, bukan berarti bahwa tumbuhan invasif di lahan pertanian itu tidak penting.

Mengapa mengkalikan nilai atau skor keinvasian, dampak dan potensi distribusi?

Proses mengkalikan memberikan sebaran yang lebih lebar dari skor, daripada pertambahan (misalnya sebaran dari 0 - 1000, dibandingkan dengan 0 - 30).

Proses mengkalikan adalah logis karena ini interaksi antar kriteria. Misalnya dampak dari suatu tumbuhan invasif dapat diukur dalam rupiah per hektar pertahun, distribusi potensial diukur dalam hektar, dan keinvasian (yaitu laju penyebaran) adalah ukuran dalam arti penambahan hektar dibandingkan hektar tahun sebelumnya.

Dampak	X	potensi distribusi	X	keinvasian
(Rp/hektar/tahun)		(hektar)		(hektar tahun ini/hektar tahun lalu)

Ketika mengkalikan besaran di atas, semua unit hektar akan *cancelled* sehingga pentingnya tumbuhan invasif diukur dalam rupiah pertahun. Dalam mengkalikan skor kriteria keinvasian, dampak dan potensi distribusi, kita mengikuti kalkulasi di atas tanpa menyertakan nilai dolar maupun hektar.

7.5.1. Fisibilitas pengelolaan

Pertanyaan tentang fisibilitas pengelolaan dibagi menjadi tiga kriteria utama yaitu: 1. Biaya kontrol; 2. Distribusi tumbuhan invasif; dan 3. Persistensi pengendalian (kontrol). **Biaya kontrol** meliputi biaya pengelolaan deteksi, biaya kontrol *real* di lapang, keperluan penguatan dan pendidikan. **Distribusi** mempertimbangkan seberapa luas penyebaran tumbuhan invasif itu. **Persisten** mengacu pada periode di mana hasilnya bisa bertahan. Nilai atau skor setiap kriteria ini dikalikan (masing-masing bervariasi dari 0 – 10) untuk memberikan nilai fisibilitas sebagai pecahan dari 1.000. Kemudian bisa dihitung fisibilitas pengendalian untuk sistem pemanfaatan lahan yang sedang diuji, agar dapat dibandingkan langsung dengan skor atau nilai risiko tumbuhan invasif dari sistem pemanfaatan lahan yang sama untuk **menentukan prioritas kontrol**.

Bagi pertanyaan berikut ini nilai atau skor yang lebih tinggi menunjukkan fisibilitas pengelolaan yang lebih rendah.

7.5.2. Biaya kontrol

Bagian ini mengindikasikan biaya kontrol per hektar pada tahun **pertama dari target kontrol**, untuk suatu infestasi dari tumbuhan invasif yang telah mencapai **kerapatan maksimum pada sistem pemanfaatan lahan yang terkena risiko**. Empat faktor biaya utama terkait dengan program kontrol yang terkoordinasi ini adalah menemukan tumbuhan invasif itu, menilai dan menindak infestasi itu di lapang, dan mencapai komitmen pihak yang terkait atau pemangku kepentingan.

1. Bagaimana mudahnya tumbuhan invasif ini dideteksi		Total (a + b + c + d)	Skor
(a) Tinggi saat dewasa	(b) Ada pertumbuhan tajuk	7 atau 8	3
☐ <0,5 m 2	☐ <4 bulan 2	5 atau 6	2
☐ 0,5 – 2 m 1	☐ 4 – 8 bulan 1	3 atau 4	1
☐ >2 m 0	☐ >8 bulan 0	0,1 atau 2	0
☐ Tidak tahu ?	☐ Tidak tahu ?		?
(c) Fitur pembeda	(d) Tinggi pra reproduksi relatif terhadap vegetasi lain		
☐ Tidak ada 2	☐ Di bawah kanopi 2		
☐ Terkadang berbeda 1	☐ Tinggi sama 1		
☐ Selalu berbeda 0	☐ Di atas kanopi 0		
☐ Tidak tahu ?	☐ Tidak tahu ?		

Pertanyaan ini mengindikasikan biaya menemukan infestasi tumbuhan invasif. Bagian (a), (b) dan (c) terkait dengan infestasi baru. Bagian (d) terkait dengan penemuan dan tindakan terhadap tumbuhan sebelum reproduksi.

- (a) Tumbuhan yang lebih tinggi dapat dilihat dari jarak lebih jauh;
- (b) Pertumbuhan tajuk mempertimbangkan kapan tajuk kelihatan (hidup atau mati). Tumbuhan semusim dan beberapa menahun (misalnya, banyak tumbuhan semusim di savana yang tidak kelihatan ketika musim kering seperti *Bidens biternata* atau yang menahun seperti *Chromolaena odorata* yang tidak nampak karena sudah kering mati setelah berbunga dan berbuah);
- (c) Fitur yang membedakan meliputi penampakan, bau daun, bunga dan buah. Ini mengindikasikan bagaimana nampak jelas tumbuhan invasif di antara vegetasi lain. Misalnya bentuk dan lembaran daun *Thespesia lampas* yang lebar berbeda dengan daun rumput dalam savana;

- (d) Tinggi pra-reproduktif mengacu pada bagaimana menemukan tumbuhan invasif untuk dikontrol sebelum menghasilkan biji atau membentuk umbi. Kontrol harus dilaksanakan sebelum reproduksi kalau eradikasi lokal yang dikehendaki. Tinggi pra-reproduktif biasanya lebih rendah daripada tinggi saat dewasa (*maturity*) dan tumbuhan invasif itu akan tumbuh bersama di antara vegetasi lain. Oleh karena itu tinggi tumbuhan invasif dideskripsikan relatif terhadap tinggi kanopi dari vegetasi lain. Misalnya ketika mempertimbangkan tumbuhan invasif pada sistem pemanfaatan lahan rotasi tanaman budidaya/padang rumput, maka kanopi adalah tinggi dari tanaman budidaya.

2. Secara umum, seperti apa aksesabilitas infestasi yang telah diketahui		Skor
☐ Rendah	Sebagian besar lokasi infestasi sukar diakses	2
☐ Medium	Sebagian besar lokasi dapat diakses	1
☐ Tinggi	Seluruh infestasi dapat diakses	0
☐ Tidak ada	Tidak diketahui ada tumbuhan invasif di lokasi yang diuji	0
☐ Tidak tahu		?

Lokasi mungkin susah dicapai karena kemiringan, berbebatuan, vegetasi yang padat dan/atau permukaan air. Ini akan memperlambat pencarian dan aktivitas kontrol. Mungkin ada perbedaan aksesabilitas karena musim (misalnya musim kering sungai dapat dilewati), tetapi jawablah pertanyaan-pertanyaan itu dalam pengertian pencarian dan waktu kontrol tumbuhan invasif itu optimal.

3. Berapa mahalkah biaya kontrol tumbuhan invasif dengan memakai teknik yang memaksimumkan efikasi dan meminimkan kerusakan <i>non target</i>			Skor
(a) Biaya kimia, bahan bakar, dan peralatan untuk operasi	(b) Biaya buruh	Jumlah (a + b)	Sebaran 0 - 8
☐ Tinggi sekali 4	☐ Tinggi sekali 4		
☐ Tinggi 3	☐ Tinggi 3	☐ Tidak tahu	?
☐ Medium 2	☐ Medium 2		
☐ Rendah 1	☐ Rendah 1		
☐ Tidak sesuai 0	☐ Tidak sesuai 0		
☐ Tidak tahu ?	☐ Tidak tahu ?		

Sesuaikan dengan situasi di daerah, misalnya Papua (A), Sumatera dan Kalimantan (B) dan P. Jawa. Ini memungkinkan estimasi biaya kontrol secara realistik. Dibuat 3 kategori biaya untuk mendekati daerah yang kita uji. Daerah di Pulau Jawa (C) mungkin lebih murah daripada di Pulau Sumatera (B), atau di pulau lainnya (A), seperti di Pulau Kalimantan, Sulawesi atau Papua misalnya.

	Kategori Biaya (juta Rupiah)			Skor
	A	B	C	
Amat tinggi	>5	>4	3	4
Tinggi	4 - 5	3 - 4	2 - 3	3
Medium	2 - 4	1 - 3	1,0 - 2.0	2
Rendah	<2	<10	<0.5	1

Herbisida adalah bahan utama untuk mengendalikan tumbuhan invasif. Pengendalian secara fisik berupa pemangkasan/pemotongan batang, pendongkelan dengan pengungkit, bulldozer misalnya. Jangan dihitung biaya kapital untuk membeli peralatan.

4. Seperti apa tingkat kerja sama pemangku kepentingan dalam area terinvasi?		Skor
☐ Rendah	Pengendalian tumbuhan invasif tidak dilakukan. Biaya dan teknik tidak tersedia	2
☐ Medium	Perlu perubahan metode pengendalian, biaya dan teknik tersedia	1
☐ Tinggi	Perlu sedikit perubahan saja untuk mengendalikan tumbuhan invasif	0
☐ Tidak tahu		?

Di samping dari biaya di lapang yang mencakup pencarian dan kontrol tumbuhan invasif, suatu program pengendalian terkoordinasi akan mempunyai jangkauan luas meliputi biaya ekstensi/pendidikan, penguatan manajemen proyek dan administrasi. Kemudahan memotivasi dan mengkoordinasi para pemangku kepentingan dalam proyek yang sedang berlangsung, bervariasi dengan sistem pemanfaatan lahan, terutama sehubungan dengan kapasitas finansial untuk menunjang program pengendalian.

7.6. Distribusi Tumbuhan Invasif Saat Ini

Istilah ini untuk membedakan dengan “**potensi distribusi**” ketika menghitung risiko tumbuhan invasif, sedang “**distribusi saat ini**” adalah

distribusi *real* di lapang. Bagian ini mencoba menilai seberapa luas tumbuhan invasif saat ini tersebar di daerah yang akan dikendalikan. Ini mempertimbangkan proporsi invasi dari lahan yang dikelola dan keseluruhan pola invasi dalam kawasan sistem pemanfaatan lahan yang kita kaji. Di sini dibedakan antara “lahan yang dikelola” dan lahan di luar lahan yang dikelola tetapi masih ada dalam sistem pemanfaatan lahan yang dikaji.

1. Berapa persen dari lahan yang dikelola diinvasi oleh tumbuhan invasif saat ini dan dari keseluruhan sistem pemanfaatan lahan?		Skor
☐ >80% lahan terinvasi	Tumbuhan invasif itu menginvasi >80% lahan yang dikelola dalam sistem pemanfaatan lahan yang dievaluasi	10
☐ 60 - 80% lahan terinvasi	Tumbuhan invasif menginvasi 60 - 80% lahan	8
☐ 40 - 60% lahan terinvasi	Tumbuhan invasif menginvasi 40 - 60% lahan	6
☐ 20 - 40% lahan terinvasi	Tumbuhan invasif menginvasi 20 - 40% lahan	4
☐ 10 - 20% lahan terinvasi	Tumbuhan invasif menginvasi 10 - 20% lahan	2
☐ 5 - 10% lahan terinvasi	Tumbuhan invasif menginvasi 5 - 10% lahan	1
☐ 1 - 5% lahan terinvasi	Tumbuhan invasif menginvasi 1 - 5% lahan	0,5
☐ <1% lahan terinvasi	Tumbuhan invasif menginvasi lahan yang dikelola tapi kurang dari 1%	0,1
☐ 0% lahan terinvasi dan 20 - 40% di luar sistem	Tumbuhan invasif tidak ada di lahan yang dikelola tapi menginvasi 20 - 40 % di kawasan sistem pemanfaatan lahan	2
☐ 0% lahan terinvasi dan 10 - 20% di luar sistem	Tumbuhan invasif tidak ada di lahan yang dikelola tapi menginvasi 10 - 20 % di kawasan sistem pemanfaatan lahan	1
☐ 0% lahan terinvasi dan 5 - 10% di luar sistem	Tumbuhan invasif tidak ada di lahan yang dikelola tapi menginvasi 5 - 10 % di kawasan sistem pemanfaatan lahan	0,5
☐ 0% lahan terinvasi dan 1 - 5% di luar sistem	Tumbuhan invasif tidak ada di lahan yang dikelola tapi menginvasi 1 - 5 % di kawasan sistem pemanfaatan lahan	0,1
☐ 0% lahan terinvasi dan <1% di luar sistem	Tumbuhan invasif tidak ada di lahan yang dikelola dan menginvasi kurang dari 1 % di kawasan sistem pemanfaatan lahan	0,05
☐ 0% dalam sistem	Tumbuhan invasif itu tidak ada dalam sistem pemanfaatan yang sedang dievaluasi	0
☐ Tidak tahu		?

Tujuan *containment* (isolasi) adalah mencegah penyebaran tumbuhan invasif pada sistem pemanfaatan lahan yang rentan. Makin besar areal yang terinvasi relatif terhadap lahan yang dikelola, maka makin kecil fisibilitasnyanya untuk isolasi. Dalam tabel di atas diasumsikan bahwa kemungkinannya kecil sekali bahwa

tumbuhan invasif yang telah menginvasi 40% dari kawasan pemanfaatan lahan tidak ditemukan dalam lahan yang dikelola.

2. Seperti apa pola distribusi tumbuhan invasif dalam sistem pemanfaatan lahan ?		Skor
☐ Tersebar luas	Tumbuhan invasif ditemukan dalam invasi besar dan kecil di seluruh daerah sistem pemanfaatan lahan	2
☐ Terpencar merata	Tumbuhan invasif ditemukan sebagai invasi kecil tersebar di sebagian besar sistem pengelolaan lahan	1
☐ Terbatas	Tumbuhan invasif terlokalisir hanya pada beberapa lokasi dalam keseluruhan sistem pemanfaatan lahan, tidak ternaturalisasi	0
☐ Tidak ditemukan	Tumbuhan invasif itu tidak ada dalam sistem pemanfaatan lahan yang dikaji	0
☐ Tidak tahu		?

Suatu tumbuhan invasif yang tersebar luas akan lebih sukar untuk dikendalikan daripada yang penyebarannya terbatas pada atau divisi suatu sistem pemanfaatan lahan. Pada kondisi pertama akan lebih luas areal yang terinvasi melibatkan berbagai variasi lingkungan sehingga juga akan mengancam areal yang lebih luas.

7.7. Persistensi

Bagian ini mengindikasikan berapa lama waktu yang diperlukan untuk mengeradikasi tumbuhan invasif. Hal ini mempertimbangkan efikasi target pengendalian, umur reproduksi, lamanya bank biji dan kemungkinan pemencaran.

1. Berapa efektifkah pengendalian yang ditargetkan pada invasi tumbuhan invasif itu?		Skor
☐ Rendah	Lebih dari 25% tumbuhan invasif dari target tahunan, <i>survive</i>	3
☐ Medium	Sampai 25% tumbuhan invasif dari target tahunan, <i>survive</i>	2
☐ Tinggi	Sampai 5% tumbuhan invasif dari target tahunan, <i>survive</i>	1
☐ Sangat tinggi	Sampai 1% tumbuhan invasif dari target tahunan, <i>survive</i>	0
☐ Tidak tahu		?

Apakah perlakuan herbisida atau metode fisik lainnya dengan biaya yang telah disiapkan itu mematikan seluruh tumbuhan invasif dalam infestasi itu?

Efikasi dapat turun karena:

- Toleransi terhadap atau *recovery* dari perlakuan;
- Perlakuan yang tidak sempurna (beberapa individu tidak terkena perlakuan);
- Regenerasi vegetatif (misalnya *A. nilotica* yang tumbuh kembali);
- “Pertumbuhan dari biji”.

2. Berapakah periode minimum untuk reproduksi seksual atau propagul vegetatif?		Skor
☐ <1 bulan	Minimum waktu generasi <1 bulan	3
☐ <1 tahun	Minimum waktu generasi <1 tahun	2
☐ <2 tahun	Minimum waktu generasi <2 bulan	1
☐ >2 tahun	Minimum waktu generasi 2 tahun	0
☐ Tidak tahu		?

Makin pendek periode ke fase reproduksi, makin tinggi frekuensi perlakuan pengendalian yang diperlukan dan makin besar peluang tumbuhan invasif itu tidak terkena sebelum reproduksi. Tumbuhan akuatik seperti *Salvinia molesta* dapat bereproduksi secara vegetatif dengan sangat cepat.

3. Berapakah lama maksimum propagul seksual maupun vegetatif tetap <i>viable</i> ?		Skor
☐ >5 tahun	Propagul seksual atau vegetatif dapat dorman setidaknya selama 5 tahun	2
☐ 2 - 5 tahun	Propagul seksual atau vegetatif dapat dorman selama 2- 5 tahun	1
☐ <2 tahun	Propagul seksual atau vegetatif dapat dorman kurang dari 5 tahun	0
☐ Tidak tahu		?

Lamanya bank biji di dalam tanah adalah penentu utama berapa lama invasi harus dikendalikan untuk menentukan keberhasilan eradikasi.

4. Berapa besar kemungkinan propagul baru tetap datang pada lokasi yang dikaji atau mulai menginisiasi invasi baru?		Total (a + b)	Skor
(a) Penyebaran jarak jauh secara alamiah	(b) Tumbuh	4	3
☐ Sering 2	☐ Biasanya ditanam 2	2-3	2
☐ Kadang kadang 1	☐ Kadang kadang ditanam 1	1	1
☐ Jarang 0	☐ Tidak ditanam 0	0	0
☐ Tidak tahu ?	☐ Tidak tahu ?	Tidak tahu	?

7.8. Skor Fisibilitas Pengelolaan

Skor fisibilitas pengelolaan dihitung dengan menyesuaikan skor biaya pengendalian, distribusi dan persistensi ke dalam sebaran skor dari 0 - 10 dan mengkalikan satu dengan lainnya. Fisibilitas pengelolaan akan mempunyai nilai maksimum 1.000 dan minimum 0.

Untuk menghitung secara manual, sesuaikan skor awal sebagai berikut:

Biaya pengendalian : bagi dengan 15 dan kalikan 10. Bulatkan menjadi satu desimal
Distribusi saat ini : bagi dengan 12 dan kalikan 10. Bulatkan menjadi satu desimal
Persistensi : bagi dengan 11 dan kalikan 10. Bulatkan menjadi satu desimal

Fisibilitas pengelolaan = biaya pengendalian x distribusi saat ini x persistensi

Dengan memecah skor Fisibilitas Pengelolaan ini dalam interval 20% akan diperoleh batas klasifikasi Fisibilitas Pengelolaan sebagai berikut:

Frekuensi sebaran	Skor fisibilitas	Fisibilitas pengelolaan
80 - 100% (20% skor teratas)	113+	Tidak berarti
60 - 80%	< 113	Tendah
40 - 60%	< 56	Medium
20 - 10%	< 31	Tinggi
0 - 20% (20% skor terbawah)	< 14	Sangat tinggi

Mengapa mengkalikan skor biaya pengendalian dengan skor distribusi dan skor persistensi?

Proses mengkalikan memberikan sebaran skor yang lebih luas daripada penambahan (sebaran dari 0 – 1.000 dibandingkan dengan 0 - 30).

Proses mengkalikan adalah logis, karena ini mengenai interaksi antar kriteria. Misalnya biaya pengendalian dari suatu tumbuhan invasif dapat diukur dalam rupiah per hektar pertahun, distribusi saat ini diketahui dalam hektar dan durasi pengendalian diukur dalam tahun.

Biaya pengendalian X **Distribusi saat ini** X **durasi pengendalian**
(rupiah/ha/tahun) (hektar) (tahun)

Ketika mengkalikan ketiga skor kriteria itu unit hektar dan tahun *cancelled* sehingga fisibilitas pengelolaan diukur dalam rupiah. Dalam mengkalikan skor kriteria biaya pengendalian, distribusi saat ini dan durasi pengendalian kita meniru kalkulasi di atas tanpa menyertakan dimensi hektar dan tahun.

Matriks berikut ini memberikan panduan aksi strategis pengelolaan tumbuhan invasif yang tepat. Spesies tumbuhan invasif yang berbeda akan kelihatan berada pada posisi yang berbeda dalam matriks, berdasarkan skor risiko dan fisibilitas pengelolaannya. Setiap sistem pemanfaatan lahan akan mempunyai matriks tersendiri.

Risiko tumbuhan invasif	Fisibilitas pengelolaan				
	Diabaikan >113	Rendah >56	Medium >31	Tinggi >14	Tinggi sekali <14
Diabaikan <14	AKSI TERBATAS	AKSI TERBATAS	AKSI TERBATAS	AKSI TERBATAS	MONITOR
Rendah <39	AKSI TERBATAS	AKSI TERBATAS	AKSI TERBATAS	MONITOR	MONITOR
Medium <101	KELOLA SITUS	KELOLA SITUS	KELOLA SITUS	MELINDUNGI SITUS	MENCEGAH PENYEBARAN
Tinggi <192	KELOLA TUMBUHAN INVASIF	KELOLA TUMBUHAN INVASIF	MELINDUNGI SITUS	MENCEGAH PENYEBARAN	MUSNAHKAN INFESTASI
Sangat tinggi >192	KELOLA TUMBUHAN INVASIF	LINDUNGI SITUS DAN KELOLA TUMBUHAN INVASIF	MENCEGAH PENYEBARAN	MUSNAHKAN INFESTASI	ERADIKASI

SIAGA

Berikut ini prinsip panduan untuk setiap kategori pengelolaan di dalam matriks. Pada skala lansekap prinsip ini perlu diinterpretasikan dalam pengertian keluaran yang berbeda untuk setiap sistem pemanfaatan lahan, bagi setiap spesies

tumbuhan invasif yang berbeda. Misalnya suatu tumbuhan invasif mendapat ranking “musnahkan infestasi” pada suatu sistem pemanfaatan lahan, dan “aksi terbatas” pada sistem pemanfaatan lahan yang lain. Dalam hal ini pengendalian terkoordinasi masih diperlukan pada kasus pemanfaatan lahan yang belakangan untuk memungkinkan proteksi pemanfaatan lahan yang pertama. Istilah “Daerah Pengelolaan” dapat saja dipakai untuk skala spasial yang berbeda, misalnya Level Nasional, Regional, sistem pemanfaatan lahan.

7.8.1. Siaga

Spesies tumbuhan invasif yang diketahui tidak ada di daerah pengelolaan dan menjadi ancaman nyata mendapat skor “0” dalam Fisibilitas Pengelolaan karena ketidakberadaan spesies tumbuhan invasif tersebut di daerah itu.

Pengelolaan kategori SIAGA ini bertujuan untuk mencegah datang dan mapannya spesies itu:

- Mencegah masuk kedalam daerah pengelolaan;
- Pengamatan berkelanjutan untuk serangan tumbuhan invasif (misalnya inspeksi *nursery*);
- Pelatihan aktivitas kesadaran masyarakat agar dapat melakukan deteksi dini.

7.9. Eradikasi

Bertujuan untuk memusnahkan tumbuhan invasif dari daerah pengelolaan

- Pengamatan dan pemetaan detail untuk menentukan lokasi dari invasi;
- Memusnahkan semua infestasi meliputi bank biji;
- Mencegah pemasukan ke dalam dan perdagangan di dalam daerah pengelolaan;
- Melarang menanam dan mengkultivasi tumbuhan invasif;
- Monitor perkembangan program eradikasi.

7.10. Musnahkan Infestasi

Bertujuan mengurangi secara signifikan spesies tumbuhan invasif di dalam daerah pengelolaan

- Pengamatan dan pemetaan detail untuk menentukan lokasi semua infestasi;

- Musnahkan semua infestasi, ditujukan untuk eradikasi lokal pada daerah yang *feasible*;
- Mencegah pemasukan ke dalam dan gerakan dan perdagangan di dalam daerah pengelolaan;
- Melarang menanam;
- Memonitor progres reduksi.

7.10.1. Mencegah penyebaran

Bertujuan mencegah penyebaran yang terjadi dari tumbuhan invasif di dalam daerah pengelolaan

- Pengamatan dan pemetaan untuk menentukan lokasi semua infestasi pada seluruh unit lokasi (kepemilikan lahan, desa, unit subsistem dalam ekosistem dan sebagainya);
- Kendalikan semua infestasi untuk mengurangi kepadatan tumbuhan invasif secara signifikan;
- Mencegah pemasukan ke dan gerakan dan perdagangan di dalam daerah pengelolaan;
- Tidak mengizinkan penyebaran (kalau ditanam);
- Monitor perubahan dari distribusi yang ada.

7.10.2. Melindungi situs

Bertujuan untuk mencegah penyebaran tumbuhan invasif ke dalam situs kunci/aset dengan nilai ekonomi tinggi, lingkungan dan/atau sosial

- Tumbuhan invasif mungkin berada pada distribusi terbatas dan hanya mengancam pada industri/habitat terbatas (risiko tumbuhan invasif rendah). Atau tumbuhan invasif itu mungkin lebih tersebar luas tetapi belum menginvasi/berdampak pada banyak industri/habitat (risiko tumbuhan invasif yang lebih besar);
- Pengamatan dan pemetaan untuk menentukan lokasi semua daerah terinvasi;
- Mengidentifikasi situs kunci/aset di dalam daerah pengelolaan;
- Pengelolaan infestasi pada areal dekat situs kunci/aset yang bertujuan untuk mengurangi kepadatan tumbuhan invasif secara signifikan;

- Membatasi gerakan dan perdagangan spesies tumbuhan invasif dalam daerah pengelolaan;
- Mencegah penyebaran tumbuhan invasif yang dikultivasi (kalau ditanam) yang berdekatan dengan situs kunci;
- Monitor perubahan distribusi saat ini di dalam dan yang berdekatan dengan situs kunci.

7.10.3. Mengelola tumbuhan invasif

Bertujuan untuk mereduksi dampak ekonomi, lingkungan dan/atau sosial secara keseluruhan dari tumbuhan invasif melalui pengelolaan target

- Penelitian dan pengembangan paket Pengelolaan Tumbuhan Invasif secara Terpadu (PTIT) meliputi pemakaian herbisida dan pengendalian hayati yang mana yang lebih *feasible*;
- Mempromosikan paket PTIT pada pemangku kepentingan (termasuk pemilik lahan);
- Monitor penurunan dampak tumbuhan invasif karena perbaikan pengelolaan
- Identifikasi situs kunci/aset dalam daerah pengelolaan dan pastikan kecukupan sumber daya untuk mengelola tumbuhan invasif.

7.10.4. Mengelola situs

Bertujuan untuk menjaga nilai ekonomi, lingkungan dan/atau sosial secara keseluruhan dari situs kunci/aset melalui perbaikan pengelolaan tumbuhan invasif secara umum

- Promosikan prinsip umum PTIT kepada pemangku kepentingan meliputi seperangkat teknik metode pengendalian, menjaga kemampuan kompetisi dari vegetasi alam/tanaman budidaya/pastur, kesehatan dan rencana pengelolaan sistem pemanfaatan lahan;
- Identifikasi situs kunci/aset di dalam daerah pengelolaan dan pastikan kecukupan sumber daya untuk mengelola ini dan menjaga nilai aset tersebut;
- Perluas fokus di luar masalah tumbuhan invasif pada semua proses yang mengancam.

7.10.5. Monitor

Bertujuan untuk mendeteksi perubahan signifikan risiko spesies tumbuhan invasif. Monitor penyebaran spesies dan review perubahan yang ada dalam keinvasian spesies tumbuhan.

7.10.6. Aksi terbatas

Spesies tumbuhan invasif hanya akan ditargetkan untuk pengendalian terkoordinasi dalam daerah pengelolaan apabila keberadaan secara lokal membuat spesies ini kemungkinan menyebar pada sistem pemanfaatan lahan yang diranking sebagai prioritas tinggi.

- Ambil tindakan untuk mengendalikan kalau diperlukan untuk keuntungan sistem pemanfaatan lahan yang berada dalam risiko untuk diinvasi;
- Kalau tidak, saran terbatas pada pengelola, apabila diperlukan.

Bab VIII

Eradikasi

8.0. Definisi Eradikasi

Karakter yang mendefinisikan eradikasi meliputi hal tersebut ini:

- I. Eradikasi hanya akan dicapai ketika individu terakhir sudah dimusnahkan.
- II. Eradikasi melibatkan biaya yang tinggi, tetapi dapat diabaikan biaya berikutnya.
- III. Ketika eradikasi fisibel, biasanya menjadi pilihan pengelolaan yang disukai; dalam hubungannya dengan aktivitas pencegahan yang sedang berlaku.

“Eradikasi” atau “pemberantasan” adalah istilah yang tegas, jangan disamakan dengan “kontrol” atau “pengendalian”, yang berarti mengurangi jumlah atau mengisolasi IAS sehingga dampaknya dalam batas yang dapat diterima.

Eradikasi adalah usaha untuk mencapai *outcome* yang dikehendaki – seperti kembalinya suatu spesies atau restorasi ekosistem. Jadi eradikasi sendiri bukan “tujuan akhir”. Eradikasi adalah pemusnahan total suatu populasi IAS target di suatu kawasan dalam kerangka waktu (*time frame*) tertentu.

8.1. Syarat untuk Eradikasi

Ada 3 kondisi yang harus dipenuhi apabila suatu program eradikasi ingin berhasil:

- a. Setiap individu target dari IAS harus ditempatkan sebagai risiko;
- b. IAS harus dimusnahkan lebih cepat daripada kemampuannya berbiak;
- c. Risiko untuk re-invasi harus dipastikan secara efektif nol.

8.1.1. Menempatkan seluruh populasi IAS sebagai risiko

Secara definisi, eradikasi menuntut pemusnahan semua individu dari populasi target. Ini berarti teknik yang dipakai harus menempatkan semua individu dalam populasi sebagai risiko. Ketika harus berhadapan dengan populasi yang sudah mapan ini harus dibuat perencanaan dan implementasi yang hati-hati. Untuk lebih memastikan bahwa semua individu ditempatkan sebagai berisiko, sering

diperlukan penggunaan beberapa teknik sekaligus atau secara sekuensial, atau berurutan. Ini sangat mungkin ketika mengeradikasi suatu spesies yang mempunyai fase kehidupan berbeda-beda (telur, larva, kepompong dan dewasa; butir sari, biji atau spora) dan terutama ketika fase-fase kehidupan itu menempati habitat yang berbeda.

Oleh karena tumbuhan memproduksi biji dan yang lain memproduksi spora, maka menempatkan semua individu dari populasi target IAS berisiko pada setiap saat adalah amat sukar. Biji atau spora mungkin terus berkecambah dan tumbuh untuk beberapa tahun setelah operasi eradikasi awal. Itulah sebabnya mengapa tumbuhan invasif yang sudah mempunyai populasi yang mapan begitu sukar untuk dieradikasi dengan operasi tunggal. Suatu kombinasi dari berbagai metode mungkin diperlukan untuk memusnahkan biji dan kecambah, di samping tumbuhan dewasa. Survei rutin yang dijalankan untuk mendeteksi dan memusnahkan anakan akan sangat diperlukan. Sama pentingnya menempatkan semua individu target dalam risiko adalah perlunya meyakinkan bahwa spesies non-target tidak terpapar pada risiko yang tidak dapat diterima sebagai akibat dari prosedur eradikasi. Teknik eradikasi yang secara tidak sengaja mengeradikasi spesies lokal atau membahayakan manusia atau kesehatan selama proses eradikasi IAS adalah tidak dapat diterima.

8.1.2. Memusnahkan individu lebih cepat daripada kemampuan individu berbiak

Untuk mencapai eradikasi total dari IAS target, maka laju pemusnahan harus lebih cepat daripada laju mereka berbiak.

8.1.2.1. Eradikasi versus panen secara berkelanjutan

Tujuan dari operasi eradikasi adalah menurunkan populasi IAS target sampai nol secepat-cepatnya. Ini adalah *cost-effective*, tetapi mempunyai keuntungan kedua yaitu menurunkan jumlah individu bereproduksi selama eksekusi program. Karena anakan atau keturunan dalam berbagai bentuknya mungkin tidak terpaparkan pada aktivitas eradikasi, maka program demikian harus berkelanjutan melampaui waktu ketika juvenil terakhir mungkin dapat mencapai dewasa ketika ia terpaparkan pada teknik eradikasi.

Laju reproduksi IAS yang telah mapan (terutama mamalia) cenderung meningkat ketika eradikasi berjalan. Dengan lain perkataan makin cepat mereka dimusnahkan makin cepat mereka berbiak. Oleh karena itu tidak cukup untuk mengetahui berapakah laju reproduksinya; sebelum eradikasi mulai dioperasikan, laju reproduksi itu harus dimonitor dan dievaluasi dalam implementasi program eradikasi itu. Makin banyak informasi yang diketahui tentang ekologi IAS, makin bagus peluangnya mencapai eradikasi yang sukses. Memahami tingkah laku reproduksi dan strategi pembiakan IAS adalah pra-syarat untuk memenuhi kondisi ini. Adalah sangat penting untuk mengetahui berapakah ukuran populasi dari IAS itu. Ini sangat diperlukan terutama kalau teknik pemusnahan secara mekanis yang akan dipakai. Tanpa mengetahui dengan baik jumlah individu, tidak mungkin merencanakan laju pemusnahan minimum yang diperlukan untuk memastikan bahwa laju individu yang dimusnahkan lebih cepat daripada laju mereka berbiak.

8.1.2.2. Memastikan bahwa re-invasi bukan risiko

Operasi eradikasi sangat intensif dan bisa relatif mahal. Untuk dapat dibenarkan harus ada prospek yang dapat diterima bahwa lokasi di situ akan tetap bebas dari IAS yang telah dieradikasi itu; setidaknya untuk waktu tertentu ke depan. Sementara selalu ada risiko untuk re-invasi yang harus dijaga serendah mungkin peluangnya. Cara yang sesuai untuk mengelola risiko re-invasi adalah untuk mengenali mereka sejak awal, mengembangkan pemahaman kemampuan IAS menyebar dan jalurnya, dan menempatkannya dalam peraturan pencegahan/karantina, dan aktivitas kontingensi. Untuk eradikasi IAS selama-lamanya, peluang re-invasi harus direduksi menjadi nol.

8.1.2.3. Faktor penting lainnya

Faktor penting lainnya yang harus dipertimbangkan ketika merencanakan eradikasi adalah sebagai berikut:

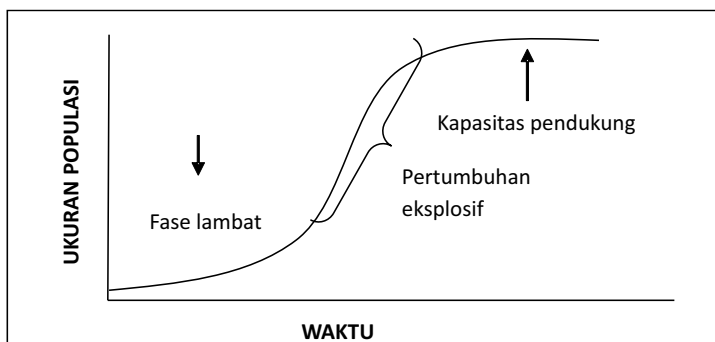
- Melibatkan hanya operator lapangan yang betul-betul berkomitmen untuk eradikasi. Ketika target IAS kerapatannya masih sangat rendah, maka komitmen operator menjadi sangat penting;
- Rencanakan operasi eradikasi sedemikian rupa sehingga akan berhasil pada upaya pertama. Gagal mencapai eradikasi dapat mempunyai implikasi penting, meliputi *resurgence* cepat target IAS, dan adanya IAS yang tersensitasi

dengan metode eradikasi (malu-perangkap, takut manusia, resisten terhadap racun, dsb.) Kegagalan dapat juga mengarah pada kehilangan kepercayaan masyarakat dan menurunkan bantuan institusi atau masyarakat. Sebaliknya sukses mengarah pada hasil yang signifikan pada ekologi, sosial dan ekonomi dan mungkin juga akan mengarah kepada dukungan lebih besar untuk eradikasi di lain tempat;

- Adalah penting bahwa monitoring harus tersedia untuk mendeteksi perubahan jangka panjang sehingga respons yang cepat dan pas segera dapat diambil. Monitoring dan penelitian yang terkait adalah penting untuk belajar lebih banyak tentang implikasi eradikasi dan tentang bagaimana ekosistem berfungsi;
- Bantuan yang sesuai dan konsisten dari para pemangku kepentingan; meliputi mereka yang bertanggungjawab untuk operasi secara keseluruhan dan juga donor. Isu yang tidak terduga adalah biasa pada pengelolaan lingkungan. Agen penyedia dana misalnya harus siap untuk mempertimbangkan aplikasi tambahan dana atau untuk perluasan cakupan proyek agar mengakomodasi kondisi yang tidak terduga;
- Perencanaan untuk *contingency* harus dicantumkan sejak awal proyek, bukan ketika *budget* sudah dialokasikan dan telah dibelanjakan.

8.2. Kapan Tepatnya Melakukan Eradikasi

Setelah pembatasan atau isolasi awal dari serangan (invasi) baru, eradikasi adalah pilihan yang disenangi. Peluang melaksanakan eradikasi yang sukses adalah tertinggi sebelum populasi IAS menjadi terlalu tersebar luas dan laju reproduksi meningkat terlalu dramatis.



Gambar 10 Tingkat atau fase dalam proses invasi

Waktu yang paling sesuai untuk eradikasi agar berhasil adalah selama fase lambat dari proses invasi. Makin jauh sepanjang sumbu-x eradikasi dimulai, makin rendah peluang untuk berhasil. Eradikasi adalah jelas merupakan tujuan yang disukai ketika bahkan dampak yang paling rendah pun tidak dapat ditoleransi. Misalnya, apabila beradanya satu atau dua individu dari tumbuhan invasif membuat risiko yang tidak dapat diterima, maka mengeradikasi mereka itu menjadi pilihan yang disukai. Dengan memusnahkan IAS, dampaknya adalah setidaknya sebagian akan juga hilang. Jadi eradikasi biasanya akan memberikan hasil positif yang penting dari sudut pandang tujuan pengelolaan. Misalnya mamal seperti tikus sudah dieradikasi dari suatu pulau, maka spesies yang terancam kembali dan beberapa aspek dari ekosistem terestorasi. Selain keuntungan bagi keragaman biologi atau biodiversitas, membasmi IAS dapat juga menyebabkan keuntungan ekonomi utama seperti meningkatnya hasil tanaman budidaya atau menurunnya risiko kesehatan. Eradikasi juga memungkinkan bahwa biaya finansial dan lingkungan dari operasi pengendalian yang sedang berlaku dapat dihindari. Menentukan *goal* (sasaran), tujuan dan cara pengendalian dan melaporkan aktivitas itu semua adalah sangat penting bagi setiap operasi eradikasi. Ada banyak isu penting untuk dipertimbangkan dalam menentukan kapan untuk mulai operasi eradikasi.

Pada level strategis (regional atau nasional) isu demikian meliputi:

8.2.1. *Outcome* yang dikehendaki di lokasi

Eradikasi IAS bukan tujuan akhir atau “*end –point*” dengan sendirinya. Mendapatkan lokasi yang bebas dari dampak satu atau lebih IAS sehingga *outcome* yang dikehendaki terjadi, seperti spesies kembali atau hasil tanaman budidaya meningkat, adalah *goal* atau sasaran pengelolaan di belakang eradikasi. *Outcome* yang dikehendaki dapat meliputi faktor ekologis, sosial dan ekonomi. Oleh karena itu aktivitas restorasi atau rehabilitasi harus disertakan dalam rancangan eradikasi.

8.2.2. Prioritasi IAS

Ketika pengetahuan tentang dampak IAS tumbuh, sepanjang pengakuan bahwa tidak semua dapat dikelola, menetapkan prioritas untuk pengelolaan IAS tertentu menjadi penting. Misalnya adalah bijak untuk menetapkan prioritas pengelolaan IAS yang mempunyai atau diduga mempunyai dampak yang

signifikan. Ini mungkin perlu untuk memprioritaskan spesies yang eradikasi, yaitu spesies dengan teknik eradikasi yang telah dicoba dan diuji, tersedia.

8.2.2.1. Informasi tersedia pada target IAS

Syarat kunci dalam merencanakan operasi eradikasi antara lain meliputi ketersediaan hasil penelitian sebelumnya (seperti pada tingkah laku perkembangbiakan dan pola makan dari IAS target) dan proyek sebelumnya yang mirip dan yang telah dilakukan di lain tempat yang menjadi sumber informasi tersedia tentang teknik, akibat dan *outcome*. Sementara setiap proyek eradikasi berbeda, dengan informasi demikian untuk mendukung pembuatan kebijakan dapat memberikan kepercayaan yang lebih besar bahwa hal itu telah dikerjakan dengan benar.

8.2.2.2. Analisis *cost/benefit*

Ketika keuntungan signifikan dapat diantisipasi, sejumlah syarat khusus harus dipenuhi apabila eradikasi harus diperoleh. Risiko dan dana terkait untuk memenuhi syarat dan dalam menjaga keuntungan yang langgeng, perlu dievaluasi dengan hati-hati.

8.3. Di manakah Eradikasi Akan Berhasil?

Mayoritas eradikasi yang berhasil terjadi di kepulauan. Alasan utama adalah karena populasi pulau begitu terisolasi sehingga memungkinkan untuk menempatkan setiap individu berisiko secara simultan. Untuk sebagian besar situasi *mainland*, ini hanya akan mungkin pada fase awal proses invasi IAS. Akan tetapi ada banyak “sistem kepulauan” atau “*insular systems*”, atau ekosistem yang mempunyai batas yang tegas yang berperan sebagai pembatas efektif untuk penyebaran bagi IAS. Pulau tidak perlu berarti suatu pulau sungguhan yang dikelilingi oleh air.

Mereka dapat saja sebagai pulau dari kawasan lindung habitat alam yang dikelilingi oleh lautan lahan pertanian yang berperan secara efektif mengisolasi kawasan lindung itu. Kecuali lokasi *mainland* itu bersifat pulau (seperti danau, pegunungan, atau sepotong habitat yang dikelilingi oleh pertanian), pilihan untuk eradikasi sungguh sangat terbatas. Alasan kedua di belakang keberhasilan eradikasi kepulauan adalah kemudahan relatif di mana pulau itu dapat dikarantina dari propagul baru. Sedikit sekali kesempatan IAS untuk mencapai status pulau

secara alamiah, dan menerapkan regulasi sangat berhasil dalam membatasi penyebaran dengan vektor manusia.

8.4. Menilai Fisibilitas

Fisibilitas eradikasi akan tergantung pada faktor ekologi, logistik dan sosial. Keputusan untuk tetap melaksanakan eradikasi harus didasarkan pada informasi tentang kesesuaian ekologi, dapat terpenuhi secara logistik, dan dukungan yang nyata dari pemangku kepentingan kunci dan lembaga pengelolaan. Penilaian fisibilitas harus diarahkan pada penanganan isu di atas sampai pengambil keputusan dapat diyakinkan.

8.4.1. Faktor ekologis

Informasi dari isu ekologis berikut ini akan diperlukan agar percaya diri bahwa prasyarat untuk berhasil telah dipenuhi:

- **MVP** (*Minimum Viable Population*) **dari IAS**. Ini menentukan tujuan pengelolaan apakah IAS masih pada fase lambat atau tidak atau populasi sudah mulai membesar dengan cepat.
- **Kemampuan menyebar IAS**. Spesies dengan kemampuan menyebar bagus (misalnya disebarkan oleh burung atau angin) umumnya lebih sukar untuk dieradikasi dan peluangnya besar untuk re-invasi lagi.
- **Laju reproduksi IAS**. Dalam eradikasi secara normatif dipercaya bahwa laju pemusnahan harus melebihi potensi IAS untuk berbiak; mengetahui laju kemampuan berbiak adalah sangat penting.
- **Pola jelajah, distribusi dan pemanfaatan habitat target IAS** juga berguna dalam merencanakan strategi yang sesuai. Pengetahuan tentang tingkah laku sosial, seperti keteritorialan, pola kesetiaan, adalah berguna kalau ada kemungkinan bahwa individu yang dominan dapat mencegah individu di bawah kekuasaannya (*subordinates*), memperoleh akses umpan atau perangkap, dengan demikian mencegah seluruh individu untuk ditempatkan sama berisiko.
- **Pemahaman tentang variabilitas musim** dapat juga memfasilitasi perencanaan yang lebih baik. Misalnya tumbuhan invasif itu lebih rentan terhadap perlakuan herbisida pada periode pertumbuhan cepat.

8.4.2. Kapasitas dan logistik

Sekali teknik yang akan dipakai sudah diidentifikasi dan informasi ekologi telah diperoleh tentang IAS terkait, waktu yang diperlukan untuk mencapai eradikasi dapat diestimasi berdasarkan pada laju pemusnahan yang prediksi. Atribut fisik dari tapak atau lokasi meliputi aksesibilitas ke lokasi, meliputi bukit dan vegetasi akan mempunyai konsekuensi penting pada logistik. Bagian penting perencanaan untuk setiap eradikasi adalah memperoleh informasi bagus tentang fitur fisik dan pengembangan strategi sehingga semua bagian dari lokasi atau tapak dapat diperlakukan secara benar.

Pada awal pembangunan regulasi tahun 2005, tentang spesies invasif yang sampai sekarang juga belum berhasil, di Kementerian Pertanian pernah terpikirkan untuk membentuk Komite Nasional Spesies Invasif, yang terdiri dari berbagai lembaga pemerintah (Kementerian Pertanian, Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Perikanan dan Kelautan, Kesehatan, Dalam Negeri, Transportasi, serta Perdagangan) terkait, Lembaga Swadaya Masyarakat, dan individu pakar dalam bidang spesies invasif. Spesies invasif meliputi tumbuhan, hewan, ikan dan mikroorganisme, mulai dari gulma invasif sampai ke serangga hama invasif, flu burung bahkan virus ebola yang mewabah di Afrika dan mengancam dunia. Koordinasi antar lembaga di pemerintah adalah sangat perlu ketika masalah spesies invasif muncul terutama ketika harus bergerak cepat untuk mengeradikasi spesies yang baru terintroduksi.

Komite demikian ini dapat efektif baik untuk tindakan strategis jangka panjang, seperti meninjau dan menguatkan hukum dan peraturan yang relevan, di samping masalah taktis jangka pendek dan operasional, seperti tindakan sehubungan dengan spesies baru yang ditemukan dan sudah diintroduksi. Komite juga dapat mengusulkan rencana aktivitas dengan prioritas, mencakup areal kritis yang harus dilindungi, dan spesies invasif yang harus dikendalikan atau dieradikasi.

Waktu, dana dan tenaga ahli manusia, berada dalam suplai terbatas, dan harus diarahkan pada bidang di mana mereka akan memberikan hasil terbaik.

8.4.3. Faktor sosial

Syarat penting untuk setiap eradikasi adalah bahwa *legal framework* atau kerangka kerja legal harus ada dan lembaga yang bertanggung jawab untuk

melaksanakan operasi mempunyai kapasitas untuk mengerjakan tugasnya. Dukungan institusional yang tidak cukup adalah satu dari banyak alasan yang paling umum ditemui pada proyek pengelolaan IAS yang gagal memenuhi tujuannya. Semua lokasi yang diusulkan akan ada yang berkepentingan atau “*stake*” dalam apa yang sedang direncanakan di lokasi di situ. Adalah penting untuk membangun dialog dengan pemangku kepentingan di situ dan melibatkan mereka dalam proses perencanaan sehingga pemikiran mereka dapat diakomodasikan dalam perencanaan tersebut. Eradikasi dapat menjadi sangat kontroversial dan mungkin mengundang banyak oposisi dari masyarakat. Oposisi yang demikian ini dapat membahayakan keberhasilan (bahkan untuk sekedar mulai) dari operasi eradikasi. Fisibilitas proses penilaian harus mengidentifikasi semua isu dan secara tujuan mengevaluasi manfaatnya dan bagaimana mereka bisa dikendalikan.

8.5. Merencanakan Eradikasi pada Level Ekosistem

Eradikasi yang berhasil akan memberikan keuntungan yang signifikan bagi spesies lokal/endemik. Akan tetapi tanpa perencanaan, suatu eradikasi mungkin mempunyai dampak yang tidak diharapkan dan tidak dikehendaki pada spesies lokal dan ekosistem. Pengaruh yang tidak dikehendaki dapat berasal dari eradikasi ketika populasi IAS sudah sangat mapan, sebab ekosistem adalah sangat kompleks dan beragam. IAS dalam suatu sistem dapat berinteraksi dalam cara yang tidak dapat diprediksi. Ketika satu IAS dimusnahkan maka pengaruh pada IAS yang masih tertinggal mungkin besar dan negatif untuk lingkungan. Satu contoh klasik adalah eradikasi suatu herbivora, yang kemudian mengarah pada meningkatnya populasi tumbuhan invasif dengan dampak terkait.

Dalam suatu sistem dengan predator invasif dan mangsa lokal yang tidak invasif dan invasif, eradikasi spesies mangsa invasif dapat menjurus pada meningkatnya level predasi pada spesies lokal. Begitu juga beberapa spesies lokal mungkin lebih mengandalkan pada tumbuhan asing untuk menunjang keberadaannya. Oleh karena itu eradikasi spesies tumbuhan invasif seperti itu dapat tanpa disengaja menyebabkan eradikasi spesies lokal. Jadi jelas bahwa ketika perlu melanjutkan pengembangan dan pemanfaatan metodologi eradikasi yang efektif, eradikasi perlu dipertimbangkan dalam konteks ekosistem secara keseluruhan yang sedang dikelola. Secara ideal harus ada: 1. penilaian pra-eradikasi, untuk memastikan bahwa pemusnahan menghindari dampak

ekologi yang tidak dikehendaki; dan 2. penilaian pasca pemusnahan dari dampak eradikasi pada spesies target dan pada ekosistem.

Perencanaan eradikasi berdasarkan pada pemahaman yang sempurna pada peran IAS dalam ekosistem akan membantu mencegah konsekuensi yang tidak diinginkan setelah eradikasi.

8.6. Metode Eradikasi

Banyak sekali teknik yang sudah dipakai dengan berhasil untuk mengeradikasi IAS. Menentukan metode eradikasi yang akan dipakai tergantung pada banyak hal, meliputi tipe IAS, karakter dari tapak (lokasi), lingkungan sosial dan politik dan kapasitas. Ada risiko tinggi untuk gagal kalau metode yang belum teruji dipakai. Memilih kombinasi metode yang benar, waktu, dan orang yang akan memakai metode itu akan sangat kritis untuk keberhasilan eradikasi. Teknik eradikasi umumnya terdiri dari 3 kategori: mekanis, kimiawi dan biologi.

8.6.1. Mekanis

Metode mekanis kadang-kadang tidak dibedakan dengan metode manual dan mekanis. Untuk memisahkan metode ini dapat dibagi menjadi menjadi metode manual, mekanis, kimiawi dan biologi.

Metode mekanis walaupun tetap memakai tenaga manusia tetapi komponen mekaniknya lebih besar seperti memakai traktor, bulldozer, dsb. Sedangkan memotong gulma menggunakan sabit atau memotong pohon dengan kapak disebut metode manual. Peralatan yang diperlukan dan jumlah pembiayaan akan bervariasi dengan kondisi invasi IAS dan urgensinya; mengendalikan eceng gondok di Jakarta memakai metode mekanis adalah wajar tetapi di daerah lain mungkin secara manual masih dikerjakan.

8.6.2. Metode kimiawi

Metode kimiawi melibatkan pemakaian pestisida, seperti insektisida, herbisida, fungisida, nematisida, rodentisida atau umpan racun. Aplikasi pestisida ini telah menjadi kunci keberhasilan di berbagai usaha eradikasi, di banyak negara di dunia.

Tabel 10 Keuntungan dan kerugian memakai metode pengendalian mekanis

Keuntungan	Kerugian
• Bisa lebih spesifik dari metode lain • Risiko terhadap dampak biasanya rendah • Paling sesuai untuk individu IAS • Penting ketika “<i>down to the last few</i>” dan pendekatan batas tidak efisien • Memerlukan banyak tenaga, menciptakan pekerjaan	• Teknik mekanis memerlukan banyak tenaga, relatif mahal • Metode mekanis mungkin tidak praktis terutama ketika invasi sudah sangat luas

Tabel 11 Keuntungan dan kerugian pengendalian IAS dengan metode kimiawi

Keuntungan	Kerugian
• Memerlukan sedikit tenaga, jadi biaya murah • Areal yang luas dapat diselesaikan dengan lebih cepat	• Pemakaian bahan kimia beracun akan meracuni spesies non-target, serta mengkontaminasi sumber air • Spesies target mungkin resisten • Beberapa zat kimia mempengaruhi lainnya

8.6.3. Biologis atau hayati

Pengendalian biologi juga disebut sebagai *bio-control* adalah pemanfaatan mekanisme biologis untuk menurunkan jumlah IAS. Pengendalian biologi dapat dipakai untuk melawan semua tipe IAS, meliputi vertebrata, patogen tumbuhan, tumbuhan invasif atau invertebrata. Dengan sifat alamiahnya pengendalian biologi tidak sesuai untuk mencapai eradikasi total ketika diaplikasi sendirian (dinamika predator-mangsa, dan patogen-tumbuhan inang mencegah agen pengendali biologi memusnahkan IAS, karena hanya itu sumber daya kehidupannya). Akan tetapi *bio-control* dapat dipakai untuk menurunkan jumlah IAS dalam hubungannya dengan metode lain sebagai bagian dari program eradikasi. Misalnya penyakit dapat dipakai untuk mencapai “*initial knock down*” dari IAS target, ketika terjadi pada kepadatan tinggi. Berikutnya (metode mekanikal atau kimiawi) kemudian dapat dipakai untuk mencapai eradikasi.

Apapun teknik eradikasi yang dipakai, adalah penting untuk membangun sistem monitoring yang sesuai, sehingga efektivitas setiap teknik yang dipakai dapat dinilai ketika eradikasi berlangsung sepanjang perubahan yang telah

Tabel 12 Keuntungan dan kerugian metode pengendalian biologi

Keuntungan	Kerugian
• Spesifik spesies kalau direncanakan dengan benar • Umumnya memberikan lebih sedikit risiko lingkungan dari pada metode lain	• Memerlukan lebih banyak perencanaan dan lebih banyak pengelolaan awal yang intensif • Memerlukan lebih banyak pemahaman IAS dan sistem di mana metode ini dipakai • Berisiko bahwa agen biologi sendiri bisa menjadi invasif • Dampak pada IAS memakan waktu lama

diantisipasi pada spesies lokal yang dipengaruhi oleh IAS terkait. Eradikasi berpeluang besar untuk berhasil ketika seperangkat metode dipakai. Menggantungkan eradikasi hanya pada satu metode dapat berisiko kegagalan. Dalam memilih metode eradikasi, prosedur berikut ini harus diperhatikan:

- Ketahui dengan detail identitas metode yang berjalan dengan baik.
- Pahami metode apa saja yang sudah dipakai di lain tempat/negara.
- Tentukan kelebihan dan kendala dari setiap metode (seperti apakah masyarakat lokal akan mendukung metode yang diusulkan).

Uji metode yang akan dipakai sebelum dipakai, meliputi berbagai kombinasi (seperti ketika mengeradikasi *Lantana camara*, pakai metode kimia untuk mencapai kematian yang cepat diikuti oleh pemusnahan secara fisik).

8.7. Memonitor Perubahan

Pada tataran yang cukup, alasan fundamental untuk melaksanakan eradikasi adalah untuk menginduksi perubahan (dalam hal ini merestorasi atau merehabilitasi ekosistem). Perubahan meliputi bukan saja lenyapnya IAS target, tetapi juga perubahan konsekuensial di dalam lingkungan dan menguntungkan bagi lingkungan dan masyarakat. Ini adalah respons atau “hasil yang dikehendaki” yang membenarkan usaha dan biaya eradikasi. Oleh karena itu, pada setiap operasi eradikasi, perkembangan yang harus diukur adalah memusnahkan IAS target, di samping perubahan dalam atribut lingkungan yang diharapkan untuk berubah.

8.7.1. Parameter yang dimonitor

Memonitor melibatkan pengukuran berulang terhadap hal tertentu dengan cara standar agar menjawab pertanyaan penting. Dalam operasi eradikasi pertanyaan yang paling penting adalah “Kapankah operasi eradikasi dapat diberhentikan?”, atau dengan lain perkataan “Kapankah semua individu target sudah dimusnahkan?”. Program monitoring harus menetapkan secara spesifik untuk menjawab pertanyaan di atas. Oleh karena eradikasi tumbuhan jarang dinilai “berhasil” sampai bertahun-tahun setelah tumbuhan terakhir dimusnahkan, monitoring jangka panjang dan pengamatan (*surveillance*), harus menjadi bagian dari keseluruhan strategi. Pertanyaan penting lainnya menyangkut perkembangan yang dibuat ke arah tujuan eradikasi.

Asalkan ekologi dan tingkah laku IAS target cukup dipahami, maka monitoring yang sesuai akan memperlihatkan apakah perkembangan itu berjalan menurut jadwal.

8.7.2. Keuntungan monitoring

Program monitoring tidak hanya penting demi kepentingan program eradikasi. Ini penting untuk bisa mendemonstrasikan secara rasional, dapat dikuantifikasi dan dimengeti bagi para penyandang dana dan pemangku kepentingan, total pembiayaan dan keuntungan dari program. Memonitor hasil eradikasi adalah penting untuk memantau kemajuan dari proses eradikasi itu.

8.8. Butir Kunci tentang Eradikasi

- Eradikasi adalah pemusnahan total dari populasi IAS target pada suatu lokasi dalam kerangka waktu tertentu.
- Eradikasi memerlukan biaya awal yang tinggi, tetapi biaya berikutnya dapat diabaikan.
- Sebelum rencana eradikasi dapat dieksekusi, kondisi berikut ini harus dipenuhi dalam perencanaannya:
 - a. Semua individu spesies target harus ditempatkan sebagai berisiko.
 - b. IAS harus dimusnahkan lebih cepat daripada IAS berbiak.
 - c. Risiko re-invasi secara efektif harus nol.
- Eradikasi berpeluang berhasil ketika seluruh populasi IAS terbatas secara tegas, apakah masih taraf awal invasi atau dalam sistem kepulauan.

- Merencanakan eradikasi berdasarkan pada pemahaman total dari peran IAS dalam ekosistem akan sangat membantu mencegah konsekuensi yang tidak diharapkan setelah eradikasi.
- Memonitor hasil eradikasi adalah penting, sepenting memantau kemajuan dari proses eradikasi itu.

Bab IX

Pengendalian dan Mitigasi IAS

9.0. Pendahuluan

Fase invasi di lapang berbeda dari satu lokasi dengan yang lain. Pemahaman pada fase mana pengendalian dan kapan mitigasi lebih sesuai sebagai opsi pengelolaan IAS adalah penting agar usaha pengelolaan tumbuhan invasif efisien:

1. Menggambarkan pendekatan berbeda yang diambil untuk mengendalikan IAS.
2. Mendiskusikan alasan mengapa mitigasi mungkin hanya satu-satunya opsi pengelolaan.
3. Menyingkat tingkatan pada cara mitigasi yang dapat diambil.

9.1. Definisi Pengendalian

Dalam konteks pengelolaan IAS, pengendalian adalah aplikasi metode untuk membatasi distribusi dan/atau menurunkan abundansi suatu IAS menurut standar baku dan untuk suatu periode tertentu, dengan tujuan untuk membatasi dampak IAS pada tingkat *acceptable* (yang dapat diterima). Pengendalian adalah pilihan berikutnya ketika eradikasi tidak sesuai atau tidak fisibel. Pengendalian melibatkan penurunan jumlah IAS di bawah tingkat yang telah ditentukan, atau membatasi populasinya di dalam areal tertentu.

9.2. Tujuan

Tingkat pengendalian yang berkesinambungan terhadap jumlah dan/atau distribusi IAS dapat berakibat pada hasil pengelolaan yang dikehendaki untuk tercapai. Masalah utama penggunaan pengendalian sebagai pilihan pengelolaan adalah komitmen terhadap sumber daya yang diperlukan untuk rezim pengelolaan yang berkelanjutan. Biasanya tidak begitu meyakinkan bahwa *outcome* ekologis yang berarti dapat dicapai dan dijaga dengan usaha pengendalian IAS. Dalam banyak hal pengendalian dapat dijustifikasi di mana *banya* pengendalian jangka pendek dari dampak IAS yang diminta (seperti mengendalikan gulma dalam tanaman budidaya pertanian), atau “pola penundaan” di mana rezim pengelolaan beroperasi sampai teknik yang lebih efektif tersedia atau eradikasi

menjadi fisibel. Alasan untuk mengendalikan IAS terpilih adalah untuk mencapai hasil yang dikehendaki seperti kondisi habitat meningkat, produktivitas ikan meningkat atau atraksi rekreasi yang berkembang. *Interest* utama bukan pada IAS-nya sendiri, atau dampaknya, tetapi untuk mencapai *outcome* yang dikehendaki.

Kelemahan utama dari pengendalian adalah bahwa biaya biasanya tinggi, dan terus meningkat. Asalkan target pengendalian yang sesuai sudah diputuskan maka dampak dari IAS pada sumber daya yang diproteksi harus dijaga dalam tingkat yang *acceptable* (dapat diterima).

9.3. Pendekatan

Ada dua pendekatan utama terhadap pengendalian:

- a. Mencegah penyebaran.
- b. Membatasi kerapatan.

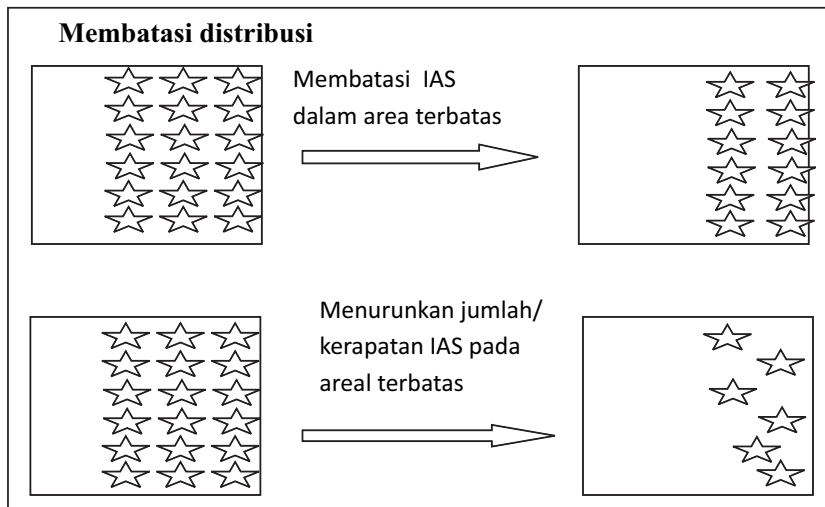
Memilih strategi pengendalian yang tepat untuk suatu program pengendalian (kontrol) adalah penting/*critical* untuk mencapai keberhasilannya. Adalah penting untuk cukup memahami ekologi spesies target sehingga prediksi yang meyakinkan dapat dibuat mengenai *outcome* dari operasi pengendalian.

9.3.1. Menjaga distribusi agar tidak bertambah

Menjaga populasi agar tidak bertambah (baik jumlah maupun sebarannya), adalah salah satu dari beberapa aksi pengendalian. Tujuannya adalah untuk membatasi suatu spesies invasif pada suatu kisaran geografi terbatas. Populasi ditekan sepanjang garis batas dari area *containment* (area terbatas), dengan pengendalian yang tegas/*strict* dan diaplikasikan pada vektor yang menyebabkan penyebaran individu di luar daerah terbatas tadi. Individu dan populasi awal yang ditemukan di luar area terbatas tadi harus dideteksi dan dieradikasi segera.

Menjaga banyak spesies (misalnya tumbuhan atau hewan) dalam suatu kawasan tertentu agar tidak ke luar dari kawasan itu, bisa jadi sulit sekali. Hal ini akan menuntut monitoring yang teratur dan aplikasi yang konsisten dari metode pencegahan penyebaran.

Pencegahan ke luar dari area terbatas akan lebih berhasil pada lokasi dengan derajat isolasi yang memadai dan/atau apabila mekanisme fekunditas dan dispersal dari spesies target dapat dibatasi melalui metode pengendalian lainnya. Untuk beberapa IAS tujuannya mungkin untuk membatasi spesies itu dalam areal



Gambar 11 Membatasi distribusi IAS pada suatu lokasi

tertentu saja, seperti pada suatu pulau. Eksklusivisme mungkin dapat dianggap sebagai program pembatasan juga. Eksklusivisme bertujuan untuk melindungi area penting secara lingkungan dengan mencegah datangnya spesies target.

Memilih strategi pengendalian yang benar untuk program pengendalian adalah krusial untuk mencapai keberhasilan. Penting untuk memahami dengan baik ekologi spesies target sehingga prediksi dapat dibuat terkait dengan *outcome* dari operasi pengendalian.

9.3.2. Membatasi kelimpahan (abundansi)

Ada 3 pendekatan utama yang mungkin dipakai untuk menurunkan jumlah IAS target.

Umumnya lebih dari satu pendekatan akan diperlukan untuk diaplikasikan:

- Pengendalian mekanis.
- Pengendalian kimiawi.
- Pengendalian biologi.

9.3.2.1. Pengendalian biologi

Pengendalian biologi adalah pemanfaatan agen biologis untuk mengendalikan IAS, misalnya dengan melepaskan atau meningkatkan musuh alami IAS, atau menggunakan senyawa yang disintesis secara alamiah. Teknik ini kadang-kadang

bermanfaat sebagai bagian dari kampanye eradikasi. Tetapi, ini sudah dipakai sangat luas untuk mengendalikan IAS yang tidak dapat diberadikasi.

Pengendalian biologi dapat dipakai melawan berbagai tipe IAS meliputi vertebrata dan invertebrata, alga dan patogen. Agen *bio-control* umumnya spesies dari kisaran natif IAS yang memangsa atau memparasitasi IAS itu.

Pendekatan pengendalian biologi dapat dibagi menjadi 2 kategori:

- a. Mandiri, hidup berkelanjutan dengan sendirinya.
- b. Tidak mandiri.
 - a. Metode mandiri:
 - ii. Pengendalian biologi klasik: introduksi musuh alami dari daerah kisaran asli IAS
 - ii. Pengelolaan Habitat: meningkatkan populasi predator dan parasitoid lokal.
 - iii. Melengkapi populasi musuh IAS terkait (menangkarkan atau mengkultur dan melepasnya dalam jumlah yang sangat besar), ketika terjadi ledakan populasi IAS.
 - b. Metode tidak mandiri (*Non-self sustaining methods*):
 - ii. Menginduksi tumbuhan inang resisten terhadap serangan IAS.
 - ii. Pestisida biologi. Ini senyawa kimia yang diproduksi secara alamiah oleh spesies yang hidup.
 - iii. Pemanfaatan patogen, parasit atau predator yang tidak dapat bereproduksi atau *survive* di lingkungannya.

Dibandingkan dengan metode pengendalian biologi lainnya, pengendalian biologi klasik relatif murah (*cost-effective*), permanen dan berkelanjutan (*self-sustaining*). Kelemahannya adalah tidak adanya kepastian tentang tingkat pengendalian yang akan dicapai sebelumnya, dan waktu yang diperlukan oleh agen pengendali biologi itu untuk mencapai dampak totalnya. Juga, sekarang banyak yang mengkhawatirkan keselamatan pengendalian biologi klasik, terutama potensi agen pengendali biologi berdampak pada spesies non-target.

Adalah penting untuk mematuhi protokol dan peraturan ketika merencanakan untuk melepas agen pengendali biologi (seperti the FAO Guide or the IPPC's Code of Conduct for the import and release of exotic biological control agents). Ada risiko dalam memprediksi apa yang akan dilakukan spesies asing ketika dilepas ke lingkungan baru. Oleh karena itu adalah penting untuk

bersikap hati-hati dalam melakukan penelitian dan percobaan yang ekstensif, mencari pendapat dan saran profesional, pendapat dan saran ahli, sebelum berlanjut dengan segala jenis pengendalian biologi. Legislasi nasional harus memberikan pengawasan dan persyaratan ketat, meliputi analisis risiko, sebagai bagian integral untuk menentukan apakah introduksi agen biologiizinkan atau tidak. Analisis risiko demikian harus meliputi semua risiko, meliputi diversitas biologi spesies lokal (natif yang meliputi spesies endemik) dalam area di mana agen biologi itu akan dilepas. Suatu agen biologi yang disetujui oleh satu negara tidak harus secara otomatis disetujui untuk negara lain dan harus melalui peraturan dan otorisasi surat izin yang didasarkan pada analisis risiko. Agen pengendali biologi sendiri dapat menjadi IAS, dan hanya dipakai setelah penelitian yang ekstensif memperlihatkan tidak demikian halnya.

9.3.2.2. Pengendalian hama terpadu (*Integrated Pest Management*)

Pengendalian Hama Terpadu (PHT) timbul dari program yang memakai pestisida dengan spektrum lebar untuk mengendalikan hama pertanian. Ini menimbulkan kekhawatiran terhadap kesehatan lingkungan dan manusia yang timbul dari keracunan jangka panjang. Ini mengarahkan kepada adopsi strategi perlakuan campuran di mana banyak pestisida dipakai dengan dasar rotasi. PHT menjadi dasar pendekatan program pengendalian dan memanfaatkan beberapa metode mekanis, kimiawi, dan/atau biologi yang tergantung pada lokasi dan kondisinya. Strategi pengendalian terbaik mungkin bervariasi dari satu tempat ke tempat lain, dan karena itu harus dipikirkan menyeluruh dan direncanakan dengan hati-hati, mungkin dengan memakai percobaan lapang untuk menguji efikasinya dan dampak terhadap spesies non-target dalam skala kecil. PHT memanfaatkan beberapa pendekatan untuk mengendalikan IAS dalam jangka panjang.

9.4. Mitigasi Dampak

Ketika suatu IAS sudah mencapai kepadatan yang begitu tinggi dan mempunyai sifat seperti mekanisme dispersal yang sangat hebat, dan propagul yang dapat hidup lama yang sukar dideteksi, maka eradikasi atau pengendalian menjadi tidak fisibel. Mitigasi dampak merupakan usaha terakhir untuk mengelola

IAS, di samping tanpa berbuat apa-apa. Ini menyangkut menurunkan dampak IAS pada **spesies** atau **tempat** yang mempunyai nilai biodiversitas, kultural atau ekonomi tinggi. Cara mitigasi sering tidak efektif sebagai solusi jangka panjang, tetapi dapat sangat berguna untuk jangka pendek sampai strategi dan teknologi alternatif yang lebih berkelanjutan tersedia. Mitigasi dampak berarti menurunkan intensitas atau cakupan dampak IAS.

Alasan mengapa mencegah serangan IAS, atau mengeradikasi atau mengendalikan IAS tidak fisibel atau tidak tepat meliputi:

- a. Dampak IAS tidak kelihatan, atau yang mengelola dampak ini tidak melihat IAS sebagai suatu prioritas oleh lembaga atau instansi pengelola atau pemangku kepentingan kunci.
- b. Bahkan ketika informasi tentang dampak IAS tersedia, dan penting untuk mengelolanya mungkin tidak ada lembaga atau instansi dengan mandat legal atau tanggung jawab untuk mengambil tindakan.
- c. Teknik mengelola suatu IAS belum dikembangkan atau belum diuji keberhasilannya.
- d. Banyak di negara sedang berkembang tidak mempunyai sumber daya atau keahlian untuk mengelola IAS. Bahkan sedikit saja tenaga di situ yang mempunyai *skill* dan pengalaman yang diperlukan untuk menyelenggarakan program pengelolaan yang berhasil.

Untuk satu, atau mungkin semua alasan di atas, memitigasi dampak IAS pada berbagai tempat itu dapat dikontemplasikan, setidaknya untuk beberapa waktu yang akan datang. Cara mitigasi dampak mungkin dipakai dalam hubungannya dengan pengelolaan IAS. Misalnya *captive breeding* adalah contoh klasik mitigasi dampak IAS. Cara ini telah dipakai sebagai suatu “strategi darurat” menghadapi kegagalan aktivitas pengendalian IAS dengan meningkatkan populasi spesies lokal yang dikelola. Dalam banyak kasus, *captive breeding* mungkin satu-satunya pilihan yang ada untuk mitigasi dampak. Lain contoh meliputi mitigasi dampak IAS, sementara pengendalian biologi masih diteliti atau sedang dikembangkan. Pilihan mitigasi akan bervariasi tergantung pada tujuan dan aktivitas mitigasi atau strategi yang harus terintegrasi rapat untuk mencapai *outcome* yang diinginkan dari tujuan. Beberapa cara mitigasi dapat diarahkan pada IAS dan lainnya ditujukan pada spesies atau landsekap yang terdampak secara negatif.

Ada 4 tingkatan berbeda, yang diatur dalam hirarki ruang di mana mitigasi dampak dapat terjadi:

1. **Tingkat ekosistem**
 2. **Tingkat lansekap**
 3. **Tingkat spesies**
 4. **Tingkat individu**
- } Menargetkan langsung pada IAS
- } Menargetkan langsung pada spesies-spesies terdampak

Cara mitigasi dapat diaplikasikan pada IAS sendiri atau pada spesies yang terpengaruhi dan pada tingkat ekosistem, lansekap, spesies atau individu tergantung dari situasi.

9.4.1. Mitigasi pada tingkat ekosistem

Sebagian besar cara diarahkan pada IAS, daripada pada spesies atau tempat yang terpengaruhi. Akan tetapi untuk mencapai penurunan signifikan dari pengaruh IAS pada tingkat ekosistem adalah sangat sukar. Pembatasan mungkin dipakai dalam bentuk “*buffer zone*”, perangkap atau umpan beracun untuk menurunkan laju invasi IAS pada daerah yang sensitif, seperti petak hutan yang dikelola secara intensif. Teknik ini akan lebih praktis daripada usaha eradikasi dalam banyak situasi. Pembatasan dapat dipakai dalam hubungannya dengan teknik pengendalian atau teknik deteksi dini dan respons segera di daerah di mana IAS belum sangat mapan. Pembatasan fisik terhadap gerakan jarang menjadi permanen dan akan rusak pada beberapa tempat. Itu harus dikombinasi dengan monitoring agar efektif.

9.4.2. Mitigasi pada tingkat lansekap

Ada kemungkinan untuk mengubah habitat untuk membuatnya agar kurang atau tidak sesuai untuk IAS. Pengelolaan lansekap menyangkut sekedar membatasi kerusakan saja. Membatasi pembangunan jalan baru, dan jalan setapak di hutan, atau mencegah penimbunan atau pengeringan rawa daerah pinggir dapat menurunkan pengaruh tersebut. Studi menemukan korelasi positif antara tingkat kerusakan dan invasi tumbuhan asing.

9.4.3. Mitigasi pada tingkat spesies

Usaha mitigasi yang ditujukan pada spesies tidak menargetkan pada IAS. Metode ini meliputi beberapa hal seperti *captive breeding* atau translokasi populasi ke daerah di mana masalah IAS tidak ada. Pada tingkat lebih tinggi, teknik ini memberikan perlindungan pada spesies lokal, dalam bentuk misalnya, membangun tempat sarang yang aman, atau tempat makan eksklusif IAS dan memberikan keuntungan pada spesies lokal. Dalam contoh aktivitas ini tidak ada IAS sendiri yang sebetulnya ditargetkan. Sebaliknya usaha konservasi difokuskan pada spesies lokal (natif).

9.4.4. Mitigasi pada tingkat individu

Ini adalah versi yang lebih ekstrim dari mitigasi pada tingkat spesies dan menjadi praktis dan efektif hanya ketika gagal untuk melakukan mitigasi dan akan mengarah ke kepunahan lokal atau global. Ini melibatkan penangkapan atau perhatian pada organisme individu. Ini biasanya sangat mahal dan padat karya, dan oleh karena itu hanya akan berkelanjutan pada jangka pendek.

9.5. Butir Kunci pada Bab ini

- Pengendalian menyangkut pembatasan abundansi (kelimpahan) dan/atau membatasi penyebaran IAS.
- Kelemahan prinsip pengendalian adalah biayanya tinggi dan terus meningkat.
- Konsekuensi dari pemberhentian program pengendalian dapat terjadi dan IAS akan kembali dan kadang-kadang kerapatannya lebih tinggi daripada sebelumnya.
- Teknik pengendalian dapat bersifat mekanis, kimiawi atau biologi.
- Agen pengendali biologi dapat menjadi invasif dan karena itu hanya dipakai setelah penelitian yang intensif menunjukkan bahwa itu tidak demikian.
- Pengendalian hama terpadu memanfaatkan beberapa pendekatan untuk mengendalikan IAS dalam jangka panjang.
- Mitigasi dampak melibatkan penurunan intensitas atau cakupan dampak IAS.
- Usaha mitigasi dapat diaplikasikan pada IAS sendiri, atau pada spesies yang terpengaruhi dan pada tingkat ekosistem, landscape, spesies atau individu tergantung pada situasi.

- Pembatasan fisik pergerakan sering bermanfaat tetapi jarang permanen dan akan rusak pada beberapa titik. Oleh karena itu harus dikombinasikan dengan monitoring agar efektif.

Bab X

Kerja Sama Internasional

10.0. Pendahuluan

Seperti didefinisikan dalam CBD, 8(h) spesies invasif adalah spesies asing yang mengancam integritas ekosistem, habitat atau spesies (lokal). Kemudian setiap penanda tangan CBD harus dengan cara yang paling tepat untuk mencegah masuknya spesies invasif mengeradikasi atau mengendalikan spesies tumbuhan invasif. Ini sebenarnya merupakan kesepakatan internasional apa yang dimaksud mengancam misalnya, lalu setiap negara yang meratifikasi harus mencegah mengeradikasi atau mengelola supaya tidak menyebar dengan cara yang paling tepat itu; seperti apa cara yang paling tepat itu. Oleh karena itu diperlukan kerja sama internasional agar dapat berbagi dan bersetuju dengan peraturan internasional tentang IAS agar ancaman IAS dapat diminimumkan. Sementara itu telah banyak inisiatif internasional yang mempromosikan *sharing* informasi dan memberikan bantuan untuk pengelolaan spesies invasif.

10.1. Instrumen Internasional dan Kerangka Kerja Terkait IAS

Suatu spesies invasif adalah spesies yang telah diintroduksi secara sengaja atau tanpa sengaja ke suatu lokasi, daerah, atau kawasan di mana di situ bukan habitat atau daerah sebaran alamiahnya. Walaupun ini bisa terjadi pada daerah berbeda dalam satu negara, tetapi dalam banyak kasus, introduksi terjadi melewati batas politik dan dalam banyak bentuk kawasan-kawasan lain. IAS pada dasarnya adalah masalah lintas batas yang hanya dapat dihadapi secara efektif melalui kerja sama regional dan internasional.

Ada banyak cara di mana komunitas internasional dapat bekerja sama untuk mencegah dan meminimalkan translokasi spesies dan untuk mengendalikan spesies yang sudah menjadi invasif. Sejauh masalah pencegahan, dirasakan perlunya persetujuan global tentang bagaimana meregulasi bermacam jalur dengan mana suatu spesies ditransfer dari satu lokasi ke lokasi lain.

Sementara pengelolaan IAS berlangsung terutama pada tingkat nasional, perlu adanya persetujuan regional maupun global yang mewajibkan atau mendorong negara untuk menangani masalah IAS, sedemikian rupa guna menurunkan ancaman IAS menyebar ke negara tetangga dan partner

perdagangannya. Kenyataan bahwa masalah IAS dihadapi berulang di berbagai bagian dunia yang berbeda, *sharing* informasi dan keahlian secara internasional tentang ekologi, dampak dan pengelolaan IAS harus menjadi prioritas. Di samping itu, pengetahuan keinvasian yang lalu di tempat lain adalah komponen kunci deteksi dini dan penting dalam mengevaluasi potensi risiko introduksi yang diusulkan. Misalnya eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) yang berasal dari Amerika Selatan, menjadi masalah tersebar di Florida (Amerika Serikat), di Rawa Pening (Pulau Jawa), Danau Toba, Danau Kerinci (Pulau Sumatera), Danau Tomohon, Danau Tempe (Pulau Sulawesi), dan banyak lagi perairan lain di Indonesia, Malaysia, Thailand, Vietnam, Cambodia dan Lao PDR. Karena itulah diperlukan kerja sama regional dan internasional untuk mereduksi dampak negatifnya.

10.2. Kerangka Kerja Regulasi Internasional dan IAS

Ada kurang lebih 50 instrumen legal yang telah disetujui secara internasional atau panduan tentang beberapa aspek introduksi, pengendalian dan eradikasi IAS. Instrumen-instrumen ini memberikan norma kebijakan dan teknis yang akan membangun dasar kerangka kerja legal secara nasional.

Berbagai instrumen itu dapat dikategorikan menjadi 3 yaitu:

- **Persetujuan baku terlama**, yang memfokuskan pada pengendalian, introduksi dan penyebaran “*pests*”–hama- (istilah “*pests*” ini meliputi gulma, menurut WTO) dan penyakit untuk melindungi kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan melalui pembangunan sistem karantina. Serangkaian persetujuan karantina sekarang memberikan mandat dan mengatur perundangan kesehatan (*sanitary*); kesehatan manusia (WHO), *International Health Organization*, kesehatan hewan (OIE-*International Animal Health Code of Mammals, Birds, and Bees and the International Aquatic Animal Health Code*) dan perundangan fitosanitari (kesehatan tumbuhan- *International Plant Protection Convention*) untuk mengendalikan introduksi dengan tujuan demikian.
- **Perjanjian terkait dengan biodiversitas** yang berhubungan dengan IAS untuk kemungkinan dampak pada spesies lokal dan ekosistem. Beberapa memfokuskan secara khusus pada ekosistem *marine* dan/atau perairan air tawar.

- Serentetan instrumen yang ada yang dikembangkan oleh badan multilateral yang berbeda-beda pada waktu berbeda dengan tujuan yang berbeda, untuk implementasi oleh lembaga nasional dan pemangku kepentingan sektoral yang berbeda. Ini akan mempengaruhi bagaimana mereka mengacu pada IAS, sampai pada istilah definisi dan prosedur yang dipakai. Sebagai akibatnya ada sejumlah celah dan inkonsistensi dalam kerangka kerja ini.

10.3. Instrumen Internasional

10.3.1. Konvensi Keragaman Hayati

Konvensi Keragaman Hayati adalah satu-satunya instrumen global yang memberikan dasar komprehensif peraturan guna melindungi semua komponen biodiversitas terhadap spesies asing yang invasif.

Article 8(h) requires Parties: Shall

“As far as possible and as appropriate, prevent the introduction of, control or eradicate those alien species which threaten ecosystems, habitats or species”

Pasal 8 ayat (h) meminta para pihak:

“sejauh mungkin dan setepat mungkin mencegah introduksi, mengendalikan atau memberantas spesies asing yang mengancam ekosistem, habitat atau spesies”

Pada tahun 2002, setelah diskusi awal yang ekstensif, pertemuan ke-6 COP mengadopsi Keputusan VI/23 pada spesies asing yang mengancam ekosistem, habitat dan spesies. Keputusan ini:

- Memperkuat pentingnya strategi IAS secara nasional maupun regional.
- Merekomendasikan isi strategi nasional dan rencana aktivitas.
- Mendorong kerja sama regional maupun internasional menjadi lebih dekat dan peraturan khusus untuk pengembangan kapasitas, penaksiran, informasi dan peralatan.
- Mendorong semua pihak, pemerintahan lainnya dan organisasi relevan untuk mempromosikan dan mengimplementasikan Prinsip Panduan untuk Pencegahan, Introduksi dan Mitigasi Dampak Spesies Asing yang mengancam Ekosistem, Habitat atau Spesies yang dianeksikan pada keputusan.

Informasi instrumen biodiversitas lainnya tersedia di panduan untuk membangun kerangka kerja institusional dan legal bagi spesies asing invasif (IUCN *Environmental Law Centre*).

10.3.2. Konvensi Ramsar

IAS di daerah basah pesisir laut maupun air tawar ditangani oleh Konvensi Ramsar 2002. Resolution VIII/18 (*Invasive Species and Wetlands*) mendorong para pihak Ramsar untuk:

- Menangani masalah yang ditimbulkan oleh spesies invasif dalam ekosistem *wetlands* dengan cara yang meyakinkan dan menyeluruh memanfaatkan setepat-tepatnya peralatan dan panduan yang dikembangkan oleh berbagai institusi dan proses, meliputi setiap panduan yang relevan atau prinsip panduan yang diadopsi di bawah konvensi lainnya.
- Melaksanakan penaksiran risiko dari spesies asing yang memberikan ancaman karakter ekologis *wetlands* dengan mempertimbangkan potensi perubahan ekosistem dari pengaruh perubahan iklim, dan memakai panduan yang tersedia dari Kerangka Kerja Penaksiran Risiko di bawah Konvensi Ramsar (Resolution VII.10).
- Mengidentifikasi adanya IAS pada lokasi Ramsar dan *wetlands* lainnya di dalam teritori, ancaman yang mereka berikan pada karakter ekologis dari *wetlands* itu, meliputi risiko invasi oleh spesies yang belum ada dalam setiap lokasi dan aksi yang akan dilakukan atau direncanakan untuk pencegahan, eradikasi atau pengendalian.
- Bekerja sama penuh dalam pencegahan, peringatan dini dalam *wetlands* yang berbatasan, eradikasi dan pengendalian spesies invasif, memakai Panduan untuk kerja sama internasional di bawah Konvensi Ramsar (Ramsar Handbook 9).
- Dalam pengembangan dan implementasi strategi nasional dan respons terhadap IAS, untuk mengenali bahwa invasi terestrial oleh spesies invasif dapat mengancam dan mempengaruhi karakter ekologis dari *wetlands* meliputi penurunan permukaan air tanah dan perubahan pola aliran air, dan untuk memastikan bahwa cara yang sesuai untuk pencegahan atau pengendalian invasi demikian sudah berjalan benar.
- Teliti dengan cermat potensi dampak lingkungan karena spesies invasif.

- Pastikan bahwa pencegahan, eradikasi dan pengendalian spesies demikian ini secara penuh sudah termasuk di dalam kebijakan legislasi nasional yang meliputi *wetlands* nasional dan biodiversitas, strategi dan rencana aksi, memakai Petunjuk Ramsar untuk peninjauan hukum dan institusi guna mempromosikan konservasi dan pemanfaatan *wetlands* secara bijaksana (Ramsar Handbook 3) dan Petunjuk untuk pengembangan dan implementasi Kebijakan *Wetlands* (Ramsar Handbook 2).

10.3.3. Konvensi Proteksi Tumbuhan Internasional

Konvensi Proteksi Tumbuhan Internasional (*The International Plant Protection Convention/IPPC*) menyediakan kerangka kerja untuk kerja sama internasional guna mencegah introduksi “*pests*” tumbuhan dan produk tumbuhan dan guna mempromosikan usaha yang sesuai untuk pengendaliannya. Ini bertalian dengan penyebaran *pests* antar negara dan aturan atau cara fitosanitari dalam suatu negara (lihat *International Phytosanitary Portal/IPP* pada *website*: <http://www.ippc.int> untuk informasi selanjutnya). Ini tidak secara eksplisit menyatakan sebagai suatu perjanjian perdagangan atau lingkungan tetapi secara langsung relevan untuk isu IAS yang masuk dalam cakupannya.

IPPC mendefinisikan “*pests*” sebagai “setiap spesies, *strain* atau biotipe, hewan hidup atau setiap agen patogen yang merugikan atau berpotensi merugikan tumbuhan atau produk tumbuhan” seperti fungi, bakteri, fitoplasma, virus dan tumbuhan invasif. Definisi resmi IPPC dapat ditemukan dalam the *International Standard for Phytosanitary Terms* (ISPM) # 5 *Glossary of Phytosanitary Terms*, yang direvisi setiap tahun. Sampai tahun 1990, IPPC fokus pada sertifikasi fitosanitari dengan hampir secara eksklusif fokus pada pertanian. Mandat IPPC memang selalu meliputi proteksi tumbuhan natif (asli) tetapi dalam prakteknya konvensi ini sering diimplementasikan lebih sempit untuk menjaga manusia dan ekonomi dari penyakit dan hama.

Akan tetapi sejak tahun 1999, IPPC mengklarifikasi perannya terkait dengan IAS yang adalah *pests* dalam bentuk tumbuhan. Ini meliputi revisi untuk mengklarifikasi bagaimana dampak lingkungan dimasukkan di bawah istilah “cedera ekonomi” dan revisi sekarang ini terkait dengan pengendalian biologi (<http://www.ippc.int/IPP/En/default.htm>).

Butir lain dengan relevansi khusus pada IAS adalah revisi standar analisis risiko *pests* untuk karantina *pests* (ISPM 11 Rev1) (<http://www.ippc.int/IPP/En/default.htm>). Analisis Risiko Pest (*Pests Risk Analysis/PRA*) menggarisbawahi standar kesehatan impor atau pembatasan impor lainnya. ISPM 11 yang telah direvisi mengatakan dengan jelas bahwa analisis demikian ini meliputi:

- Keinvasifan komoditas itu sendiri (seperti tanaman hias kebun yang dimintakan untuk diimpor dapat berpotensi sebagai IAS).
- Pengaruh sekunder dari hama tumbuhan pada taksa lain.
- Pengaruh pada tumbuhan lewat pengaruh pada taksa lain.
- Pengaruh pada tumbuhan lokal (bukan hanya pada tanaman budidaya).

Dengan mencakup dampak lingkungan, Penaksiran Risiko Pest akan memerlukan analisis cakupan yang lebih lebar seperti patogen yang mempengaruhi tumbuhan liar. Lebih dari itu dampak pada biodiversitas natif dan berfungsinya ekosistem sering memperlihatkan tingkat kompleksitas yang lebih tinggi daripada dampak dalam konteks pertanian.

IPPC menyediakan mekanisme nasional yang cocok untuk pencegahan, deteksi dini, dan pengendalian IAS dengan persyaratan sebagai berikut :

Setiap pihak dalam IPPC diminta untuk :

- Membangun *National Plant Protection Organization* (NPPO).
- Mengadopsi peraturan legislatif, teknis dan administratif untuk mencegah introduksi/penyebaran *pests*.
- Membangun titik kontak tunggal untuk memfasilitasi pertukaran informasi resmi.
- Melakukan analisis risiko pest, dalam keadaan tidak ada ISPM, untuk memberikan justifikasi teknis bagi peraturan fitosanitari nasional.
- Laksanakan pemantauan flora yang tumbuh, meliputi daerah dalam kultivasi (misalnya sawah, ladang, perkebunan, pembibitan, kebun, rumah kaca dan laboratorium) serta flora liar dan tumbuhan serta produk tumbuhan di dalam gudang atau dalam transportasi, terutama dengan tujuan untuk melaporkan ledakan dan penyebaran *pests*, dan pengendalian *pests* tersebut.

- Menyediakan perlindungan daerah rentan kepunahan dan pembangunan, pemeliharaan dan pemantauan daerah bebas *pests* dan daerah yang secara *prevalent* mempunyai populasi pest rendah.
- Bangun sistem sertifikasi ekspor untuk memastikan bahwa produk yang diekspor sesuai dengan syarat impor dari partner dagang.
- Bangun prosedur inspeksi dan perlakuan (ketika diperlukan).
- Bangun proses resmi untuk implementasi ISPM.

10.3.4. Organisasi Kesehatan Dunia (*The World Health Organization/WHO*)

Kesehatan manusia dapat dipengaruhi oleh spesies asing yang berperan sebagai inang penyakit. Satu contoh flu burung yang ditularkan oleh burung liar dan kemudian melalui ayam. Mitigasi melibatkan pemusnahan populasi burung yang terinfeksi. Ini menjadi masalah dunia yang sangat serius. *World Health Organization* (WHO) telah mengembangkan Regulasi Kesehatan Internasional untuk mencegah penyebaran internasional penyakit menular pada manusia, yang saat ini sedang diperbaharui karena perubahan dalam epidemi penyakit dan meningkatnya lalu lintas internasional. Codex Alimentarius (gabungan inisiatif antara FAO/WHO) mengurus keamanan makanan dan bertanggung jawab terhadap pembakuan standar internasional dalam hal keamanan makanan.

10.3.5. Organisasi Maritim Internasional (*International Maritime Organization/IMO*)

International Maritime Organization (IMO), melalui Komite Proteksi Lingkungan Maritim (Maritime Environmental Protection Committee/MEPC), berkonsentrasi pada usaha pencegahan untuk meminimalkan introduksi melalui *ship ballast water* (air untuk pemberat kapal). Ini membantu perkembangan rezim legal mandatori untuk menghindari respons unilateral oleh negara secara individu dalam industri yang bersifat internasional ini. Hal ini dimulai dengan mengadopsi petunjuk secara sukarela untuk pengendalian dan pengelolaan *ship ballast water* (air untuk pemberat kapal) dalam rangka meminimalkan transfer organisme perairan yang merugikan dan patogen. Hal ini dimaksudkan untuk membantu pemerintah, kapten, operator dan pemilik kapal serta pejabat pelabuhan untuk membangun prosedur umum untuk meminimalkan risiko introduksi organisme

perairan yang merugikan dan patogen dari *ship ballast water* (air untuk pemberat kapal) dan sedimen ikutannya.

10.3.6. Organisasi Penerbangan Sipil Internasional (*The International Civil Aviation Organization/ICAO*)

ICAO mengakui bahwa transportasi udara sipil merepresentasikan jalur potensial untuk introduksi IAS (misalnya eceng gondok dan tumbuhan lain yang berpenampilan cantik). Negara yang saling berhubungan didesak untuk mengambil langkah saling membantu untuk menurunkan risiko mengintroduksi potensial IAS melalui ini ke areal di luar kisaran sebaran aslinya. Pada tahun 2002, ICAO mensurvei 188 negara untuk mengumpulkan data untuk menaksir apakah penerbangan sipil adalah jalur yang “signifikan” atau “berisiko tinggi” untuk introduksi secara tidak sengaja.

Daftar pertanyaannya meliputi vektor umum (struktur pesawat, kargo, penumpang, bagasi, paket, surat) dan cara pengendaliannya didasarkan pada edukasi (brosur, pengumuman bandara, deklarasi karantina pada kartu kedatangan, intervensi fisik (anjing pelacak, penyemprotan disinfektan pada pesawat sebelum ke luar pesawat, pemeriksaan penumpang, bagasi dan/atau kargo), penguatan dan pemantauan.

10.3.7. Petunjuk Teknis Perikanan dan Akuakultur

Operasi akuakultur memberikan risiko yang dapat dipahami (lepas, parasit dan penyakit). Beberapa petunjuk teknis sudah diadopsi untuk membangun prinsip dan standar dan memberikan petunjuk praktek terbaik untuk industri yang sedang berkembang pesat ini. Melalui *Food and Agriculture Organization* (FAO), the *Code of Conduct* atau persyaratan untuk Perikanan yang Bertanggung jawab diadopsi tahun 1995. Persyaratan ini menyediakan petunjuk untuk introduksi, produksi dan pengelolaan perikanan yang bertanggung jawab di bawah kondisi yang terkendali. Ini mendorong negara mengadopsi peraturan untuk mencegah atau meminimalkan pengaruh merugikan dari introduksi spesies *non-native* atau stok yang secara genetik berubah yang dipakai dalam akuakultur dalam perairan bebas.

10.4. Instrumen yang Ada dan Sistem Dagang Multilateral

Spesies *non-native* diintroduksi melalui perdagangan secara sengaja (produk impor) atau tanpa sengaja (misalnya sebagai produk sampingan, parasit dan patogen dari produk yang diperdagangkan, penumpang gelap pada kapal, kendaraan, atau *containers* yang menyampaikan produk atau jasa). Peraturan nasional meminimalkan introduksi yang tidak dikehendaki (karantina dan pengendalian pada tapal batas terhadap spesies hidup, komoditas, paket dan vektor lainnya), karena peraturan itu mempunyai *interface* langsung dengan sistem perdagangan multilateral dan perlu konsisten dengan regulasi yang dipakai dan diadopsi dalam kerangka kerja WTO (*World Trade Organization*).

Perjanjian lingkungan multilateral tidak menangani langsung aspek perdagangan internasional dalam pengendalian spesies *non-native*, kecuali CITES (*the Convention on the International Trade in Endangered Species*) sampai batas tertentu. Kesimpulan tahun 1995 dari perjanjian WTO pada Application of Sanitary and Phytosanitary Measures (*WTO-SPS Agreement*) menyediakan:

- Bahwa anggota WTO boleh mengadopsi peraturan nasional untuk melindungi kesehatan/kehidupan manusia, hewan atau tumbuhan dari risiko yang timbul dari masuk, mapan atau menyebarnya *pests*, penyakit atau organisme penyebab penyakit dan untuk “mencegah atau membatasi kerusakan lain” dalam teritorinya dari sebab tadi.
- Agar memakai standar internasional sebagai dasar peraturan proteksi nasional yang mempengaruhi perdagangan. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa peraturan nasional mempunyai basis ilmiah dan tidak dipakai sebagai pembatasan atau proteksi yang tidak dapat dijustifikasi pada perdagangan internasional. Perjanjian ini mengakui standar yang dibawa oleh tiga organisasi yaitu IPPC (*pests of plants and plant health*); OIE (*pests and diseases of animals*); dan *Codex Alimentarius Commission* (*food safety and human health*).
- Untuk prinsip kunci (dicerminkan dalam perjanjian IPPC yang direvisi tahun 1997) yang meliputi konsistensi dalam aplikasi tingkat proteksi yang wajar, alternatif restriksi perdagangan terkecil, penerimaan ekuivalen, tetapi aturan SPS yang berbeda dan transparansi melalui aturan notifikasi lanjut.

Konsisten dengan prinsip ini:

- Negara boleh mengambil tindakan apabila diperlukan untuk melindungi kesehatan tanaman/hewan dengan mencegah introduksi atau melakukan eradikasi/*containment*.
- Langkah demikian harus didasarkan pada tingkat proteksi yang sesuai untuk negara itu.
- Analisis risiko agar dipakai dalam pengembangan peraturan.
- Negara harus mendasarkan peraturan nasionalnya pada standar internasional yang ada.
- Di mana tidak ada standar internasional atau dicari tingkat proteksi lebih tinggi, negara yang bersangkutan harus memberikan justifikasi suatu peraturan nasional melalui penaksiran risiko berdasarkan kajian ilmiah.
- Peraturan darurat (atau emergensi) diperbolehkan tanpa analisis seperti di atas, apabila situasi memerlukan tindakan segera atau ketika informasi tidak mencukupi untuk menjadi dasar tindakan. Akan tetapi tindakan demikian harus ditinjau untuk justifikasi ilmiah dan dimodifikasi bila diperlukan.

10.4.1. Pertimbangan regional

Kewajiban negara bekerja sama satu dengan yang lain sering secara eksplisit digarisbawahi dalam hukum internasional. Di lapang, hukum lingkungan bekerja sama seperti itu adalah fundamental sebagian besar karena ekosistem dan sumber daya alam, terutama karena ekosistem dan sumber daya alam mungkin terhampar pada batas nasional dan juga karena ancaman pada ekosistem dan sumber daya alam tidak dapat ditangani dan diregulasi oleh negara secara individu.

10.4.2. Perjanjian perbatasan

IAS mengilustrasikan perlunya bekerja sama antara negara bertetangga. IAS mungkin bergerak lebih jauh dari perbatasan negara di mana mereka diintroduksi, yang menjadikan kerja sama bilateral atau menjadi sangat penting. Kerja sama demikian dapat mengambil banyak format dan bentuk:

- Strategi regional formal (seperti Strategi IAS SPREP).
- Rencana aksi regional/Regional action plan (seperti Rencana Aksi Strategis untuk Afrika Selatan dan Southeastern Africa/Tenggara Afrika).
- Kerja sama *transboundary*.

10.5. Program dan Inisiatif Internasional

10.5.1. Program pembangunan IAS berkelanjutan

Masalah IAS sering dilihat sebagai isu pertanian atau biodiversitas. Ada juga isu perikehidupan yang signifikan dan IAS mempunyai dampak signifikan pada perkembangan berkelanjutan.

Kongres Dunia dalam Pembangunan Berkelanjutan

Rencana implementasi dari Kongres Dunia tentang Pembangunan Berkelanjutan (*the World Summit on Sustainable Development/WSSD*) memperingatkan negara-negara untuk “Memperkuat usaha nasional, regional dan internasional dalam hal pengendalian spesies asing invasif sebagai salah satu penyebab utama dari kehilangan biodiversitas, dan mendorong pembangunan program kerja yang efektif untuk spesies asing invasif pada semua tataran”.

10.5.2. Program Spesies Invasif Global (*The Global Invasive Species Programme/GISP*)

Misi GISP adalah mengkonservasi biodiversitas dan menjaga mata pencaharian manusia dengan meminimalkan penyebaran dan dampak spesies asing invasif. GISP dibentuk tahun 1997 sebagai persekutuan sukarela kecil antara tiga organisasi internasional yaitu IUCN (*The World Conservation Union*), CABI (*CAB International*) and SCOPE (*the UN's Scientific Committee on Problems of the Environment*). Sejak itu, persekutuan ini menjadi persekutuan global yang terkenal dalam hal spesies invasif, dengan ikatan yang dekat dengan *Convention on Biological Diversity* untuk mana ia memberikan servis sebagai *International Thematic Focal Point* pada Spesies Invasif.

Fokus utama dari fase sekarang ini adalah implementasi bermacam elemen dari strategi global, dengan prioritas aktivitas meliputi:

- Membangun kapasitas pada tingkat nasional, regional dan internasional.
- Berbagi informasi yang relevan, terutama pada praktek pengelolaan terbaik.
- Menyediakan bantuan teknis untuk negara berkembang.
- Pengembangan sarana yang praktis berdasarkan ilmiah dan *up-to-date* untuk menjadi panduan dalam pengambilan keputusan dan pengelolaan.

- Mempromosikan pengelolaan IAS yang terintegrasi, dengan pendekatan yang menyeluruh dengan penekanan pada pencegahan.
- Mempromosikan kerja sama yang erat dari berbagai sektor pada tingkat nasional, regional dan global.
- Membangun kesadaran akan ancaman ekonomi, kesehatan dan lingkungan yang serius yang diberikan oleh spesies invasif.

10.5.3. Sistem informasi dan bantuan

10.5.3.1. Berbagi informasi

Mengumpulkan dan berbagi informasi tentang praktek pengelolaan IAS adalah penting untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan IAS secara global. Berbagi informasi dapat memberikan keuntungan untuk berbagai alasan meliputi:

- Negara dalam suatu wilayah dapat merasakan ancaman biodiversitas yang sama.
- Negara-negara itu mungkin menghadapi masalah yang sama, sehingga berbagi informasi atau teknik baru dapat mengarah pada solusi bersama.
- Usaha pengendalian atau eradikasi pada satu negara akan tidak berarti apabila negara tetangganya juga mempunyai IAS yang sama tetapi tidak mengelolanya.
- Menghindari duplikasi usaha studi ilmiah/*scientific*, dan memungkinkan informasi IAS diperluas.
- Membantu mengidentifikasi spesies dengan risiko tinggi dan jalurnya dalam daerah tertentu.

10.5.3.2. Pengelolaan dan berbagi *database*

Kapasitas diperlukan bagi pengelolaan IAS untuk akses jangka panjang pada jaringan informasi dan *scientific database* (data dasar ilmiah) dan sosial ekonomi yang relevan. Kapasitas khusus diperlukan untuk identifikasi, koleksi, penyimpanan, pengelolaan, monitoring, pelaporan dan diseminasi data dalam hubungannya dengan *Mekanisme Clearing House*. Di Indonesia, informasi *Clearing House* tentang IAS ada di Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Mengingat besarnya informasi IAS ini mungkin diperlukan suatu direktorat sendiri sehingga bisa menangani *Clearing House* IAS di Indonesia.

Database-nya mungkin meliputi:

- a. Nama taksonomi IAS.
- b. Sinonim, nama umum, nama daerah/lokal/natif.
- c. Deskripsi botanis penuh dari spesies yang meliputi gambar/potret serta posisi dalam sistematikanya.
- d. Deskripsi habitat.
- e. Dampak umum.
- f. Distribusi (kisaran geografis).
- g. Jalur invasi pada lokasi baru.
- h. Metode dispersal lokal.
- I. Informasi pengelolaan.
- j. Cara pencegahan (fisik, kimia, biologis).
- k. Strategi menghadapi IAS.
- l. Nutrisi.
- m. Reproduksi.
- n. Tingkatan siklus hidup.
- o. Spesies berbahaya tidak diketahui ada di Indonesia, tetapi dapat diimpor ke Indonesia.
- p. Spesies yang invasif di negara lain atau berpotensi menjadi invasif di kemudian hari.
- q. Spesies asli (natif) atau naturalisasi yang menunjukkan kelakuan agresif.

Banyak sumber informasi spesies invasif yang tersedia secara elektronik. Beberapa *database* itu adalah :

Database: Global Invasive Species Database

URL: <http://issg.appfa.auckland.ac.nz/database/welcome/>

Scope: *It contains invasive species information from microorganisms to mammals and plants and notes on the habitats that these species have invaded.*

Database: NISbase - International Non-indigenous Species Database Network

URL: <http://www.nisbase.org/nisbase/index.jsp>

Scope: *NISbase is a new distributed database to provide simultaneous search access to multiple invasive species databases.*

Database: Species 2000

URL: <http://www.sp2000.nies.go.jp/>

Scope: Species 2000 has the objective of counting all known species of plants, animals, fungi and microbes on Earth as the baseline dataset for studies of global species.

10.5.3.3. Sistem bantuan informasi

Listserver Aliens-L (lihat www.issg.org pada bagaimana untuk langganan) adalah sumber untuk informasi penelitian atau pengelolaan IAS, di mana pertanyaan dapat ditanyakan, pengalaman dapat disuarakan, dan ahli-ahli yang menangani masalah yang sama dapat dihubungi. Ini didekasikan pada isu IAS, terutama pengelolaan praktis. *Website* ini mempunyai anggota yang banyak dan berdasarkan email. Aliens–L difokuskan pada IAS yang mempunyai dampak biodiversitas dan cakupannya global. *Website* ini dikelola oleh IUCN.

The Global Invasive Species Information Network/GISIN (lihat <http://www.gisinetnetwork.org>) mengembangkan komunitas *online* dari para *specialists* dalam berbagai aspek pengelolaan spesies invasif, di bawah CBD.

The Nature Conservancy (TNC) memelihara listserver spesies invasif untuk manajer konservasi (tidak hanya untuk TNC). Ini suatu listserver yang moderat dan dibangun sebagai sarana pertukaran informasi dan advis tentang IAS bagaimana mengelola IAS itu, menyediakan peringatan adanya legislasi dan proposal, pengumuman tentang berbagai artikel dan sarana bermanfaat, menyediakan forum bagi pertukaran ide dan menyediakan peringatan tentang kesempatan pendanaan. Ini tidak terbatas pada USA, tetapi menjaga bias yang kuat pada Amerika Serikat. Lihat <http://tncweeds.ucdavis.edu/index.htagi> untuk informasi lebih lanjut.

11.0. Pendahuluan

Masalah tumbuhan invasif adalah masalah yang tersebar di berbagai sistem produksi, baik pertanian, kehutanan, kawasan produksi maupun konservasi, peternakan maupun padang rumput yang dikelola atau yang tidak dikelola, perairan air tawar di sungai atau danau baik danau alam atau buatan. Tumbuhan invasif ini menyebar memanfaatkan pola kehidupan modern yang ditandai dengan mobilitas tinggi, dengan meningkatnya volume perdagangan, dan transportasi sehingga meningkatkan peluang tumbuhan invasif untuk menyebar kemana-mana melewati batas alam yang dulunya tidak dapat mereka lalui. Penyebaran ini akan melibatkan tanggung jawab pengelola transportasi, di samping mereka yang mengelola sistem produksi di atas, pemerintah baik pusat maupun daerah dengan berbagai perundangan, serta penegakan hukum, karena itu pengelolaan tumbuhan invasif ini menuntut pendekatan terintegrasi secara nasional dalam bentuk strategi nasional, untuk membangun sistem yang paling efisien dan efektif untuk mengendalikan IAS pada level nasional.

Oleh karena itu sistem yang efektif dan efisien ini memerlukan komponen-komponen esensial, yang meliputi strategi nasional, kapasitas dan struktur institusional, legislasi/kebijakan dan isu-isu terkait. Kemudian bagaimana berbagai komponen itu dibentuk dan diimplementasikan secara nasional dan prinsip-prinsip kunci seperti apa yang menggarisbawahi formulasi, desain dan implementasi kerangka kerja nasional ini.

11.1. Perlunya Strategi Nasional

Pengelolaan IAS pada level nasional melibatkan bermacam pemangku kepentingan. Lagi pula dalam membangun strategi pengelolaan IAS pemerintah nasional perlu mengikuti persyaratan yang relevan dengan setiap kesepakatan/persetujuan internasional maupun regional di mana pemerintah ini menjadi anggotanya. Untuk mencapai kerja sama dan integrasi yang diperlukan dari berbagai agensi yang bertanggung jawab, maka perlu mengadopsi suatu kerangka kerja strategi nasional. Kerangka kerja ini harus meliputi dan menangani IAS di lingkungan daratan, perairan air tawar, perairan air laut atau maritim

dengan menggarisbawahi pendekatan umum, kebijakan atau strategi yang terkait dengan pengelolaan dari setiap spesies invasif. Kerangka kerja itu juga harus membangun struktur institusional, yang memungkinkan koordinasi dan kerja sama yang fungsional dari implementasi usaha pengelolaan itu. Suatu strategi nasional harus konsisten dengan syarat internasional yang relevan, sebab kondisi di negara yang berbeda cenderung berbeda, struktur dari kerangka kerja strategis IAS berbeda dari satu negara ke negara lain. Sementara prinsip umum dapat dipakai, tidak ada resep tunggal untuk mengembangkan kerangka kerja yang akan berhasil bagi setiap negara. Kerangka kerja strategi nasional yang komprehensif akan meliputi yang berikut ini:

- Status IAS terbaru.
- Undang-undang dan regulasi yang secara spesifik menangani IAS.
- Strategi IAS nasional dan rencana aksi.
- Implementasi strategi.
- Pengaturan dan pertanggungjawaban institusi (pekerjaan siapa ini?, Siapa yang mengambil keputusan dan Bagaimana agensi bekerja sama?).

11.1.1. Penilaian awal

Dalam merencanakan bagaimana mengelola IAS yang terbaik, langkah pertama yang logis dan penting adalah untuk melaksanakan penilaian awal secara nasional. Hal ini akan mengungkapkan masalah yang koheren dan dapat dipertanggungjawabkan yang menjadi komitmen nasional untuk program aktivitas. Hal ini akan memberikan ide yang lebih baik bagi cakupan pekerjaan untuk dilaksanakan. Penilaian harus meliputi tinjauan situasi legal dan kondisi biologis dari negara. Dasar pertanyaan dari penilaian awal yang harus berusaha untuk dijawab meliputi:

- Spesies asing apa saja yang sudah ada?
- Kawasan lindung atau spesies dalam bahaya apa saja berada dalam risiko?
- Produksi industri atau pertanian apa saja yang berada dalam risiko?
- Risiko dampak sosial dan risiko kesehatan manusia apa saja yang diketahui?

Langkah pertama dalam strategi nasional adalah menilai status IAS dalam negara kita. Penilaian atau evaluasi awal dapat dibuat berdasarkan informasi yang ada (literatur, *database*, dll.) dan pengetahuan para ahli dari berbagai lembaga yang

telah berkecimpung dengan keragaman hayati dan IAS seperti (kepala kawasan lindung/konservasi, taman nasional, ahli biologi, ahli taksonomi, ahli gulma, hama, penyakit, pejabat ekstensi pertanian, kehutanan, peternakan dsb.).

Informasi yang harus ditambahkan dalam penilaian awal ini harus meliputi setidaknya:

- Inventarisasi IAS yang telah ada di negara kita, serta dampak atau potensi dampaknya.
- Informasi dari mana saja yang akan membantu menilai potensi dampak asing yang ada.
- Ancaman pada lingkungan, fungsi ekosistem, sumber daya alam, perdagangan dan kesehatan serta aspek sosial.
- Situasi sehubungan dengan terutama ekosistem rentan, spesies dalam bahaya, atau aspek lain yang menjadi perhatian besar.
- Situasi terkait dengan masyarakat lokal atau suku terasing.
- Identifikasi jalur utama yang berpotensi menjadi titik introduksi IAS di masa yang akan datang (terutama yang telah diketahui ternyata invasif di lain tempat di bawah kondisi yang mirip).
- Analisis ekonomi (kalau dimungkinkan).

Barangkali akan bermanfaat pada titik ini untuk mendata stok peraturan institusional dan legal yang sudah ada:

- Institusi apa saja pada level nasional, provisional, kabupaten, yang mempunyai aspek pengelolaan IAS dalam mandatnya?
- Pemangku kepentingan apa saja yang tertarik dengan isu IAS?
- Hukum atau regulasi apa yang sudah ada terkait dengan IAS?

Penilaian atau evaluasi ini juga harus mengidentifikasi kendala (halangan utama) pada pengelolaan IAS yang efektif dan efisien. Lokakarya (*workshop*) nasional atau proses konsultatif lainnya adalah mekanisme umum untuk memperoleh daftar awal kendala dan beberapa pendapat awal bagaimana kendala ini dapat ditangani.

11.1.2. Membangun strategi nasional

Strategi nasional IAS menggarisbawahi kerangka kerja nasional secara keseluruhan dan merepresentasikan komitmen nasional untuk bertindak.

Pengelolaan IAS yang efektif melibatkan banyak pemangku kepentingan yang beroperasi dalam sistem yang terkait satu sama lain dengan semangat kooperatif baik lembaga pemerintah maupun non-pemerintah.

Strategi nasional menggariskan kebijakan dan praktek umum untuk seluruh pihak relevan/terkait dalam mengidentifikasi institusi/lembaga/agensi pemimpin (*lead agency*), dan mengartikulasikan tugas dan tanggung jawab setiap pemangku kepentingan dengan jelas. Strategi dapat dikembangkan secara khusus untuk IAS dalam ekosistem berbeda, seperti ekosistem pertanian atau ekosistem taman nasional dsb. Strategi juga dapat dikembangkan mengacu pada tipe vektor utama. Strategi-strategi ini harus konsisten dengan strategi IAS utama, dan membantu sebagai *subset* dari strategi nasional utama itu, yang menginformasikan pemangku kepentingan konsentrasinya pada kawasan yang lebih spesifik.

11.1.2.1. Langkah-langkah dalam pembangunan strategi

Dua kekuatan pendorong utama dari proses pengembangan strategi adalah **"gugus tugas"** dan **"agensi pemimpin"**. Gugus tugas adalah suatu struktur yang merepresentasikan semua pemangku kepentingan kunci dari sektor yang relevan, tentang bidang minat dan kompetensinya. Ini seyogyanya dipastikan sedini mungkin, sehingga pemangku kepentingan itu terlibat secara aktif dalam pengembangan strategi nasional itu. Gugus tugas biasanya berperan dalam kapasitasnya sebagai pembina. Pada fase berikutnya ia mungkin berlanjut memberikan advis atau saran dalam mengimplementasikan strategi nasional itu, yang mungkin melibatkan restrukturisasi konstituennya.

Gugus tugas membawa pemangku kepentingan kunci secara bersama untuk memberikan masukan secara kolektif pada pengembangan strategi nasional itu.

Agensi atau lembaga pemimpin adalah agensi atau lembaga dengan tanggung jawab utama untuk operasi dan pengelolaan strategi nasional pada aktivitas yang sedang berjalan. Lembaga pemimpin biasanya beroperasi pada level nasional dan berinteraksi sebaik-baiknya pada level regional dan internasional. Walaupun lembaga ini sepantasnya berkinerja dalam beberapa tugas yang terkait dengan implementasi strategi nasional, biasanya tidak melaksanakan tugas itu semuanya. Sebagian dari tujuan strategi nasional adalah untuk menentukan lembaga pemimpin terbaik itu. Ini bisa agensi atau lembaga yang sudah ada yang tanggung jawabnya ditambah, atau ini dapat juga lembaga atau entitas baru yang dibuat

dengan tujuan khusus itu. Kadang-kadang sebuah entitas baru yang mengkoordinasikan ini lebih disukai daripada lembaga pemimpin.

Strategi nasional sendiri menggambarkan tujuan dan cakupan secara menyeluruh, dari kebijakan nasional, aturan praktek dan operasionalnya. Ini harus konsisten dengan peraturan internasional yang relevan. Ini dapat memberikan saran pada peraturan yang spesifik, tetapi satu fungsi kritis dari strategi nasional adalah untuk mengidentifikasi agensi atau lembaga kunci, dan organisasi yang bertanggung jawab pada implementasi langkah-langkah yang diperlukan. Ini mungkin meliputi detail bagaimana koordinasi dan kooperasi antar agensi atau antar lembaga (dan entitas lainnya) akan dicapai dan dipertahankan. Peraturan operasional adalah proses dan prosedur untuk mengimplementasikan strategi nasional dan mengelolanya berdasarkan pekerjaan yang sedang berjalan, meliputi implementasi langkah dan rekomendasi spesifik yang diidentifikasi dalam strategi. Strategi ini akan mengidentifikasi “syarat-syarat langkah pada tingkat tinggi” (seperti sistem penginderaan harus dikembangkan) di mana pengelolaan IAS harian berhadapan dengan lebih banyak aktivitas praktis (misalnya melakukan survei di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, atau mematikan *Merremia peltata* dalam proyek restorasi di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan). Tetapi implementasi strategi nasional maupun implementasi pengelolaan harian harus dilaksanakan di bawah payung strategi nasional secara keseluruhan dan/atau kerangka kerja strategis.

11.1.2.2. Gugus tugas IAS

Sekali sudah diputuskan bahwa strategi nasional diformulasikan untuk menghadapi masalah IAS, maka penting sekali untuk menentukan bagaimana cara terbaik untuk melaksanakan ini. Ada tiga opsi utama, yaitu 1. menentukan agensi atau individu untuk melaksanakan tugas ini; 2. menyewa konsultan atau *specialist* untuk memberikan saran; atau 3. membentuk gugus tugas, komisi atau grup lain. Pendekatan gugus tugas sudah diadopsi secara luas sebab proses ini adalah yang lebih inklusif dan kooperatif, membawa bersama banyak pemangku kepentingan kunci dalam isu dan memanfaatkan keahlian bersama mereka untuk merekayasa strategi nasional yang paling sesuai untuk negara. Gugus Tugas IAS mungkin menentukan untuk membentuk kelompok tugas yang berkonsentrasi pada kawasan khusus untuk membangun strategi pengelolaan yang lebih detail. Kelompok-kelompok tugas akan membentuk Gugus Tugas IAS dan membantu

proses pembangunan strategi nasional. Ini penting bahwa semua pemangku kepentingan kunci di pemerintahan, industri dan masyarakat sipil terlibat secara aktif dalam isu dan pembangunan strategi nasional. Hal ini akan memungkinkan mereka memahami isu secara penuh, memikirkan bagaimana akan terpengaruh dan bagaimana mereka akan dapat berpartisipasi. Mereka juga harus mampu memahami kewajiban mereka dalam strategi nasional itu. Keterlibatan dalam pembangunan seperti itu akan menciptakan perasaan memiliki terhadap strategi nasional itu. Dengan demikian membantu dalam memperoleh komitmen untuk implementasinya. Kelompok tugas adalah *subset* dari payung Gugus Tugas dan hanya meliputi agensi atau lembaga dan pemangku kepentingan yang terlibat langsung atau berpengaruh pada isu khusus. Pihak lain yang bukan anggota Gugus Tugas dapat dimasukkan dalam kelompok tugas asalkan sesuai dengan kompetensinya. Kelompok demikian meliputi, tetapi tidak terbatas pada berikut ini:

- a. Lembaga Pemimpin yang merepresentasikan Gugus Tugas IAS.
- b. Representasi dari berikut ini:
 - Kementerian Lingkungan dan Kehutanan, serta turisme.
 - Kementerian Pertanian, Kementerian Perikanan.
 - Karantina tumbuhan/hewan/ikan dan kesehatan.
 - Pejabat tapal batas.
 - Industri.
 - Komunitas ilmiah/para akademisi.
 - Organisasi Lingkungan non-pemerintah.
 - Masyarakat suku terasing, masyarakat lokal (yang terlibat).

Partisipasi dalam Gugus Tugas dan Kelompok Tugas Khusus adalah proses evolusi dan menuntut kontinuitas keterlibatan dari semua pemangku kepentingan yang berminat. Proses Gugus Tugas selesai setelah strategi nasional difinalisasi (disetujui oleh pemerintah nasional). Akan tetapi biasanya dibentuk kelompok penasihat setelah strategi nasional dioperasikan. Kelompok demikian bisa sama dengan Gugus Tugas dalam komposisinya dan akan berlanjut mengandalkan para ahli untuk saran dari kelompok khusus, seperti Kelompok Tugas Khusus. Sebagai bagian dari strategi untuk memaksimalkan input para ahli, kepemilikan strategi dan dukungan untuk implementasinya, draft strategi agar disirkulasikan seluas-luasnya untuk dikomentari.

11.1.2.3. Lembaga pemimpin

Satu dari langkah kunci ke arah pembangunan strategi nasional adalah menentukan lembaga pemimpin yang paling sesuai. Ada banyak isu yang saling terkait yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan dan menugasi lembaga pemimpin, beberapa butir kunci adalah:

- Konfigurasi dan tanggung jawab departemen/lembaga yang ada di pemerintahan nasional. Sering tidak ada satu Kementerian pun yang otomatis sesuai sebagai lembaga pemimpin.
- Biasanya akan lebih fisibel untuk menugasi lembaga yang ada sebagai lembaga pemimpin daripada menciptakan suatu entitas baru.
- Struktur konstitusional negara (NKRI) yaitu ada pemerintah pusat dan daerah dari propinsi, bupati/walikota, kecamatan sampai desa.
- Aspek legal/peraturan (isu kunci di sini adalah bahwa kekuatan legislatif yang diperlukan untuk mengimplementasikan dan mengoperasikan strategi nasional harus ada).
- Kemampuan dan sumber daya dari lembaga yang ada.

Apabila suatu lembaga yang ada diberi tanggung jawab lebih banyak agar menjadi lembaga pemimpin, maka sumber daya yang dialokasikan kepada lembaga itu (misalnya *budget*) harus merefleksikan tanggung jawab yang lebih banyak pada lembaga itu untuk meningkatkan kapasitasnya. Lembaga pemimpin akan mengkoordinasikan dan menjalankan Gugus Tugas IAS, dan bertanggung jawab untuk mendelegasikan otoritas kepemimpinan kepada lembaga lain untuk mengepalai Kelompok Tugas Khusus. Tanggung jawab untuk mengepalai Kelompok Tugas diasumsikan dijabat oleh divisi yang sesuai dari lembaga pemimpin, atau didelegasikan kepada lembaga lain yang lebih kompeten.

11.2. Strategi Nasional

Strategi nasional adalah pernyataan kepemimpinan dan '*blueprint*' untuk menghadapi IAS. Ini biasanya diciptakan dan dikompilasi oleh Gugus Tugas, tetapi beberapa pekerjaan didelegasikan pada agensi khusus (biasanya lembaga pemimpin), konsultan, akademisi dan lain-lain. Terlepas dari pendekatan yang diambil adalah penting bahwa partisipasi pemangku kepentingan sebanyak mungkin dalam pembangunan strategi nasional. Ini bukan maksudnya untuk

memberikan rencana aksi spesifik yang detail baik spesies maupun spasialnya, tetapi ini dimaksudkan untuk menyediakan kerangka kerja menyeluruh untuk mengelola IAS secara sistematis pada negara. Strategi nasional tidak menghadapi IAS khusus, tetapi menyediakan cara secara institusional dan logistik untuk menghadapi semua isu IAS di seluruh negeri.

11.2.1. Mengintegrasikan strategi IAS dengan proses strategi lainnya

Dengan sifat IAS yang licin dan kenyataan bahwa apabila tidak ditangani akan memberikan implikasi yang luas, pengelolaan IAS harus diarusutamakan (diintegrasikan) dengan banyak isu. Misalnya restorasi ekosistem atau pengembangan praktek pertanian yang berkelanjutan tidak akan berhasil dalam jangka panjang, kecuali introduksi IAS dicegah dan invasi yang ada dikendalikan. Menghadapi IAS harus menjadi bagian dari program dan aktivitas yang berhubungan dengan bermacam isu pada tataran strategis maupun operasional. Pengelolaan IAS harus diperlakukan sebagai isu lintas sektoral, dan secara strategis diikatkan pada rencana pengelolaan terkait dengan hal berikut:

- Pertanian.
- Kehutanan.
- Perikanan.
- Transportasi.
- Kesehatan.

Pada level yang lebih tinggi integrasi isu IAS dapat meliputi bidang sebagai berikut:

- Pengembangan strategi biodiversitas.
- Strategi pengentasan kemiskinan.
- Strategi pembangunan berkelanjutan.
- Evaluasi dampak lingkungan untuk pekerjaan *engineering* besar, yang dapat memfasilitasi gerakan melewati batas biogeografi.
- Rencana pengelolaan kawasan lindung atau kawasan yang diproteksi.

Strategi nasional IAS harus terhubung dengan strategi biodiversitas, pembangunan berkelanjutan dan pengentasan kemiskinan.

11.2.2 Sikap berhati-hati

Sikap hati-hati disarankan, diperlukan atau dimungkinkan oleh beberapa instrumen internasional, meliputi *Convention on Biological Diversity* (CBD), *the Biosafety Protocol*, *the World Trade Organization*, *SPS Agreement*, dan *the Food and Agriculture Organization*. Mukadimah dari CBD menyatakan bahwa prinsip kehati-hatian seperti ketidakadaan kepastian ilmiah tidak boleh dipakai sebagai alasan menunda tindakan untuk menghindari atau meminimalkan ancaman penurunan signifikan atau kehilangan biodiversitas. Prinsip kehati-hatian terutama relevan untuk isu IAS karena sifat ketidakpastian ilmu dan kendala dalam kapasitas prediksinya. Ini terutama gawat ketika mencoba memprediksi keinvasian dan dampak pada biodiversitas. Kompleksitas atau kerumitan ekologis dari dampak yang mungkin terjadi pada biodiversitas (dan alirannya pada jasa ekosistem) adalah satu tantangan yang harus dihadapi oleh kerangka kerja strategi nasional untuk menangani masalah IAS.

11.2.3. Visi, sasaran dan tujuan

Langkah pertama adalah membakukan visi untuk strategi nasional di samping keseluruhan tujuannya. Dengan lain perkataan adalah penting untuk menentukan *real outcome* yang direncanakan dan ingin dicapai oleh strategi nasional. Hal ini penting untuk dipahami sebaik-baiknya dan didukung oleh pemangku kepentingan, sehingga mereka akan mendukung aktivitas terkait, regulasi dan hukum yang diperlukan dan yang kemungkinan besar diikuti dan diterapkan.

11.2.4. Cakupan

Strategi harus menentukan pernyataan dengan jelas tentang apa yang ingin dicakup:

- Tipe spesies dan jalur masuk apa yang dicakup (misalnya apakah mencakup daratan dan lautan?).
- Apakah ini mencakup IAS yang dimandatkan oleh persetujuan internasional seperti CBD atau IPPC?
- Kawasan geografi mana yang tercakup?

Secara ideal, kerangka kerja strategi nasional harus bisa dipakai untuk semua taksa, jalur masuk, tipe habitat dan semua mandat nasional yang berasal dari instrumen internasional yang relevan dengan IAS. Akan tetapi dalam

kenyataannya gambaran keseluruhan akan terbangun dengan waktu dan cakupan apa yang dapat dikembangkan akan ditentukan oleh situasi dan prioritas nasional. Strategi nasional memerlukan beberapa hal untuk menjabarkan visi dan mendefinisikan cakupannya.

11.2.5. Konteks

Pembangunan strategi nasional perlu mempertimbangkan kedua kerangka kerja. Hal ini terutama relevan pada pengelolaan IAS yang berinteraksi dengan perdagangan internasional dan negara tetangga. Prosedur atau strategi sektor yang ada (misalnya pertanian) harus diperhatikan.

Strategi IAS harus diintegrasikan dengan komitmen nasional lainnya (pembangunan berkelanjutan dan konservasi biodiversitas). Isu pencegahan dan pengelolaan IAS adalah isu lintas sektoral dan selayaknya dimasukkan dalam konteks seluas mungkin. Komponen strategi IAS yang berhubungan dengan isu spesies invasif laut harus dikembangkan sebagai bagian dari strategi pengelolaan kawasan pantai dengan program-programnya.

Strategi nasional harus mempunyai hubungan dengan strategi biodiversitas, pembangunan berkelanjutan dan pengentasan kemiskinan.

11.2.6. Komponen strategi nasional

Prosedur, sistem dan aktivitas di dalam strategi harus menangani semua aspek pengelolaan IAS, meliputi pencegahan, survei, mekanisme respons, peningkatan kesadaran, penelitian, dsb. Kondisi nasional yang spesifik harus diakomodasikan. Strategi nasional sebaiknya meliputi komponen berikut:

- Status dan kecenderungan IAS dalam negeri: identifikasi prioritas.
- Sektor utama (misalnya tipe industri) jalur masuk, vektor dan risiko tertentu.
- Identifikasi departemen pemerintah atau lembaga pada semua tataran (misalnya meliputi regional) yang mempunyai mandat terkait dengan IAS dan peran serta tanggung jawab dalam strategi itu.
- Prosedur dan sistem untuk kerja sama di dalam dan antar lembaga, sektor dan institusi yang relevan.
- Prosedur dan sistem untuk partisipasi pemangku kepentingan.
- Legislasi dan regulasi yang relevan di samping usulan untuk menangani kekurangan yang diidentifikasi dalam tingkat peninjauan.

- Menggariskan kriteria untuk analisis risiko rencana dan mitigasi pengelolaan.
- Syarat terkait dengan monitoring.
- Syarat/sistem untuk pelatihan dan pembangunan kapasitas.
- Di mana sesuai, tindakan spesifik atau kebijakan untuk ekosistem terisolasi dan kaya biodiversitas (misalnya pulau atau kepulauan, kawasan proteksi).
- Syarat untuk *recovery* spesies atau ekosistem terdampak oleh IAS.
- Cara mempromosikan pemanfaatan berkelanjutan spesies lokal daripada spesies impor.
- Keperluan untuk meningkatkan usaha kesadaran masyarakat.
- Keperluan untuk penelitian.
- Pembiayaan.

11.3. Kerangka Kerja Institusional dan Legal Secara Nasional

Indonesia belum mempunyai hukum dan regulasi yang berlaku untuk mengelola IAS, tetapi draft strategi nasional IAS sudah diserahkan kepada Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan untuk ditandatangani dan diberlakukan. Lebih baik lagi kalau ditetapkan sebagai Peraturan Presiden (PERPRES), sehingga bisa mencakup lebih banyak kementerian sebagai pemangku kepentingan yang diharapkan bekerja sama menangani masalah IAS ini, karena IAS adalah masalah lintas sektoral.

Dalam konteks nasional hukum dalam bentuk PERPRES itu dipakai untuk mengimplementasikan tujuan kebijakan dalam strategi nasional itu dan menentukan standar dan prosedur untuk mencapai tujuan yang digariskan dalam strategi nasional. Ini menentukan seperangkat aturan bagi aktivitas manusia dan mengalokasikan kekuatan hukum dan tanggung jawab di antara pelaku di lapang. Ini didesain bukan saja untuk melarang atau membatasi aktivitas, tetapi juga mempromosikan goal yang dikehendaki melalui insentif ekonomi dan lainnya. Adalah penting untuk memahami bagaimana sistem legal dan institusional mendukung mandat untuk menangani IAS. Tanpa kerangka kerja yang mendasari demikian, akan sukar dan hampir tidak mungkin menangani IAS secara efektif (misalnya pejabat suatu lembaga tertentu mempunyai mandat untuk melakukan analisis risiko, tetapi bukan taksa yang berpotensi invasif, atau respons darurat dalam kasus deteksi dini dan respons segera, tidak efektif karena personel

petugas tidak dibenarkan mematikan tumbuhan di wilayah taman nasional, dan sebagainya).

Fungsi penting lainnya dari legislasi nasional adalah untuk memantapkan mekanisme kerja sama institusional yang sangat diperlukan untuk mengembangkan pelaksanaan regulasi agar lancar, meliputi standar dan kriteria yang cocok, sistem monitoring yang sesuai, serta mempromosikan kebijakan untuk memperbaiki dan mengubah legislasi manakala tidak sesuai dan perlu diubah. Institusi adalah kunci untuk melihat secara keseluruhan implementasi dan kesesuaiannya, di samping membangkitkan reformasi yang diperlukan. Mandat legal yang jelas adalah syarat untuk efektif dan efisiennya pengelolaan IAS.

11.3.1. Kelemahan umum dari hukum yang ada dan institusinya

Hukum nasional biasanya dikembangkan oleh sektor dalam skala waktu panjang. Di Indonesia legalitas untuk pengelolaan lingkungan didistribusikan di lintas kementerian dan departemen. Alasan tradisi sektoral demikian biasanya berdasarkan alasan sejarah atau administrasi, bukan berdasarkan alasan ilmiah/scientific atau teknis. Sampai IAS dikenal memberikan ancaman serius pada banyak sektor di masyarakat, seperti pada biodiversitas dan ekonomi, maka legislasi nasional akan cenderung berjalan reaktif dan dengan cara setetes demi setetes. Ini akan tetap sebagai legislasi yang tersebar di lintas sektor yang berhubungan. Dalam draft strategi nasional, kondisi ini sudah disadari dan walaupun belum seluruhnya draft itu telah mencoba mengintegrasikan menjadi satu kerangka kerja yang menyeluruh.

11.3.2. Syarat kunci untuk kerangka kerja legal nasional

Dengan meninggalkan pendekatan setetes demi setetes itu pembuat keputusan perlu mempertimbangkan dengan hati-hati tujuan dan cakupan dari kebijakan dan hukum yang mereka adopsi. Tujuan yang eksplisit penting untuk menyediakan kerangka kerja konseptual untuk mengembangkan legislasi sendiri, panduan implementasi, dan menentukan prioritas untuk membangun kesadaran. Tujuan kerangka kerja legal akan sama seperti kerangka kerja nasional IAS secara keseluruhan. Beberapa konsep kunci yang relevan dalam pengembangan dan implementasi kerangka kerja nasional secara keseluruhan untuk menghadapi IAS diberikan di bawah ini:

11.3.2.1. Definisi dan penggunaan terminologi

Secara ideal definisi harus dipakai secara konsisten, di seluruh instrumen sektoral yang relevan, tetapi ini sering tidak realistis. Terminologi sering dikembangkan secara bebas di sektor berbeda, baik secara nasional maupun internasional. Dengan pandangan seperti itu, dan mandat yang berbeda untuk sektor berbeda, tidak mengherankan bahwa definisi dan terminologi bervariasi jauh antar negara dan bahkan antar sektor dalam satu negara (misalnya pertanian dan konservasi). Mereka yang mengimplementasikan instrumen nasional harus sadar tentang perbedaan ini dan legislasi harus mendefinisikan terminologinya.

Kelemahan umum terkait dengan cakupan dan terminologi:

- Kesenjangan taksonomi: kerangka kerja tidak menspesifikasi apakah mereka berkerja sampai level spesies saja atau subspecies.
- Kesenjangan dalam cakupan kerangka kerja regulatori: kekurangan umum terkait dengan tumbuhan invasif, ikan, mikroorganisme dan ekosistem *marine* atau ekosistem pantai.
- Tujuan sempit atau inkonsisten, sering terkait dengan perlindungan kepentingan ekonomi daripada biodiversitas natif dalam kemandiriannya.
- Definisi dari istilah kunci tidak ada atau tidak konsisten.
- Proteksi legislasi keragaman hayati dapat secara tidak sengaja melindungi spesies asing.

a. Penutupan geografis

Bagian ekstensif dari teritori nasional mungkin terpengaruh kalau invasi bercokol di situ. Kerangka kerja legal harus menyediakan dasar untuk meregulasi introduksi spesies asing ke setiap tipe ekosistem (daratan, air tawar, *marine*) dan untuk memonitor dan mengelola pemanfaatan mereka di mana saja ini terjadi.

b. Pengelolaan

Seluruh aspek pengelolaan meliputi pencegahan, deteksi dini dan tindakan segera, eradikasi dan kontrol harus didukung oleh peraturan legal dan institusional yang menyediakan mandat dan tanggung jawab yang jelas. Detail dalam pengelolaan IAS diberikan dalam bab sebelumnya walaupun demikian berikut ini perlu selalu dipahami.

c. Pencegahan

Oleh karena spesies asing bergerak melalui jalur transport internasional dan perdagangan, maka tindakan nasional untuk mencegah atau meminimalkan risiko dari introduksi yang tidak dikehendaki mempunyai implikasi untuk sistem perdagangan multilateral. WTO terutama melalui perjanjian dalam aplikasi *Sanitary and Phytosanitary Measures*, menentukan prinsip dan aturan yang mengikat dan mengakui sumber dari standar internasional yang harus, di mana tersedia, diikuti dalam langkah atau tindakan nasional. Di mana standar internasional tidak ada atau proteksi yang dikehendaki lebih tinggi tingkatannya, Indonesia harus memberikan justifikasi tentang langkah nasional, karena hal ini mempengaruhi perdagangan internasional melalui asesi risiko berdasarkan kajian ilmiah.

d. Eradikasi dan pengendalian

Tindakan eradikasi dan pengendalian biasanya melibatkan kematian individu IAS target atau melalui cara kimia atau lain cara untuk mencegah atau meminimalkan reproduksi di kemudian hari. Untuk ini agar mengikuti hukum, IAS perlu mempunyai status legal kompatibel dengan aktivitas demikian dan agensi yang relevan harus diberi otorisasi untuk mengambil tindakan demikian yang mungkin penting untuk mengeradikasi atau mengendalikan spesies yang bersangkutan. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan masih mempunyai peraturan resmi/legal bahwa dari suatu taman nasional tidak boleh ada sesuatu yang diambil. Hal ini menyulitkan ketika yang tumbuh di situ adalah tumbuhan invasif yang tanpa disadari mendapat perlindungan justru dari peraturan yang legal. Hal ini terjadi karena peraturan itu memberi perlindungan pada biodiversitas secara keseluruhan tanpa membedakan antara spesies lokal dan spesies asing invasif. Untuk menghindari situasi demikian maka dalam legislasi konservasi biodiversitas/alam harus memakai terminologi yang tidak meliputi spesies asing, tetapi secara otomatis proteksi diberikan pada reintroduksi spesies lokal. Legislasi itu harus mengeluarkan spesies asing dari proteksi otomatis seperti disebutkan di atas.

e. Respons atau tindakan segera

Mandat legal untuk tindakan darurat (tindakan segera) harus memberikan kesempatan untuk inspeksi, penyitaan, disinfeksi peralatan, restriksi berbasis aktivitas, penutupan daerah terkontaminasi dari navigasi atau lalu lintas, dsb. Langkah khusus juga harus tersedia untuk merespons terhadap ancaman pada

kawasan secara legal diproteksi dan lain kawasan dengan kepentingan ekologis.

f. Pengendalian

Tindakan pengendalian jangka panjang harus meliputi kekuatan otoritas yang kompeten untuk:

- Mengatur kepemilikan dan translokasi domestik dari dan perdagangan dalam tumbuhan asing.
- Membatasi pelepasan hewan atau tumbuhan asing menjadi liar, apakah tanpa sengaja atau keteledoran.
- Meminta agar pemilik lahan/penghuni memberitahu pejabat yang relevan tentang adanya spesies asing yang terdaftar pada lahan miliknya, atau di mana saja yang dia ketahui dan di mana dia diminta oleh hukum untuk mengambil langkah khusus.
- Mengambil langkah eradikasi atau pengendalian dan bila sesuai, mengembangkan strategi pengelolaan berbasis kawasan dalam konsultasi dengan seluruh pemangku kepentingan yang terpengaruh.

Bila agen pengendali biologi yang diusulkan adalah spesies asing, maka proses lengkap tentang analisis risiko harus dilampirkan, seperti umumnya setiap usulan introduksi sengaja dari spesies asing.

11.4. Implementasi Strategi Nasional

Implementasi kerangka kerja nasional untuk menangani isu IAS akan melibatkan implementasi strategi nasional IAS dan perencanaan “strategi tingkat tinggi” lainnya di samping aktivitas harian yang berjalan. Beberapa dari ini telah dibahas dalam bab sebelumnya. Implementasi dari aktivitas strategi tingkat tinggi meliputi:

- Mengintegrasikan pengelolaan IAS dengan prioritas nasional dan regional.
- Permintaan untuk kepemimpinan dan koordinasi dari usaha nasional.
- Kerja sama antara lembaga dan pemangku kepentingan dan keperluan untuk melibatkan pemangku kepentingan seluas mungkin.
- Syarat kerangka kerja legal dan institusional.

Sebagai bagian dari implementasi, penilaian dan peninjauan selanjutnya mungkin dilaksanakan dan rencana nasional yang lebih detail mungkin

dikembangkan untuk *subset* dari isu IAS, karena dianggap penting sebagai prioritas nasional. Sementara mereka akan mempunyai elemen strategis, mereka biasanya akan mempunyai komponen operasional yang lebih detail. Ini mengilustrasikan bahwa tidak ada jalan yang pasti untuk membangun komponen spesifik dari kerangka kerja nasional, tetapi kondisi berbeda akan meminta pendekatan berbeda. Prinsip umum yang harus dijaga melalui setiap pendekatan untuk mengimplementasikan strategi nasional meliputi:

- Birokrasi rendah.
- Kepemimpinan dan koordinasi yang hebat.
- Kerja sama antar lembaga.
- Keterlibatan pemangku kepentingan yang luas.

11.5. Butir Kunci dari Kerja Sama Nasional

- Langkah pertama dalam menyusun strategi nasional adalah menilai status IAS di Indonesia.
- Pembangunan strategi nasional.
- Lembaga pemimpin dapat dari struktur yang ada dengan mandat yang diperluas atau dibangun entitas yang dibangun khusus.
- Strategi nasional harus konsisten dengan syarat internasional yang relevan seperti CBD.
- Sebagai bagian dari strategi untuk memaksimalkan input para ahli, kepemilikan strategi dan dukungan untuk implementasi, draft strategi perlu disirkulasikan untuk komentar seluas mungkin.
- Apabila suatu lembaga yang ada diberi tanggung jawab yang meningkat agar menjadi lembaga pemimpin, sumber daya yang dialokasikan kepada lembaga itu (*budget*) harus mencerminkan tanggung jawab yang meningkat tersebut dan perlu mengembangkan kapasitas.
- Strategi nasional tidak menangani IAS secara spesifik, tetapi harus menyediakan cara institusional dan logistik untuk menangani seluruh isu IAS di dalam negeri.
- Strategi nasional IAS harus mempunyai hubungan dengan prioritas nasional seperti strategi pada biodiversitas, pembangunan berkelanjutan dan pengentasan kemiskinan.

- Tindakan pencegahan adalah sangat disarankan atau diminta oleh beberapa instrumen internasional.
- Strategi nasional perlu mengandung visi dan mendefinisikan cakupannya.
- Mandat legal yang jelas adalah syarat untuk pengelolaan IAS yang efektif dan efisien.
- Langkah penting dalam menciptakan kerangka kerja legal adalah untuk meninjau mekanisme legal yang ada dan kapasitas institusional dan untuk menangani setiap kekurangan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi.
- Hukum dipakai untuk menciptakan institusi efektif, mengimplementasikan kebijakan tujuan, menentukan prinsip dan standar dan meletakkan prosedur untuk mencapai semua itu.
- Kecuali IAS dikenali sebagai masalah yang memerlukan pendekatan legal holistik, maka legislasi nasional mungkin tidak memberikan mekanisme untuk proaktif atau respons yang efisien.
- Legislasi harus mengeluarkan spesies asing dari semua bentuk proteksi otomatis.

Bab XII

Meningkatkan Kesadaran dan Edukasi

12.0. Pendahuluan

Aktivitas manusia adalah penyebab utama dari masalah spesies invasif, apakah itu introduksi disengaja untuk tujuan tertentu atau tanpa sengaja sebagai hasil sampingan dari berbagai aktivitas. Oleh karena itu untuk menangani isu spesies invasif adalah penting bahwa strateginya meliputi elemen-elemen yang direkayasa untuk memodifikasi nilai, kepercayaan dan kelakuan manusia lintas sektoral dari masyarakat, dari pembuat kebijakan dan institusi ke sekolah dan masyarakat umum.

Meningkatkan kesadaran dan mengedukasi pemangku kepentingan adalah komponen esensial dalam strategi melawan IAS. Butir strategi global GISP adalah bahwa manusia sebagai penyulut utama spesies invasif dan karena itu merupakan bagian dari masalah di banyak negara: “Keterlibatan publik secara aktif adalah penting untuk keberhasilan pengelolaan spesies invasif, mengarahkan komunikasi pada komunitas/publik yang paham yang mendukung aktivitas yang diamini untuk dijalankan guna menurunkan ancaman IAS, dan pemangku kepentingan kunci yang aktif terlibat dalam implementasi solusi IAS”.

Kalau masyarakat tidak tahu tentang IAS atau tidak paham isu IAS, mereka tidak dapat memberikan kontribusi yang efektif untuk berhadapan dengan spesies invasif itu.

12.1. Komunitas, Edukasi dan Program Kesadaran Publik (KEPKU)

Melibatkan publik dan pemangku kepentingan adalah sangat penting untuk isu biodiversitas secara keseluruhan. Misalnya CBD dan banyak konvensi dan organisasi lain menempatkan tekanan yang kuat di atasnya melalui komunikasi, edukasi dan program kesadaran publik yang sangat populer sebagai KEPKU (Komunikasi, Edukasi dan Program Kesadaran Publik).

Dalam konteks ini, istilah ini secara umum dipahami mengacu pada seperangkat instrumen sosial yang membangun sarana, informasi, keterlibatan dan memberdayakan masyarakat dengan tujuan membawa perubahan dalam

aktivitasnya. KEPKU juga menghubungkan ilmu pengetahuan/*science* dan teknologi pada realitas sosial dan ekonomi masyarakat.

12.1.1. Komunikasi

Komunikasi adalah tukar menukar informasi dua arah dan cara untuk memperoleh kerja sama kelompok dalam komunitas dengan pertama-tama mendengarkan dan mengklarifikasi mengapa dan bagaimana keputusan dibuat. Dalam pendekatan instrumental, komunikasi dipakai bersama dengan instrumen lain untuk mendukung konservasi biodiversitas guna menangani kendala ekonomi dan untuk memotivasi tindakan.

12.1.2. Edukasi

Edukasi adalah seperangkat proses yang dapat menginformasikan, memotivasi dan memberdayakan masyarakat untuk membantu konservasi biodiversitas, bukan saja dengan membuat perubahan cara kehidupan, tetapi juga melalui promosi perubahan dalam cara institusi, perdagangan dan pemerintahan beroperasi.

12.1.3. Kesadaran

Kesadaran membawa isu terkait dengan biodiversitas kepada perhatian kelompok kunci yang mempunyai kekuasaan untuk mempengaruhi *outcome*. Kesadaran adalah sebuah agenda yang menciptakan dasar dan memasarkan aktivitas membantu masyarakat untuk mengetahui apa dan mengapa masalah ini adalah suatu isu penting, aspirasi untuk target, dan apa masalah itu dan apa yang dapat dikerjakan untuk mengatasinya.

Edukasi publik tentang bahaya introduksi dan mendorong pemakaian spesies asli perlu digalakkan terus. Masyarakat perlu didorong untuk mengambil tindakan yang bertanggung jawab seperti mengikuti peraturan karantina, tidak membuang pangkasan dan sisa tanaman hias dari halaman ke tempat pembuangan sampah atau ke tempat lahan kosong yang tidak berpenghuni, tetapi harus dimatikan di halaman sendiri dan melaporkan adanya tumbuhan yang mencurigakan.

Pengumuman sebagai jasa publik dari pemerintah terkait di televisi atau radio tentang tumbuhan invasif yang harus diberantas dan tidak boleh ditanam dan poster di daerah wisata untuk tidak membawa tumbuhan invasif tertentu

(diperlihatkan dengan gambar) perlu digalakkan setiap waktu. Edukasi pada anak-anak sekolah sangat penting, karena ini adalah umur yang sangat responsif. Anak-anak juga mempunyai dampak yang nyata pada orangtuanya tentang pemahaman tumbuhan invasif ini. Tanggapan segera dari laporan serta pertanyaan masyarakat adalah esensial untuk menjaga kredibilitas program edukasi masyarakat ini.

Masyarakat perlu memahami bahwa eradikasi spesies yang menjadi masalah pada lokasi yang masih kecil, walaupun misalnya harus memakai pestisida, lebih baik daripada hidup dengan spesies invasif selamanya dengan risiko kehilangan ekosistem tersebut. Banyak peristiwa kemudian orang berkata: “seandainya kita mengeradikasi tumbuhan ini sejak awal maka kita tidak akan dapat masalah ini”. Bahkan akan sangat bermanfaat untuk membawa orang-orang ke tempat di mana mereka dapat diperlihatkan seberapa dahsyat masalah spesies invasif apabila invasi dibiarkan menyebar, sehingga mereka mengerti, menerima dan mendukung eradikasi.

12.2. Tujuan Program KEPKU

Pengetahuan dan kesadaran lebih besar tentang spesies invasif adalah syarat partisipasi dan keterlibatan pemangku kepentingan yang meningkat. Sebaliknya ketidakadaan kesadaran adalah kontributor utama pada kegagalan menangani isu IAS. Misalnya introduksi spesies berlanjut mungkin terjadi karena tidak peduli, bila aturan dan regulasi diabaikan, atau bila aturan untuk menangani IAS ditentang habis. Walaupun biaya untuk memastikan bahwa seluruh pemangku kepentingan diberi informasi yang sempurna adalah sangat besar, tetapi keuntungannya adalah bahwa peluang berhasil dalam mencapai *goal* pengelolaan lebih besar. Meningkatkan kesadaran dapat dipertimbangkan sebagai bagian dari strategi pencegahan. Manfaat dari meningkatkan kesadaran meliputi:

12.2.1. Pemahaman yang lebih besar tentang isu terkait

Invasi biologi adalah fenomena yang sangat kompleks dan sering diperhatikan dari kejadian dan persepsi kehidupan masyarakat sehari-hari. Berbahaya terhadap perasaan masyarakat yang dirundung berbagai aspek dari masalah invasi ini. Pesan kunci tentang sebab dan akibat spesies invasif akan memberikan kerangka kerja dan pemahaman yang lebih dalam.

12.2.2. “Kepemilikan” - masalah dan keterlibatan dalam solusi

Individu, komunitas, usaha kecil dan bahkan industri besar dapat berubah kelakuannya sebagai akibat dari informasi yang lebih baik dan mengadopsi praktek-praktek yang secara lingkungan lebih bersahabat. Kunci dari pembangkit perubahan demikian ini adalah menyoroti dengan penghargaan keterlibatan mereka dan menyampaikan rasa kepemilikan pada mereka terkait dengan solusi.

12.2.3. Penerimaan lebih besar terhadap cara menangani IAS

Bahkan aktivitas yang kontroversial dalam mengeradikasi tumbuhan invasif dapat berhasil apabila pembuatan kebijakan transparan (meliputi konsultasi dengan berbagai pemangku kepentingan) dan alasan untuk berbagai aktivitas diterangkan dengan benar.

12.2.4. Dukungan politis meningkat/sumber daya lebih banyak

Kesadaran pada tingkat pembuat kebijakan akan memberikan keputusan yang informatif dan dukungan politis lebih baik. Oleh karena itu akan lebih banyak mendapatkan sumber daya. Sering suatu proyek tidak didanai cukup atau dukungan yang penting tidak diberikan untuk pengelolaan proyek sebab pembuat kebijakan tidak sadar tentang besarnya masalah. Kelompok lain perlu dimasukkan dalam kerja sama (Tabel 12) untuk menurunkan suatu kebijakan. Melalui mekanisme ini kebijakan yang memadai dapat diperoleh. Meningkatkan kesadaran membantu menciptakan pemahaman yang lebih besar, kepemilikan masalah dan solusinya, penerimaan yang luas dan dukungan yang tinggi untuk isu-isu IAS.

12.2.5. Merencanakan program KEPKU

Dampak IAS luas sekali kisarannya, dengan pengaruh langsung maupun tidak langsung pada kepentingan ekonomi, sosial, dan lingkungan dari pemangku kepentingan (Bab 1). Membantu kelompok itu agar menjadi sadar akan kepentingan untuk mereka sendiri, seperti kehilangan habitat alam atau meningkatnya biaya sehubungan dengan pengelolaan IAS, yang akan memberikan keterlibatan lebih besar bagi kelompok pemangku kepentingan. Sifat dari program KEPKU dapat dipengaruhi secara signifikan oleh beberapa faktor, seperti ketersediaan sumber daya dan sifat dasar dari pemangku kepentingan.

Tabel 13 Contoh identifikasi kelompok
(yang mungkin diintegrasikan ketika merencanakan pengendalian eceng gondok misalnya)

Banyak kelompok target perlu edukasi dan bantuan menyangkut IAS	
• Kebijakan/pembuat kebijakan/regulator • Masyarakat ilmiah • Pendidik/dosen • Institusi akademis • Lembaga Swadaya Masyarakat, internasional maupun lokal • Tutor mapun guru di sekolah	• Komunitas nelayan • Industri transportasi • Komunitas pertanian • Masyarakat umum • Dinas pemerintahan - Dinas kehutanan daerah - Dinas perikanan Daerah - Dinas pertanian Daerah - Dinas peternakan - Bupati dan jajaran pamong prajanya - Biro lingkungan daerah • Penyuluh (PPL) • Jajaran sarjana S3, S2, S1 • Pemakai sumber daya lainnya

Oleh karena itu beragam teknik perlu untuk mencapai tujuan komunikasi. Akan sangat baik untuk mengambil pendekatan yang sistematis untuk merakit program.

Langkah pertama yang penting dalam merencanakan sebuah kampanye adalah:

- Tentukan pesan dan tujuan utama dari kampanye.
- Definisikan target audiensinya.
- Pakailah pendekatan alat komunikasi yang sesuai.

12.2.6. Membangun peta pemikiran

Memetakan pemikiran adalah suatu teknik yang dipakai untuk mengatur ide dan interkoneksinya secara visual. Hal ini adalah teknik *brainstorming* yang populer dan langkah pertama yang penting untuk merakit program KEPKU. Di bawah proyek UNEP, GEF *Removing Barriers to Invasive Plant Management in Productive and Protective Forests in Southeast Asia* menangani kendala yang ada dalam pengelolaan tumbuhan invasif. Tidak kurang dari 4 kategori yaitu pembangunan kebijakan lingkungan, informasi, pencegahan dan pengelolaan tumbuhan invasif dan pembangunan kapasitas.

Sebagai bagian dari tingkat persiapan proyek setiap negara yang terlibat telah membuat strategi komunikasi untuk meningkatkan komunikasi tentang isu tumbuhan invasif kepada pemangku kepentingan yang diidentifikasi. Strategi kombinasi untuk keempat negara telah disingkat dalam peta pemikiran di bawah ini. Dengan lain perkataan pemetaan pemikiran dapat dipakai untuk mendefinisikan pesan yang perlu dikomunikasikan; audiensi target; metode komunikasi; keperluan edukasi dan pelatihan; dan tantangannya.

12.3. Menentukan Subyek Apa yang akan Ditingkatkan Kesadarannya

Dalam merencanakan aktivitas kesadaran masyarakat yang efektif, menentukan apa yang menjadi sentral atau inti pesan yang akan dibawa dalam kampanye adalah titik mulanya. Langkah kedua harus yakin kepada siapa kampanye itu akan dialamatkan, misalnya pada guru sekolah SD, SMP, SMK atau SMA, pejabat pabean, atau pengelola lingkungan (taman nasional). Beberapa contoh tujuan misalnya:

- Diseminasi informasi IAS untuk meningkatkan pemahaman isu IAS.
- Meningkatkan kesadaran spesies tertentu dan dampaknya.
- Mendorong pemangku kepentingan untuk mengambil aktivitas tertentu (seperti nelayan harus membersihkan perahu dan peralatannya untuk mencegah penyebaran IAS).
- Mengubah sikapnya terhadap IAS yang populer tetapi berbahaya, karena merusak.
- Membangun bantuan untuk pengelolaan IAS (seperti menerangkan mengapa penting untuk memakai teknik yang kontroversial seperti pemakaian pestisida).
- Memotivasi masyarakat untuk berpartisipasi dalam program dan aktivitas.

12.4. Mendefinisikan Audiensi Target

Kelompok target berbeda akan merespons berbeda terhadap gaya dan teknik komunikasi yang berbeda. Secara alamiah agar menjadi paling efektif adalah penting untuk mengidentifikasi audiensi target bagi setiap kampanye. Daftar di bawah ini adalah contoh berbagai kelompok yang dapat disatukan dalam klasifikasi kasar dari audiensi target. Sekali masalah lingkungan yang akan

ditangani sudah didefinisikan, maka orang yang sesungguhnya akan mengimplementasikan solusi yang harus diidentifikasi. Orang-orang ini akan menjadi kelompok target program edukasi. Dalam mengidentifikasi kelompok ini harus dipertimbangkan bukan saja orang-orang yang secara langsung terlibat, tetapi juga anggota masyarakat lain yang juga dapat mempengaruhi orang-orang tsb. Banyak sekali kelompok target yang potensial dan yang paling menonjol mungkin tidak selalu yang paling tepat. Sesungguhnya program edukasi dapat difokuskan pada beberapa audiensi yang berbeda. Program edukasi tidak dapat diharapkan memberikan hasil kalau diarahkan pada orang yang salah.

Kelompok target harus:

- Berkontribusi pada solusi masalah lingkungan.
- Mempersepsikan perubahan yang diadvokasikan oleh program edukasi seperti untuk kepentingannya sendiri.

12.4.1. Pekerja penyuluhan atau pendidik pengelola sumber daya alam

Orang-orang yang bekerja dalam bidang kehutanan, perikanan, pertanian, atau dinas lain tidak memanen sumber daya alam sendiri, tetapi memperkenalkan produk dan teknik kepada masyarakat yang bekerja untuk bidang tersebut. Melibatkan pekerja penyuluhan dalam usaha edukasi dapat memaksimalkan dampak program karena pekerja ini mencapai banyak warga. Mereka juga dapat menciptakan komunikasi efektif antara warga masyarakat dan pegawai pemerintah.

12.4.1.1. Pemimpin lokal, pegawai pemerintah

Pegawai pemerintah dan pemimpin lokal mempengaruhi pengelolaan lingkungan dengan menciptakan dan menegakkan hukum dan dengan menginisiasi proyek yang mempengaruhi sumber daya alam yang akan lebih baik atau lebih buruk. Untuk menghadapi kelompok ini dengan efektif, pendidik konservasi perlu menentukan masalah pembiayaan, mandat atau tugas resmi, dampak lingkungan dari personel pemerintah dan lembaganya.

12.4.1.2. Pengaruh anggota komunitas

Mungkin saja orang tersebut adalah anggota partai politik atau warga komunitas yang terhormat. Oleh karena itu orang-orang kepada siapa pendidik ingin mempengaruhi, sering mengikuti contoh dari pemimpin komunitas informal. Orang di atas dapat menjadi target audiensi yang amat produktif.

12.4.1.3. Masyarakat umum

Masyarakat umum dapat bersifat keduanya, yaitu menjadi sebab terjadinya masalah IAS dan kelompok yang tersisa untuk menangani dampak masalah IAS. Dukungan dari masyarakat umum dapat menjadi pembeda antara sukses dan gagal dari keseluruhan strategi IAS di samping program yang lebih spesifik. Kelompok ini sangat sering menjadi target dari program edukasi lingkungan, tetapi sering karena mudah, bukan karena dampaknya potensial. Mengarahkan program pada kelompok ini tidak memerlukan detail pengetahuan masyarakat, padahal yang diminta oleh program adalah target yang lebih fokus. Tuntutan masyarakat dapat menjadi sangat efektif, terutama dalam menciptakan program edukasi konservasi yang lebih detail, tetapi pendidik harus mempunyai alasan khusus untuk mengarahkan program pada masyarakat umum daripada kelompok target.

12.4.1.4. Sekolah

Sekolah pada seluruh tingkatannya adalah titik permulaan untuk membangun kesadaran IAS. Mereka dapat menjadi kelompok yang sangat efektif untuk mentransmisikan pesan. Orang tua murid dapat terpapar pada isu IAS melalui anak-anaknya terutama ketika program itu meliputi dan/atau proyek yang dikerjakan di rumah. Pendidik konservasi sering menasar pada kelompok ini dengan harapan menciptakan generasi dewasa yang bertanggung jawab secara lingkungan. Ini selalu merupakan *goal* yang sangat didambakan tetapi mungkin bukan prioritas pertama. Pengajaran adalah investasi untuk masa depan suatu negara. Tetapi pendidik konservasi mungkin menemukan masalah lingkungan saat itu begitu serius sehingga memerlukan perhatian lebih dulu.

Tetapi kadang kadang program pendidikan konservasi di sekolah dapat memberikan manfaat lingkungan yang cepat. Misalnya, pelajar di daerah pedesaan yang putus sekolah untuk bekerja di ladang keluarga dapat diajari teknik

konservasi tanah dan reforestasi. Di wilayah perkotaan, program konservasi di sekolah kadang-kadang dapat menarik perhatian nasional secara luas. Program pendidikan konservasi di sekolah dapat juga melibatkan orangtua melalui kunjungan lapangan dan penanaman pohon, pembersihan sampah dan kampanye masyarakat lainnya. Dalam kenyataannya, melengkapi jasa pendidikan orang dewasa.

12.4.1.5. Kelompok minat khusus

Kelompok ini meliputi kelompok masyarakat peminat khusus seperti perkumpulan penyelam, perkumpulan para peminat hewan liar, persatuan naturalis dan lain sebagainya. Ketika isu IAS relevan dengan minat kelompok tertentu, mereka cenderung akan lebih reseptif atau mudah menerima keperluan pengelolaan atau pencegahan. Mereka juga lebih bersedia untuk memainkan peranannya ketika mereka menyadari perbedaan dari suatu perubahan dalam praktek yang mungkin terjadi.

12.4.1.6. Industri

Daftar industri yang seharusnya menerima edukasi IAS akan panjang. Misalnya kebun binatang, kebun raya, para pecinta akuarium, *pet shops*, hortikultoris, agronomis, *forester*, para nelayan, para peminat konservasi, staf karantina, penjaga perbatasan, staf kesehatan dan keselamatan di samping yang terlibat dalam perencanaan dan transportasi.

12.4.1.7. Pembuat kebijakan

Kelompok ini meliputi pemerintahan lokal dan nasional, para staf atau pegawainya agensi dan lembaganya. Kelompok ini meliputi mereka yang membentuk kebijakan dan dampak strategi, di samping siapa yang terlibat dalam implementasinya.

12.5. Penggunaan Alat Komunikasi yang Sesuai

Berikut ini adalah butir umum yang perlu dipertimbangkan ketika mempromosikan pesan:

- Formulasikan pesan yang jelas, dengan memakai bahasa yang sederhana dan jelas.

- Pergunakan frasa yang menarik dan logo yang menyolok.
- Pergunakan *species flagship* atau *pathway* sebanyak-banyaknya untuk menarik perhatian (misalnya pemakaian tumbuhan atau hewan ikonik yang terdampak secara negatif oleh IAS). Kasus *flagship* dapat disorot dalam isu spesies yang terancam punah yang sangat dihargai atau dinilai tinggi oleh masyarakat, pembiayaan ekonomi yang dirasa tinggi bagi rata-rata penduduk, atau risiko kesehatan bagi anak-anak. Banteng misalnya dapat dipakai sebagai *species flagship* dalam pengelolaan *Acacia nilotica* di Taman Nasional Baluran.
- Pesan yang konsisten, pesan yang bukan saja mengedukasi tetapi juga memotivasi untuk berubah dengan aksi positif.
- Fokus pada solusi daripada masalah.
- Fokus pada nilai yang harus dilindungi daripada pada IAS sendiri.
- Ingat!!! Bersikaplah sensitif pada nilai-nilai kultural dan persepsi.
- Jangan memakai bahasa yang histeris atau membuat pernyataan yang tidak akurat. Pernyataan berlebihan dari suatu kasus dapat membawa konsekuensi negatif yang signifikan dalam peristiwa selanjutnya.
- Jangan mengabaikan sedikit pun pemangku kepentingan.
- Berhati-hatilah dalam menyalahkan pihak lain secara terbuka (misalnya pada suatu perusahaan yang mungkin bisa dibujuk untuk mengubah aksinya dan mencegah introduksi selanjutnya atau menyediakan dana untuk restitusi).

Gunakan sarana yang tepat pada setiap pekerjaan. Atau juga kombinasi beberapa sarana akan memberikan hasil terbaik. Ada banyak macam sarana dan teknik komunikasi yang dapat dipakai secara efektif dengan grup target yang berbeda (Tabel 13).

12.6. Merekayasa Sarana Komunikasi

12.6.1. Membuat poster

Poster adalah sarana komunikasi visual. Ini harus melibatkan pemangku kepentingan dan membantu memperoleh butir utama lintas masyarakat sebanyak mungkin. Poster yang bagus membawa pesan yang jelas, mudah dilihat dan mudah dibaca setidaknya dari jarak 2 meter. Ingat agar menggunakan tulisan yang besar dan mudah dibaca. Poster harus membawa pesan bagi audiensi yang dituju.

Tabel 14 Sarana dan target komunikasi

Sarana komunikasi	Audiensi target
Media massa seperti televisi, radio dan surat kabar	Spektrum terluas masyarakat, dari orang biasa sampai industri dan pembuat kebijakan pemerintah
Poster, umbul-umbul atau brosur di lokasi seperti <i>pet shop</i> dan taman bunga, <i>shopping malls</i> dan pasar, stasiun kereta api, terminal bus bandara	Setiap lokasi akan mencapai grup target tertentu, yang memakai jalur introduksi atau yang berkontribusi, atau yang kena dampak IAS, dengan cara satu atau cara yang lain
Presentasi dalam konferensi atau seminar, simposium atau pertemuan ilmiah sejenis Proyek pemekaran komunitas	Audiensi tingkat tinggi, seperti ilmuwan atau perencana program ilmiah Komunitas lokal atau industri lokal yang terpengaruh oleh IAS

Harus selalu dipikirkan bahwa:

- Gambar melukiskan seribu kata!
- Sampaikan informasi sebanyak mungkin dengan memakai sedikit mungkin kata-kata.
- Pilih satu pesan yang jelas per poster dan pertahankan ini sebagai fokus poster tersebut.
- Judul/*title* harus mengandung butir kunci, gunakan kalimat pendek, dan frasa yang menarik.
- Manfaatkan gambar dan teks untuk mendukung “pesan”.
- Seimbangkan teks dengan gambar.
- Manfaatkan warna tebal yang segera menarik mata dan menstimulir otak.
- Audiensi akan menilai poster anda.
- Pahami audiensi dan tujukan pesan pada mereka. Audiensi yang berbeda memerlukan level informasi yang berbeda.
- Cantumkan informasi kontak pada poster di lokasi yang strategis.
- RENCANAKAN, BUAT DRAFT, EDIT DAN KONSULTASIKAN KEPADA YANG AHLI.

12.7. Butir Kunci

- Meningkatkan kesadaran dan mendidik pemangku kepentingan adalah penting untuk strategi melawan IAS. Masyarakat yang tercerahkan dan terlibat dalam aktivitas adalah aset yang paling besar.
- Apabila masyarakat tidak tahu atau tidak paham tentang isu IAS, mereka tidak dapat memberikan kontribusi yang efektif untuk menghadapi IAS.
- Meningkatkan kesadaran untuk membantu menciptakan pemahaman yang lebih besar, kepemilikan masalah dan solusinya, penerimaan lebih luas dan dukungan meningkat terhadap isu IAS.
- Kasus '*Flagship*' (dramatis) dampak dari beberapa invasi dapat dimanfaatkan untuk menangkap minat.
- Suatu kampanye kesadaran pertama harus menanyakan “**apa**” pesannya, kemudian “**siapa**” yang dijadikan sasaran, kemudian **bagaimana** mengkomunikasikan dengan baik.

Bab XIII

Dimensi Kemanusiaan

13.0. Pendahuluan

Dampak manusia pada ekosistem planet kita terus meningkat. Populasi manusia yang terus bertambah besar berakibat pada meluasnya tingkat konsumsi. Semakin banyak manusia mengkonsumsi lebih banyak lagi barang dan jasa dari alam, yang mendorongnya sampai pada batas keberlanjutannya. Perdagangan internasional berkembang secara besar-besaran untuk memenuhi hasrat konsumsi ini. Barang-barang diangkut dalam jumlah yang sangat besar dan bergerak cepat dari satu bagian dunia ke bagian dunia lainnya dengan pesawat, kapal, kereta api dan truk *container* dalam sistem perdagangan dunia yang modern.

Satu elemen kritis dalam globalisasi ekonomi ini adalah perpindahan organisme dari satu bagian dunia ke bagian lain melalui perdagangan, transport, perjalanan dan turisme. Banyak organisme yang berpindah masuk ke ekosistem baru di mana mereka asing (juga disebut *non-native*, *non-indigenous* atau eksotik), biasanya bermanfaat bagi manusia. Tetapi banyak lainnya mempunyai dampak campuran yang menguntungkan beberapa individu atau kelompok, tetapi menyebabkan kerugian lainnya. Dan dalam beberapa kasus, terutama organisme patogen dan “hama” hutan atau tanaman pertanian, spesies asing itu secara nyata fatal bagi semuanya, atau mendekati kondisi itu. Dalam topik ini hanya akan dikupas kondisi terakhir saja, “*Invasive Alien Species*/spesies asing invasif” (IAS) yaitu *subset* spesies asing yang kemapanan dan penyebarannya mengancam ekosistem, habitat atau spesies dengan kerugian ekonomi dan lingkungan (GISP 2001).

Patogen dan hama telah menjadi fokus utama para ahli lebih dari ratusan tahun. Tetapi masalah spesies asing invasif secara umum baru dibawa menjadi perhatian dunia belum lama ini oleh para ahli ekologi yang prihatin terhadap spesies dan ekosistem lokal yang rusak (Elton 1958; Drake *et al.* 1989). Banyak penelitian tentang spesies asing invasif sampai saat ini, memfokuskan pekerjaannya pada karakter biologis dan ekologis spesies asing invasif itu, kepekaan ekosistem terhadap invasi, dan pemakaian berbagai cara untuk mengendalikan invasi. Akan tetapi masalah spesies asing invasif sebetulnya adalah masalah kemanusiaan, setidaknya dengan alasan sebagai berikut:

- Manusia bertanggung jawab sebagian besar pada pemindahan telur, biji, spora, bagian vegetatif dan organisme utuh dari satu tempat ke tempat lain, terutama melalui transportasi dan perjalanan global modern.
- Sementara beberapa spesies mampu menginvasi ekosistem yang utuh, bahkan terproteksi dengan baik, tetapi spesies asing invasif menginvasi lebih sering pada habitat yang telah berubah karena manusia.
- Banyak spesies asing yang secara sengaja diintroduksi untuk alasan ekonomi (sebagian besar usaha manusia). Ini selayaknya berimplikasi bahwa mereka yang memperoleh keuntungan ekonomi itu juga harus bertanggung jawab untuk biaya ekonomi seandainya spesies asing itu menjadi invasif.
- Dimensi masalah spesies asing invasif diformulasikan oleh manusia, dan responsnya juga direncanakan dan diimplementasikan oleh manusia dengan dampak yang berbeda pada kelompok manusia berbeda.

Manusia mengintroduksi organisme ke habitat baru secara tidak sengaja (sering invertebrata dan patogen), secara sengaja (biasanya tumbuhan dan vertebrata) atau keteledoran ketika organisme yang diimpor untuk tujuan terbatas, kemudian berikutnya menyebar ke habitat baru (Levin 1989). Banyak introduksi yang disengaja terkait dengan kepentingan manusia dalam mengembangkan spesies yang berguna bagi manusia, pertanian, kehutanan, hiasan, atau bahkan untuk tujuan psikologis. Sebagian besar keperluan diet manusia pada sebagian besar dunia dipenuhi oleh spesies yang diintroduksi dari tempat lain (Hoyt 1992). Akan sukar dibayangkan misalnya kalau Afrika tanpa sapi, kambing, jagung atau ubi kayu, atau Amerika Utara tanpa gandum, kedelai, sapi dan babi, atau Eropa tanpa tomat, kentang, dan jagung yang semuanya itu adalah spesies yang diintroduksi. Karena itu, introduksi spesies adalah bagian penting dari kesejahteraan manusia dan kultur lokal dari seluruh bagian dunia. Lebih lanjut, menjaga kesehatan spesies asing yang diintroduksi, yang tidak diragukan lagi manfaatnya untuk manusia kadang-kadang memerlukan introduksi spesies asing tambahan untuk dipakai dalam program pengendalian biologi dengan mengimpor musuh alami, misalnya dari hama pertanian (Waage 1991; Thomas & Willis 1998), tetapi agen pengendalian biologi ini kadang-kadang dengan sendirinya menjadi invasif. Banyak peristiwa mengindikasikan ada peningkatan yang cepat belakangan ini dalam jumlah dan dampak spesies asing invasif (Mooney & Hobbs 2000). Perdagangan, dan lebih umum perkembangan

ekonomi dunia, mengarah pada peningkatan masalah spesies asing invasif. Banyak ditemukan bahwa negara yang lebih efektif terikat pada sistem perdagangan global cenderung mempunyai lebih banyak IAS yang secara positif terkait dengan perkembangan jaringan transportasi darat, laju migrasi, jumlah wisatawan yang berkunjung, dan perdagangan dalam berbagai komoditas (Dalmazzone 2000). Gambaran global secara umum memperlihatkan percampuran yang luar biasa dari berbagai spesies, dengan dampak jangka panjang yang tidak dapat diprediksi tetapi jelas mengarah kepada homogenisasi (Bright 1999; Mooney & Hobbs 2000). Masa depan menjadi pasti akan membawa tambahan luar biasa pencampuradukkan spesies ketika manusia terus mempengaruhi ekosistem dalam berbagai cara, setidaknya melalui introduksi spesies dengan tujuan tertentu maupun secara insidental sebagai konsekuensi yang tidak dapat dihindari dari perdagangan dunia yang terus tumbuh. Pencampuradukkan ini akan menghasilkan spesies yang akan menjadi melimpah dan banyak spesies lain turun jumlahnya (atau bahkan punah), tetapi dampak secara keseluruhan kemungkinan akan kehilangan biodiversitas pada tingkat spesies dan genetik. Tetapi bagaimana “pencampuradukkan” spesies yang didorong oleh kepentingan manusia akan berdampak pada mereka, manusia itu sendiri? Bagaimana seharusnya manusia berpikir tentang isu ini? Pemangku kepentingan apa saja yang terlibat? Kepentingan siapa yang terdampak? Bagaimana dimensi kemanusiaan sebaiknya ditangani oleh para ilmuwan, pengelola sumber daya dan pembuat kebijakan?

Pertanyaan-pertanyaan ini bukan pertanyaan yang sepele, sebab isu IAS mempunyai anyaman dalam sistem ekonomi modern. Ini melibatkan perdagangan global, pola-pola perjanjian, pertanian, ekonomi, kesehatan, pengelolaan air, perubahan iklim, rekayasa genetika, dan masih banyak bidang dan urusan lain. Karena itu, ini betul-betul masuk ke dalam jantung masalah kehidupan masyarakat manusia. Pembuat kebijakan menghabiskan banyak waktu berdebat, ironisnya tanpa mengacu pada IAS. Ini memberikan pendahuluan tentang anyaman IAS melalui banyak dimensi aktivitas manusia yang meliputi komponen sejarah, ekonomi, kultur, bahasa, kesehatan, psikologi, sosiologi, legalitas, pengelolaan, militer, filosofi dan politik. Ini memperlihatkan bahwa IAS secara dalam teranyam ke dalam lembar kehidupan modern. Sementara dimensi biologis IAS adalah fundamental, respons yang lebih efektif pada masalah yang ditimbulkan oleh IAS harus menyertakan jenis dimensi manusia terkait.

Pendahuluan ini diharapkan memberikan gambaran umum dan sintesis dari beberapa isu kunci.

13.1. Dimensi Sejarah

Oleh karena sejarah geologi dan evolusi yang begitu panjang, planet kita mempunyai spesies tumbuhan, hewan dan mikroorganisme yang sangat berbeda pada berbagai daratan, dan dalam berbagai ekosistem. Sebagai gambaran kasar, Afrika mempunyai gorila, Indonesia mempunyai orang utan, Amerika Selatan mempunyai monyet tetapi tidak punya kera, dan Australia tidak mempunyai primata non-manusia sama sekali. Bahkan dalam kontinen, sebagian besar spesies hidup pada tipe habitat tertentu. Gorila hidup di hutan, zebra hidup terutama di savana. Pulau di lautan lepas dan ekosistem lain yang terisolasi secara geografis sering mempunyai spesies yang sesuai dengan ekosistem tersebut. Banyak spesies demikian itu tidak ditemukan di lain tempat (diberi istilah “spesies endemis”). Kira-kira 20% flora dunia adalah endemik kepulauan yang ditemukan hanya pada 3,6% daerah permukaan tanah kontinen. Batas geografis memastikan bahwa sebagian besar spesies tetap dalam daerahnya. Dengan demikian menyebabkan kekayaan spesies yang lebih besar dalam seluruh planet daripada seandainya seluruh massa tanah merupakan bagian dari satu daratan. Kerangka sejarah biogeografis memberikan dasar untuk mendefinisikan konsep spesies natif dari spesies asing. Ini juga penting untuk mengenali bahwa biogeografi adalah dinamis karena spesies membesar dan menyusut sebarannya dan isi dari ekosistem berubah sebagai akibat dari faktor seperti perubahan iklim (Udvardy 1969).

Manusia nampaknya berevolusi di Afrika, kemudian *Homo sapiens* menyebar ke Eropa dan Asia selama 100.000 tahun yang lalu. Australia 40.000-60.000 tahun yang lalu dan *Americas* kira-kira 15.000-20.000 tahun yang lalu. Spesies kita adalah sebuah contoh baik sebagai spesies invasif alamiah, yang menyebar cepat, memodifikasi ekosistem melalui pemanfaatan api, dan mendorong spesies lain punah (Martin & Klein 1984). Ketika manusia pindah, mereka juga membawa spesies lain dengan mereka. Orang Asia adalah orang pertama yang menduduki Amerika misalnya, ditemani anjing.

Perdagangan diketahui telah ada jauh ke belakang dari prasejarah manusia kalau ditilik dari penemuan peralatan batu yang ditemukan pada jarak begitu jauh, dari mana batu itu ditambang. Tetapi ketika bepergian jarak jauh menjadi lebih

sering, kemudian perdagangan menjadi lebih penting lagi. Pedagang Cina telah menyebar ke Asia Tenggara setidaknya beberapa ribu tahun, dan jalan dagang antara India dan Timur Tengah terbentang ke belakang setidaknya sepanjang waktu yang sama. Ketika perahu layar menjadi lebih besar dan lebih handal, perdagangan meningkat lebih lanjut dan mendapat dorongan besar karena perjalanan dari Christopher Columbus yang membuka seluruhnya sumber baru spesies, dan menstimulir pemikiran baru mengarahkan pada penggantian standar moral yang kaku dari zaman abad pertengahan Eropa dengan satu perangkat pemikiran baru tentang nilai perdagangan yang menekankan pemenuhan kebutuhan konsumsi.

Setidaknya untuk beberapa ribu tahun, invasi militer adalah jalur penting yang memindahkan spesies dari satu daerah ke daerah lain, dengan setidaknya beberapa dari spesies itu menjadi invasif (seperti invasi militer itu sendiri). Penyebaran penyakit baru oleh tentara sangat terkenal. Misalnya cacar dibawa ke Amerika dari Eropa oleh para pemenang perang dan mungkin sifilis bergerak ke arah yang berlawanan (McNeill 1976). *Rinderpest*, suatu virus, keluarga dekat cacar dan *distemper* penyakit pada anjing adalah *native* padang pasir Asia Tengah, tetapi merebak menjalar ke Eropa terbawa oleh sapi yang dipindahkan untuk memberi makan tentara yang sedang menginvasi. Afrika yang saat itu masih bebas dari penyakit ini sampai tahun 1887, ketika penyakit ini terlihat di Eritrea daerah invasi Italia, lalu menyebar melalui Ethiopia tahun 1888 dan menaklukkan seluruh kontinen itu dalam waktu kurang dari satu dekade. Di beberapa daerah di Afrika, *rinderpest* diikuti oleh perang dan perampokan sapi ketika peternak-peternak suku tradisional di situ berebut untuk menjaga kelompok sapi yang digembalakan (Pearce 2000). Akibat lain adalah *rinderpest* itu memicu revolusi ekologis terhadap manusia dan ternak sapi di situ yang berpihak pada kehidupan spesies binatang liar yang tahan terhadap serangan penyakit tersebut.

Periode kolonisasi Eropa memunculkan era baru dalam introduksi spesies, ketika para pendatang Eropa ini berusaha untuk menciptakan kondisi pemukiman mereka seperti sudah terbiasa sebelumnya (Crosby 1986). Mereka membawa serta spesies seperti gandum, *rye*, jewawut (*barley*), sapi, babi, kuda, domba, dan kambing, walaupun masih terkendala ketersediaan alat transportasi. Begitu kapal besar dengan mesin tenaga uap tersedia dan menjadi sarana transportasi umum, gelombang banjir migrasi Eropa terjadi dan lebih dari 50 juta

penduduk Eropa beremigrasi mencapai pantai yang jauh antara tahun 1820-1930, sambil membawa bermacam tumbuhan dan hewan yang ditambahkan pada flora dan fauna asli. Dan dalam waktu lebih kini, Cina, India, Indochina, Afrika dan lain emigran membawa spesies yang mereka sudah terbiasa untuk hidup di tanah tempat tinggal baru di Eropa, Australia dan Amerika.

Era kolonisasi Eropa juga melihat penyebaran eksplorasi tumbuhan, mencari spesies baru tanaman hias untuk kebun raya, bibit untuk dijual, atau ditanam sendiri di pekarangan. Penyebaran konsumerisme global mendapat dorongan signifikan pada awal abad ke-20 melalui advertensi dan pemasaran yang dimaksudkan secara strategis untuk memotivasi masyarakat membeli barang lebih banyak. Demikian ini mendorong pencaharian yang makin cepat mendapatkan spesies baru untuk ditanam dan diperdagangkan, menciptakan permintaan konsumen bagi produk yang sebelumnya tidak ada. Karakter invasif dari spesies yang baru diintroduksi sering diketahui dengan terkejut, karena yang mengintroduksi pun tidak memahami ramifikasi ekologis negatif dari spesies tersebut. Banyak spesies invasif hewan maupun tumbuhan dibawa oleh tentara kolonial, terutama ke pulau-pulau di Lautan Pasifik maupun Lautan Hindia yang mempunyai spesies endemik rentan invasi. Pada abad ke-17 dan 18 angkatan laut mengintroduksi banyak tumbuhan dan hewan pada pulau-pulau yang terpencil sebagai makanan kelak di kemudian hari dan ini sering menjadi invasif (Binggeli 2001). Militer kadang-kadang membawa spesies tumbuhan eksotik untuk memagari benteng. Misalnya tentara Perancis mengintroduksi kaktus (*Opuntia monacantha*) pada Benteng Dauphin di Madagascar tenggara tahun 1768 untuk membangun pagar yang tidak bisa ditembus melingkari benteng tersebut. Kemudian tentara itu juga mengintroduksi varietas kaktus yang tidak berduri (*Opuntia ficus-indica*) untuk memberi makan sapi (Decary 1947). Peran tentara dalam penyebaran spesies asing invasif terus berlanjut. Terutama Periode Perang Dunia II adalah periode sangat aktif dalam introduksi gulma di berbagai pulau di Pasifik. Beberapa spesies seperti rumput grinting (*Cynodon dactylon*), dengan sengaja diintroduksi untuk re-vegetasi pulau-pulau yang rusak berat karena aktivitas tentara. Banyak spesies menyebar secara tidak sengaja, menempel pada peralatan dan suplai militer atau menempel pada roda pesawat. Beberapa spesies rumput terbawa dari satu pulau ke pulau lain karena biji menempel pada pakaian, dan karena banyak gulma tumbuh, baik pada tanah yang terbuka atau rusak, maka perang sangat membantu menyiapkan lahan yang sesuai bagi spesies invasif itu.

Ular pohon coklat (*Boiga irregularis*) sampai ke Guam dari Papua Timur atau kepulauan Solomon dalam Perang Dunia II, yang nampaknya membonceng kapal atau pesawat Jepang atau Amerika Serikat. Mendarat di Guam, ular itu menemukan burung dan kadal lokal yang tidak teradaptasi pada predator yang sangat lincah yang melengkapi diri dengan taring yang beracun ini. Sebagai akibatnya populasi burung dan kadal di Guam lokal menurun drastis. Sekarang ular pohon coklat ini mengancam Hawaii, yang secara potensial terbawa oleh transport militer dari Guam. Dengan demikian kelompok flora dan fauna yang ditemukan pada lokasi tertentu telah terpengaruh sangat dalam oleh aktivitas manusia sebelumnya, dan manusia berpeluang mempunyai pengaruh lebih besar pada waktu mendatang. Ini mengarahkan pada pemikiran apakah episode saat ini tentang globalisasi akan menuju pada peningkatan diversitas, setidaknya pada beberapa lokasi setelah kabut kejutan kepunahan saat ini mengendap (Parker 2001). Sebagai salah satu contoh, New Zealand mempunyai duakali lipat banyaknya spesies saat ini dibandingkan dengan ketika pertama kali manusia mendarat di situ. Begitu juga seluruh kelompok mamalia baru. Salah satu onkos tragisnya adalah kehilangan fauna dan burung unik yang sangat intensif. Perkembangan lebih lanjut dari komunitas biologis karena perubahan iklim akan tergantung pada organisme yang menginvasi habitat baru, kadang-kadang kawin silang dengan spesies lokal, kadang-kadang menggantikan mereka, dan kadang-kadang menambah diversitas ekosistem dengan interaksi spesies baru. Melalui introduksi spesies, manusia menciptakan ekosistem mereka sendiri (Orr & Smith 1998), sering hanya secara kebetulan, dan merusak ekosistem yang telah berevolusi selama jutaan tahun.

13.2. Dimensi Kemanusiaan dari Sebab Invasi Spesies

Perdagangan global telah memfasilitasi masyarakat modern untuk memperoleh keuntungan dari perubahan yang tidak ada sebelumnya dan mapannya spesies baru di seluruh dunia. Pertanian, kehutanan, perikanan, perdagangan hewan peliharaan, industri hortikultura, dan banyak industri konsumen dari bahan baku yang saat ini tergantung pada spesies yang natif dari bagian dunia yang jauh. Kehidupan manusia di mana-mana telah diperkaya oleh akses pada proporsi yang lebih besar dari diversitas biologi dunia, dan meluasnya perdagangan global telah menyediakan kesempatan tambahan lebih jauh dari pengkayaan di atas. Sebagian besar orang menerima dengan senang hati globalisasi

perdagangan ini, dan meningkatnya pendapatan pada banyak bagian dunia menuju pada permintaan yang meningkat untuk produk yang diimpor. Katalog nurseri Amerika Utara, misalnya menyediakan hampir 60.000 spesies dan varietas pada pasar dunia, sering melalui internet (Ewel *et al.* 1999). Pengaruh samping yang tidak diketahui secara umum dari globalisasi ini adalah introduksi spesies asing, atau setidaknya sebagian dari spesies yang diintroduksi itu menjadi invasif.

Mobilitas global mengaburkan akan kesadaran tempat yang sebelumnya menjadi kaitan psikologis bagi sebagian besar masyarakat. Teknologi informasi modern membiarkan kita “dalam situasi yang membingungkan bahwa tidak ada konteks tunggal atau universal dengan garis batas jelas di mana kita dapat memberi alasan untuk menjelaskan perbedaan kita, tetapi lebih pada kegandaan mini konteks yang tidak diamini secara universal dalam mana banyak interpretasi yang sangat berbeda, berada saling bersandingan” (Hattingh 2001). Kecepatan pada level mana manusia modern hidup, meliputi mobilitas tinggi, secara serius mengkompromikan kemampuan mengembangkan kesadaran tempat, visi yang jernih terhadap masa depan, atau kesadaran akan asalnya. Ini membuat situasi lebih sulit bagi orang untuk membedakan spesies lokal dari spesies asing ketika terlibat dalam menjelaskan perbedaannya.

Terhubung dengan pasar global, dunia kelihatannya menjadi urban dengan separuh populasi dunia hidup di kota-kota pada akhir abad ini. Kota-kota cenderung menjadi titik vokal ekonomi global dan menjadi titik masuk bagi banyak spesies invasif. Banyak spesies invasif amat subur di lingkungan urban dan pinggiran urban di mana sejarah panjang dari gangguan manusia menciptakan banyak sekali lahan terbuka dan banyak kesempatan untuk terjadi invasi. Banyak penduduk urban mencari *ornament* dari sumber yang sangat luas dan ini mungkin akan menjadi invasif. Misalnya, Berlin mempunyai 839 spesies tumbuhan asli, dan 593 asing (Kowarik 1990). Urbanisasi melibatkan populasi yang *mobile* dan besar yang dengan mudah menghindari dari hukuman lingkungan karena pemanfaatan sumber daya yang salah. Lebih lanjut, mereka jarang sadar tentang masalah spesies invasif karena mereka pada dasarnya telah kehilangan hubungannya dengan lingkungan alam (Staples 2001). Pola pemukiman juga melibatkan hubungan transportasi, dan distribusi banyak spesies invasif nampak mengikuti koridor transportasi. Dengan demikian pola pemukiman manusia juga bagian dari isu spesies invasif (Marambe *et al.* 2001).

Banyak orang yang berusaha mengintroduksi spesies non-natif ke habitat baru untuk suatu alasan ekonomi (McNeely 1999). Mereka mengharapkan peningkatan keuntungan dari pertanian, mereka mungkin percaya bahwa masyarakat akan suka bunga yang baru ditemukan dari bagian dunia yang sangat jauh, atau mereka berpendapat bahwa spesies non-natif akan mampu melakukan fungsinya di mana spesies asli tidak dapat melaksanakannya seefektif itu. Beberapa yang mengintroduksi spesies asing itu telah melakukan analisis *cost-benefit* sebelum menginisiasi introduksi, dengan mengabaikan (meng-eksternalisasi-kan) dampak negatif yang mungkin mengikuti introduksi spesies itu. Mereka tidak berusaha memahami dampak itu. Mereka khawatir bahwa mereka akan diminta untuk memberi kompensasi pada mereka yang terkena dampak negatif.

Begitu juga, mereka yang bertanggung jawab memasukkan secara tidak sengaja spesies ke habitat baru, tidak bersedia mengeluarkan biaya yang diperlukan untuk mencegah peristiwa seperti itu agar tidak terjadi. Mereka tidak memahami bahayanya dan dalam banyak hal bahaya itu kecil peluangnya untuk berdampak ekonomi pada kesejahteraannya. Lebih daripada itu, biaya peristiwa seperti itu ditanggung secara tidak proporsional oleh orang selain dari mereka yang membiarkan peristiwa itu terjadi. Jadi biaya mengintroduksi spesies asing yang berpotensi menjadi invasif ke habitat baru dieksternalisasi dalam menghitung biaya perdagangan global. Garis pertanggungjawaban tidak jelas untuk membawa perubahan kelakuan yang diperlukan, sehingga justru akhirnya masyarakat umum dan generasi yang akan datang yang membayar sebagian besar dari biaya yang diperlukan itu.

Pada awal tahun 1990-an, ilmuwan Serbia menemukan cacing akar jagung (seekor kumbang yang larvanya seperti cacing memakan akar jagung) di dekat bandara Belgrado yang nampaknya secara tidak sengaja terbawa dalam pesawat militer dari USA. Kerja sama secara internasional yang intensif mungkin akan sudah memusnahkan hama ini. Hama ini hama dahsyat yang pertama kali hidup di luar Amerika Utara, tetapi kekacauan perang mencegah peluang kerja sama demikian ini dan sekarang sudah sangat terlambat. Pada tahun 1995, hama ini telah menyebar ke Kroasia dan Hongaria, kemudian menginvasi Rumania, Bosnia-Herzegovina, Bulgaria dan Italia (Enserink 1999). Ini kemungkinan akan menyebar ke setiap negara Eropa yang menanam jagung dan mungkin akhirnya akan ke Asia, yang memaksa petani untuk memakai pestisida kimia. Masalah yang

mudah, sederhana dan murah untuk diselesaikan kalau ditangani dengan segera, tertahan usaha pemberantasannya karena faktor manusia dalam suasana perang yang menghalangi kerja sama yang diperlukan, dan masalah itu sekarang berdampak pada ekonomi yang serius.

Satu keterbatasan persepsi manusia pada biaya IAS adalah bahwa invasi sering terjadi tanpa dapat dilihat, tanpa ada pertanggungjawaban yang jelas dan dengan dampak awal yang kecil saja. Lebih lanjut, monitoring, deteksi dini, dan isolasi penginvasi sebelum mereka menyebabkan kerugian yang lebih besar, berpeluang kecil untuk dipikirkan mempunyai rasio *cost-benefit* yang positif, sebab biaya diperlukan sekarang, tetapi keuntungan utamanya (setidaknya dalam pengertian biaya yang dapat dihindari untuk kemudian hari) masih bersifat spekulatif. Sebaliknya ketika studi rasio *cost-benefit* sudah dikerjakan, maka ditunjukkan bahwa usaha pengendalian dan pencegahan merupakan strategi terbaik (Jenkins 2001). Secara praktis seluruh aktivitas kultur manusia memodifikasi lingkungan mereka untuk mendapatkan lingkungan yang menurut mereka menyenangkan. Setidaknya sebagian keragaman kultur dunia disebabkan oleh pola lokal distribusi tumbuhan dan hewan, sebab sumber daya yang tersedia secara lokal dan bagaimana sumber daya itu dimanfaatkan membentuk karakter suatu kelompok kultural tertentu. Beberapa spesies asing invasif menjadi bagian dari kultur lokal. Misalnya Aborigin (suku asli Australia) sekarang memburu beberapa mamalia yang menginvasi Australia (seperti kerbau, kelinci) dan mereka berargumentasi bahwa program pemerintah untuk mengendalikan spesies asing invasif itu dengan alasan melindungi flora dan fauna asli mempengaruhi sumber makanan penting bagi mereka. Mereka harus puas terpaksa kembali untuk berburu spesies lokal yang telah terancam punah. Penduduk Maori dari Selandia Baru mempunyai masalah yang sama. Misalnya beberapa kepala suku Maori beroposisi terhadap erdikasi tikus Pasifik (*Rattus exulans*) dari pulau lain, yang mengatakan bahwa tikus itu adalah “sesuatu yang sangat berharga” yang dibawa oleh nenek moyang mereka dalam proses migrasi (Veitch & Clout 2001). Sementara penduduk Maori Selandia Baru maupun Aborigin Australia tidak mempunyai perspektif tentang spesies asing invasif, mereka berpendapat sama tentang pemakaian racun untuk mengendalikan spesies asing invasif yang berpotensi meracuni sumber air, dan introduksi spesies asing untuk pengendalian biologi.

Beberapa ahli berpendapat bahwa manusia mempunyai kecenderungan minat dasar pada proses kehidupan, kondisi yang oleh Wilson (1984) disebut “*biophilia*”. Ini membawa banyak orang untuk menilai keragaman hayati bagi kepentingan sendiri, mungkin guna meningkatkan opsi untuk meningkatkan kesejahteraan fisik atau sosialnya. Satu manifestasi dari kecenderungan dasar ini adalah keperluan atau keinginan untuk mempunyai spesies lain, non-manusia, yang hidup dekat kita (Mack 2001; Staples 2001). Di Amerika Serikat, Cina, Eropa dan di mana-mana, perdagangan hewan piaraan yang laris yang menjawab keperluan manusia ini, sesungguhnya juga berisiko karena perlepasan yang disengaja atau tidak sengaja oleh yang punya hewan peliharaan itu (Genovesi & Bertolino 2001). Bahkan orang yang berprofesi sebagai pengelola sumber daya profesional pun seperti staf Taman Nasional Kruger di Afrika Selatan dapat menjadi resistan luar biasa terhadap ide membatasi penanaman tumbuhan hias yang berpotensi invasif (Foxcroft 2001). Jadi sebetulnya pilihan manusia, daripada karakter biologis manusia yang mempunyai kepentingan primer dalam menentukan apakah suatu spesies tumbuhan atau hewan secara sengaja diintroduksi.

13.3. Dimensi Manusia dari Konsekuensi Spesies Asing Invasif

Spesies asing invasif mempunyai banyak dampak negatif pada kepentingan ekonomi manusia. Gulma menurunkan produksi tanaman budidaya, meningkatkan biaya pengendalian, dan menurunkan suplai air dengan merusak daerah tangkapan air dan ekosistem perairan darat. Wisatawan tanpa sadar mengintroduksi tumbuhan invasif ke dalam taman nasional, di mana tumbuhan demikian ini mendegradasi ekosistem yang dilindungi, dan menguras biaya pengelolaan. Hama dan penyakit tanaman budidaya, ternak dan pohon hutan merusak atau mereduksi hasil dan meningkatkan biaya pengendalian hama. Pembuangan *ship ballast water* (air untuk pemberat kapal) mengintroduksi organisme air yang merugikan, meliputi penyakit, bakteri, virus pada ekosistem *marine* maupun perairan air tawar. Dengan demikian mendegradasi perikanan yang secara komersial sangat penting dan kesempatan rekreasi. Dan patogen yang menyebar cepat terus mematikan atau membuat invalid orang setiap tahun, dengan implikasi ekonomi dan sosial yang serius. Sementara ketidakpastian menggunung sangat besar tentang biaya ekonomi invasi, estimasi biaya ekonomi dari suatu invasi pada suatu sektor mengindikasikan keseriusan masalah invasi itu.

Beberapa data ini diambil terutama dari Perrings *et al.* (2000). Banyak estimasi ini masih menjadi kontroversi di antara para ahli ekonomi.

Globalisasi membawa serta serangkaian ancaman kesehatan baru, banyak di antaranya sebagai *subset* dari masalah spesies asing invasif. Virus adalah masalah utama, sebab virus ini sangat sukar dilawan; sementara vaksin virus seperti cacar, polio, dan demam kuning membuktikan secara efektif bahwa pengobatan tetap sangat elusif bahkan dengan investasi yang besar untuk mengobati AIDS sekalipun terbukti selama ini hanya efektif secara marginal saja. Bahkan lebih buruk lagi adalah perubahan global yang mempengaruhi banyak bagian dunia, diduga akan menunjang ekspansi sebaran banyak virus yang secara potensial sangat berbahaya bagi manusia. Ketika manusia menginvasi daerah liar yang sebelumnya tidak disentuh, mereka akan bersentuhan dengan berbagai virus dan bakteri atau mikroorganisme lain yang sangat beragam. Sementara sarana transportasi udara membawa mereka ke seluruh dunia sebelum simtomnya kelihatan atau dipahami. Agen penyakit infeksi sering dan secara tipikal adalah spesies invasif (Delfino & Simmons 2000). Tipe-tipe yang tidak umum, dari agen penyakit, baik didapat oleh manusia dari hewan peliharaan atau hewan liar, atau diimpor oleh wisatawan secara tidak sengaja, dapat memberikan dampak yang sangat menghancurkan pada populasi manusia. Patogen dapat mengurangi makanan lokal dan produksi ternak. Dengan begitu bisa menyebabkan kelaparan dan kematian dalam skala besar. Misalnya:

- Wabah pes (disebabkan oleh *Pasteurella pestis*) menyebar dari Asia Tengah melalui Afrika Utara, Eropa, dan Cina dengan vektor caplak pada spesies invasif tikus (*Rattus rattus*) yang berasal dari India.
- Virus pembawa cacar dan demam menyebar dari Eropa ke belahan bumi sebelah barat segera setelah kolonisasi orang Eropa. Rendahnya resistensi orang *indigenous* terhadap penyakit ini menyapu kerajaan Aztec dan Inca sehingga hilang dari muka bumi.
- Kelaparan kentang di Irlandia tahun 1840-an disebabkan oleh fungi (*Phytophthora infestans*) yang diintroduksi dari Amerika Utara yang menyerang kentang dengan dampak yang sangat menghancurkan pada kesehatan orang-orang lokal.

- Virus influenza A yang asalnya dari burung tetapi memperbanyak diri melalui babi yang dapat diinfeksi oleh banyak strain virus influenza burung yang kemudian bertindak sebagai sarana pencampur genetika yang menghasilkan strain virus dengan rekombinan DNA baru.
- Strain ini kemudian bisa menginfeksi manusia yang memelihara babi, yang kemudian menginfeksi manusia lain, terutama lewat tranport udara dengan sangat cepat.

Setidaknya beberapa spesies tumbuhan invasif dinilai sebagai ancaman kesehatan baik di daerah tropika maupun daerah beriklim sedang. Binggeli (2001) melaporkan bahwa dalam jumlah yang besar butir sari dari cemara (*Casuarina equisetifolia*) yang terbawa angin menyebabkan iritasi pernafasan. Di sekitar habitatnya *Schinus terebinthifolius* dan *Melaleuca quinquenervia* nampaknya menyebabkan gangguan pernafasan pada banyak orang, dan gesekan kulit dengan daun dan getah *Schinus terebinthifolius* menyebabkan bengkak memerah dan gatal.

Dinamika antara patogen invasif, kelakuan manusia, dan kemajuan ekonomi adalah rumit dan tergantung pada interaksi antara virulensi penyakit, populasi yang terinfeksi dan rentan, pola pemukiman manusia dan tingkat kemajuannya. Proyek-proyek kemajuan yang besar seperti program bendungan, skema irigasi, reklamasi lahan, konstruksi jalan dan pemukiman telah meningkatkan invasi penyakit seperti malaria, demam berdarah, *schistosomiasis* dan *trypanosomiasis*. Pembalakan hutan di daerah tropika untuk perluasan lahan pertanian telah membuka peluang baru menyebarkan lebih luas virus yang membawa demam hemoragi yang sebelumnya beredar hanya pada hewan liar yang tahan sebagai inangnya. Spesies invasif berkombinasi dengan variasi dalam curah hujan tahunan, suhu, kerapatan populasi manusia, mobilitas manusia dan pemakaian pestisida semuanya berkontribusi pada satu dimensi manusia dari spesies invasif yang sangat dalam: **ancaman pada kesehatan manusia**.

Komponen keragaman hayati yang terancam atau hilang sebagai akibat Spesies Asing Invasif/*Invasive Alien Species* adalah kehilangan kearifan, inovasi dan keterampilan lokal. Sejajar dengan itu kebiasaan umum pemanfaatan sumber daya alam menurut praktek kultur tradisional terhambat, atau dalam kasus yang lebih buruk terhenti sama sekali. Sebagai pengguna yang baik sekali dari sumber daya biologis lokal, komunitas indigenous dan lokal secara potensial adalah yang berkualitas paling baik untuk memonitor dampak spesies asing invasif pada

Tabel 15 Biaya beberapa spesies asing invasif secara indikatif (USD)

Spesies	Variabel ekonomi	Dampak Ekonomi	Daftar Acuan
Organisme penyakit terintroduksi	Biaya manusia, flora, fauna, kesehatan hewan di USA	\$41 milyar per tahun	Daszak <i>et al.</i> 2000
Suatu contoh tumbuhan atau hewan asing invasif	Biaya ekonomi kerugian di USA	\$137 milyar per tahun	Pimentel <i>et al.</i> 2000
Salt Cedar (<i>Tamarix</i> sp.)	Nilai kehilangan servis ekosistem di USA barat	\$7–16 milyar selama 55 tahun	Zavaleta 2000
Gulma <i>Centaurea</i> spp. dan <i>Euphorbia escula</i>	Dampak ekonomi di tiga negara bagian USA	\$40.5 juta per tahun biaya langsung dan \$89 juta biaya tidak langsung	Bangsund 1999; Hirsch & Leitch 1996
Kerang Zebras (<i>Dreissena polymorpha</i>)	Kerugian industri tumbuhan di Eropa dan USA	Biaya akumulatif 1989–2000 = \$750 juta – 1 milyar	National Aquatic Nuisances Clearinghouse 2000
Tumbuhan asing invasif yang sangat serius	Biaya pengendalian dengan herbisida 1983–1992 di UK	\$344 juta per tahun untuk 12 spesies	Williamson 1998
Enam spesies gulma	Biaya di agroekosistem Australia	\$105 juta per tahun	CSIRO 1997 dalam Watkinson, Freckleton & Dowling 2000
<i>Pinus</i> , <i>Hakea</i> , <i>Acacia</i> , dan <i>Acacia</i> dataran rendah	Biaya untuk mengembalikan kondisi unik	\$2 milyar	Turpie & Heydenrych 2000
Eceng gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>)	Biaya pada tujuh negara Afrika	\$20-50 juta per tahun	Joffe-Cook 1997 dalam Kasulo 2000
Kelinci (<i>Oryctolagus</i> sp.)	Biaya di Australia	\$373 juta per tahun (pertanian)	Wilson 1995, White & Newton-Cross 2000
Kutu <i>Varroa</i> sp.	Biaya ekonomi untuk usaha perlebahan di New Zealand	\$267-602 juta	GISP 2001
Keong emas (<i>Pomacea canaliculata</i>)	Dampak pada produksi padi di Filipina	\$28-45 juta per tahun	Naylor 1996

ekosistem lokal dan komponen-komponennya (Article 7 dari *the Convention on Biological Diversity*), untuk mengidentifikasi kapan spesies itu menjadi invasif, dan agar terlibat dalam program eradikasi dan mitigasi (Article 8h dari CBD). Tetapi ini tergantung pada kesadaran masalahnya. Di Cina, Vietnam, Malaysia, Thailand, Korea, dan Cambodia (sedikitnya), orang “mengharapkan keuntungan” dengan melepaskan binatang yang ditangkapnya, terutama burung, ikan, kura-kura. Tetapi satu studi di Taiwan menemukan bahwa 6% burung yang dilepas adalah asing, dan sebagian dari ikan dan kura-kura adalah spesies asing yang dipelihara yang dapat menjadi invasif (Severinghaus & Chi 1999). Jelas bahwa proses kultural dari “mengharapkan keuntungan” tidak meliputi secara sengaja dampak merugikan pada ekosistem lokal, tetapi terjadi terutama karena orang yang terkait tidak mempunyai konsep tentang IAS.

13.4. Dimensi Kemanusiaan Respons terhadap IAS

Buku ini mengungkap relatif sedikit tentang pengelolaan spesies asing invasif di lapang, dan membiarkan topik yang sangat penting ini pada tangan penyumbang lain pada GISP (GISP 2000). Tetapi secara umum, GISP mengadvokasikan 4 pendekatan pengelolaan utama: **pertama**, pastikan bahwa semua spesies asing yang akan diintroduksi diserahkan pada pertimbangan para ahli, mengikuti prinsip-prinsip kehati-hatian; **kedua**, tingkatkan dasar ilmiah untuk memprediksi spesies yang akan diintroduksi secara sengaja yang mana berpeluang menjadi invasif dan yang mana berpeluang memberi keuntungan; **ketiga**, tingkatkan pengendalian jalur masuk untuk introduksi yang tidak terencana (melalui *ship air ballast*, perdagangan internasional, materi paket dari kayu, dsb.); dan **keempat**, tingkatkan teknik pengelolaan untuk mengeradikasi atau mengendalikan spesies asing invasif begitu pencegahan gagal atau menjadi tidak praktis.

Masyarakat manusia nampaknya mempunyai kapasitas besar untuk berkontradiksi, misalnya inspeksi karantina, yang bertanggung jawab pada pemerintah yang sama yang mempromosikan globalisasi yang mengurangi kapasitas pemerintah memakai cara karantina yang efektif (Low 2001). Pemerintah mempunyai tanggung jawab untuk menyediakan peraturan bagi masyarakat, tetapi sistem ekonomi ortodoks saat ini berargumentasi bahwa perdagangan global akan lebih berkembang dengan meniadakan regulasi yang mungkin akan menjadi kendala perdagangan demikian ini, seperti misalnya

restriksi yang akan mencegah introduksi spesies yang berpotensi menjadi invasif. Kontradiksi-kontradiksi demikian ini membantu menggarisbawahi perbedaan kepentingan antara perdagangan dunia dan pengendalian IAS dan memberikan isu untuk dipertimbangkan dalam metode pengelolaan dan kerangka kerja legal saat ini.

Dimensi kemanusiaan adalah *variable* yang paling tidak dapat diprediksi pada setiap program pengelolaan untuk mengendalikan IAS. Reaser (2001) dan Mack (2001) berbicara sangat detail tentang faktor psikologis yang memotivasi orang untuk mengimpor atau memanfaatkan spesies asing yang kadang-kadang menjadi invasif, dan bagaimana pemahaman yang lebih menyeluruh faktor psikologis dapat memperlambat invasi lebih jauh dan mendorong pengendalian spesies invasif yang ada. Mereka mendemonstrasikan bahwa IAS adalah produk samping nilai, pilihan, dan kelakuan manusia dan menunjukkan bahwa fokus pada kepercayaan manusia dan *resultante* kelakuan mereka mungkin akan lebih efektif daripada memfokuskan hanya pada IAS saja sebagai masalah. Oleh karena itu pengelola sumber daya harus menghasilkan dukungan dan pemahaman publik untuk setiap program pengendalian sebelum proyek dimulai. Jadi “menyelami kepentingan sosial” dari aktivitas pengelolaan seperti melalui “Bekerja untuk program air” di Afrika Selatan (Noemdoe 2001), dapat mendukung intervensi pengelolaan yang efektif.

Argumentasi ekonomis mempunyai sumbangan besar pada program yang menangani masalah IAS (Perrings *et al.* 2000). Pengambil keputusan sering memakai argumentasi ekonomi agar lebih menakutkan daripada yang dipenuhi dengan kata-kata emosional dengan retorika etika, dan argumentasi *cost-benefit* berdasarkan ekonomi lebih menakutkan untuk mendukung program yang lebih kuat dalam menangani spesies invasif.

Walaupun penting untuk mengidentifikasi *cost-benefit* dari IAS, determinasi demikian ini tidak secara otomatis menentukan suatu keputusan kebijakan karena penentuan nilai selalu penuh dengan argumentasi politis dan isu tentang distribusi keuntungan akan selalu terkait dengannya. Lebih lanjut, besaran dari biaya kadang-kadang begitu tinggi sehingga menyebabkan aksi itu tidak dapat diterima secara politis. Bahkan walaupun ketika keuntungan berpeluang lebih besar; bagian dari masalah ini adalah bahwa keuntungan mungkin tersebar pada seluruh lapisan masyarakat selama suatu periode bertahun-tahun. Sedang biaya pengendalian

perlu dibayar sekarang oleh pembayar pajak. Nampaknya perbedaan kepentingan antar berbagai sektor dari masyarakat mengenai keuntungan dan kerugian dari IAS adalah fakta dari kehidupan modern yang tidak dapat dihindari. Perbedaan kepentingan demikian mungkin bisa dimediasi melalui identifikasi yang lebih intens dari keseluruhan biaya IAS. Akan tetapi nilai suatu spesies asing bagi setiap kelompok kepentingan akan berubah dengan waktu yang membuat rumit penentuan biaya dan keuntungan itu.

Sebaran biaya dan keuntungan sering lebih penting daripada ukurannya. Suatu ilustrasi yang bagus dari isu ini adalah ikan bader merah Nile (*Lates niloticus*). Ikan tersebut yang diintroduksi ke Danau Victoria dengan alasan ekonomi, telah menyebabkan kepunahan lusinan bahkan mungkin ratusan spesies ikan *cichlid* endemik di danau tersebut. Introduksi ini juga telah menyebabkan kerusakan hutan sekeliling danau, sebab kayu bakar sangat diperlukan untuk mengeringkan ikan bader merah Nile tersebut. Deforestasi ini pada gilirannya menyebabkan sedimentasi dan eutrofikasi yang menambah tekanan lebih besar lagi pada keberlanjutan produktivitas danau (yang juga diinvasi oleh eceng gondok *Eichhornia crassipes*). Sementara perikanan bader merah Nile di Danau Victoria menghasilkan uang sampai USD400 juta per tahun dalam bentuk hasil ekspor, relatif beberapa orang saja yang tinggal dekat danau yang memperoleh keuntungan ini. Bertan bader merah mencapai piring santap malam di Eropa, sementara malnutrisi kekurangan protein adalah masalah utama di sekitar danau (WRI 2000). Keuntungan ekonomi yang sangat besar mengalir ke beberapa orang dari IAS ini, tetapi tidak sedikit pun dari uang ini dipakai untuk mengelola biaya ekologi maupun ekonomi yang sangat besar yang menimpa para penduduk miskin atau pada ekosistem Danau Victoria. Ekonomi pasar terbukti lebih kuat daripada etika pembagian keuntungan yang adil.

Faktor kultural juga mempengaruhi perbedaan persepsi orang tentang manfaat dan kerugiannya. Luken and Thieret (1996), misalnya melaporkan dalam kurun waktu kurang dari seabad setelah introduksi disengaja semak lonisera (*Lonicera maackii*) ke Amerika Utara untuk meningkatkan habitat burung, berfungsi sebagai tanaman hias ketika ditanam di lansekap di situ, menstabilkan dan memperbaiki tanah, dan semak ini mapan di setidaknya 24 negara bagian di daerah timur Amerika Serikat. Sementara banyak pengelola sumber daya menilai tumbuhan ini adalah elemen yang tidak dikehendaki. Para penggemar tanaman

hias serta ahli hortikultura menganggap tanaman ini bermanfaat. Mirip dengan itu, para nelayan menilai penting secara kultural jenis/spesies ikan salmon asing (*Oncorhynchus* spp., *Salmo* spp.) di pegunungan Sierra Nevada, bagian barat Amerika, berlawanan dengan dampak negatif yang sangat kuat pada spesies katak lokal. Dan gulma John's Wort (*Hypericum perforatum*), yaitu gulma *noxious* dengan dampak yang sangat merugikan pada ternak di Amerika Utara, juga memperoleh popularitas dalam perdagangan herbal alami sebagai herbal *anti-depressant* dan ditanam secara legal sebagai tanaman budidaya pertanian di barat laut Amerika Serikat (Reichard 2001). Jadi “*noxious invasive*” bagi satu kelompok kultural adalah “sesuatu yang berharga” bagi kelompok lain.

Persepsi masyarakat lokal pada spesies yang diintroduksi mungkin berbeda dengan persepsi ahli konservasi. Ini akan mempengaruhi bagaimana mereka merespons. Misalnya, beberapa tahun terakhir ini, penduduk yang hidup di Pulau Pitcairn, tidak menganggap bahwa *Lantana camara* sebagai gulma penting, seperti para ahli konservasi selama ini, tetapi percaya bahwa belukar ini memperbaiki tanah. Sebaliknya mereka menganggap bahwa pohon jambu (*Syzygium jambos*) sebagai hama penting, bukan karena dampaknya pada flora dan fauna lokal, tetapi karena kemampuannya menyebar dan membentuk naungan yang rapat, sistem perakaran yang dangkal dan padat yang menyebabkan pemeliharaan halaman menjadi tugas yang berat. Jadi status gulma dari suatu spesies terkait dengan cara tumbuhan itu mempengaruhi aktivitas hari ke hari manusia dan akan berubah dengan waktu ketika masyarakat maju (Binggeli 2001).

Kata-kata yang dipakai oleh orang untuk mengartikulasikan konsep dan nilainya sering diterima begitu saja, padahal kerangka bahasannya mengandung banyak asumsi, nilai-nilai yang tidak dijelaskan, implikasi dan akibat yang perlu diteliti dengan kritis kalau orang ingin efektif dalam menyuarakan kepeduliannya terhadap IAS (Hattingh 2001). Pilihan kata yang dipakai untuk menggambarkan IAS sering memberikan implikasi konsep berlawanan seperti natif-asing, murni-terkontaminasi, tidak merugikan-merugikan, asli-terdegradasi, dan keanekaragaman-keseragaman. Ide-ide seperti integritas dan autentisitas ekologis terkait dengan nilai yang diimplikasikan oleh konsep berlawanan seperti itu dikerdilkan oleh kekuatan modern dari globalisasi, yang memakai seperangkat konsep berlawanan yang lebih dahsyat seperti kaya-miskin, bebas-terkendala, privat-umum, dan tersambung–tidak tersambung. Oleh karena globalisasi

cenderung mendukung homogenisasi, Hattingh (2001) berargumentasi bahwa ini tidak akan mampu menyediakan kerangka kerja yang cukup kuat yang dapat menyatukan atau menggolonggilkkan konsep dasar yang diperlukan untuk merespons masalah IAS, seperti keunikan, integritas ekosistem, dan keragaman hayati.

Beberapa metode pengendalian IAS mungkin membawa bencana kesehatan juga. Misalnya pestisida dapat membawa dampak pada manusia maupun ekosistem. Antara tahun 1975 dan 1985, hutan di Kanada yang menghadap ke Atlantik disemprot dengan insektisida Matacil untuk mengendalikan hama penggerek pucuk spruce (*Choristoneura fumiferana*). Pada akhir tahun 1990-an, ilmuwan perikanan dan ahli lingkungan mengaitkan penurunan stok ikan Salmon Atlantik (*Salmo salar*) di sungai Restigouche, New Brunswick, Kanada yang terjadi pada periode waktu itu dikaitkan dengan terpaparnya *smolt* pada nonylphenol yang dipakai sebagai pelarut (solvent) inert pada pestisida di atas (Fairchild *et al.* 1999).

Mengenali masalah IAS juga menuntun manusia untuk menghadapi sejumlah besar kerugian, yang dari segi psikologis amat mahal. Bagi manusia yang mempunyai ikatan rasa dengan tempat, yang terbangun sangat dalam sejak kanak-kanak, maka mereka mengetahui bahwa makhluk invasif menjadi bagian dari ekosistem mereka dan dapat menjadi pukulan psikis yang menyakitkan. Karena kemudian IAS menimbulkan spektrum bahwa:

- Apa yang kita lihat bukan apa yang kita pikirkan sebelumnya, seperti “natural”, alamiah.
- Apa yang kita sayangi ternyata tidak layak, seperti ia adalah “gulma” asing.
- Apa yang kita lindungi masih berisiko, seperti hampir setiap lahan yang dilindungi setelah bekerja keras untuk menciptakannya.
- Kita harus berjuang dengan imbalan yang lebih rumit daripada yang kita harapkan, seperti ketika pestisida adalah hal yang diperlukan?

Sekali antusiasme masyarakat untuk mengendalikan IAS telah muncul, itu harus disalurkan ke arah yang benar. Misalnya gulma *Ulex europaeus* yang menjadi invasif di padang rumput montana di Sri Lanka setelah introduksinya 150 tahun yang lalu. Belum lama ini beberapa lembaga masyarakat non-pemerintah meluncurkan program untuk mengeradikasi gulma tersebut. Akan tetapi beberapa spesies reptil dan amfibi endemik telah menemukan gulma tersebut sebagai habitat yang menyenangkan, memberikan makan dan perlindungan.

Ketika program eradikasi itu memusnahkan habitat ini seperti hanya semalam, spesies endemik itu terpaparkan pada predator oportunistik lokal seperti gagak (Marambe *et al.* 2001). Oleh karena itu program untuk mengeradikasi spesies invasif tumbuhan juga perlu untuk memikirkan restorasi fungsi ekologis dari spesies yang dieradikasi.

Lebih dari 40 konvensi, persetujuan dan panduan internasional telah diberlakukan untuk menangani masalah IAS, setidaknya sebagian dan lebih banyak lagi sedang dipersiapkan (Shine *et al.* 2000). Pemerintah telah menyatakan kepeduliannya pada masalah IAS terutama melalui Konvensi Keragaman Hayati (*Convention on Biological Diversity/CBD*), yang meminta semua pihak “untuk mencegah introduksi, mengendalikan atau mengeradikasi spesies asing yang mengancam ekosistem, habitat atau spesies (Article 8h). Tetapi dampak IAS yang makin besar pada ekonomi dan lingkungan global mengindikasikan bahwa instrumen internasional ini tidak cukup untuk mencegah dan melawan IAS secara efektif, dan sekaligus mengisyaratkan bahwa cara tambahan seperti protokol di bawah CBD sangat disarankan.

Pada tataran nasional mereka yang melawan eradikasi IAS dengan dasar etika kadang bersedia untuk adu argumentasi di pengadilan, di mana litigasi dapat sangat efektif. Tantangan ini meminta kerangka kerja legalitas yang dengan jelas mengakui pentingnya eradikasi IAS ketika mereka mengancam kepentingan masyarakat, dan pendidikan bagi hakim untuk memastikan bahwa mereka memahami isu yang mereka hadapi. Legislasi nasional dan bahkan regional juga perlu memahami jenis dimensi kemanusiaan yang sedikit disinggung dalam introduksi ini meliputi elemen seperti pertimbangan kepedulian pada etika, kesehatan manusia, perdagangan, kultural dan bahkan kewajiban internasional. Dimensi kemanusiaan adalah elemen penting dalam mencoba menentukan regulasi, disinsentif finansial dan penalti apa yang ada yang dapat diatur untuk menghalangi aktivitas dagang dan transportasi yang membawa risiko tinggi dan untuk menentukan tingkat disinsentif tertentu yang akan menghalangi invasi (Jenkins 2001). New Zealand mungkin negara yang mempunyai legislasi modern yang paling komprehensif sebagai undang-undang *Biosecurity* tahun 1993 yang telah menuntun pendekatan strategis pada tataran sub-nasional, melibatkan spesies invasif dan *Genetically Modified Organisms/GMO* (Warren 2001; Veitch & Clout 2001).

Dukungan politis jelas penting untuk mengimplementasikan kebijakan, perundangan, dan regulasi yang saling mendukung untuk menangani masalah IAS. Ini pada gilirannya juga tergantung pada dukungan masyarakat, yang sangat dipengaruhi oleh kualitas informasi yang disediakan untuk isu itu dan keefektifan dengan mana informasi itu ditransmisikan. Advokasi yang diperlukan untuk menakutkan masyarakat umum bahwa mengendalikan spesies invasif adalah bermanfaat. Misalnya, program di New Zealand untuk mengendalikan *brush-tailed possum* (*Trichosurus vulpecula*) yang disebut “Operation Forest Save” dan informasi promosi yang memperlihatkan pohon lokal yang sedang berbunga indah, dengan *possum* ganas yang menggemaskan terpampang juga di situ. Di Eropa, isu demikian direpresentasikan oleh “Save the Red Squirrels”, bukan “Kill the Grey Squirrels”. Dan di Queensland, Australia, burung kasuari (*Casuaris casuaris*) yang hampir punah dipakai sebagai “front”. Untuk mengendalikan babi lepas yang jadi liar, yang melibatkan kelompok masyarakat murni dalam program ini (Low 2001).

Dinas Taman Nasional di Amerika Serikat menghadapi resistensi luar biasa dari masyarakat dalam usaha untuk mengeradikasi kuda liar (*Equus asinus*) dari Konservasi Nasional Mojave, kambing gunung (*Oreamnos americanus*) dari Taman Nasional Olympic, dan domba (*Ovis aries*) dari Pulau Santa Cruz. Setidaknya sebagian dari resistensi timbul karena IAS ini adalah mamalia besar yang bagi kelompok masyarakat tertentu menilai IAS itu menarik, tetapi dampak ekologis dan ekonomis yang negatif itu dapat dipakai untuk mempengaruhi proses politik. Misalnya kemampuan merumput yang sangat besar pada vegetasi lokal oleh populasi kuda dan keledai yang lepas liar menyebabkan spesies semusim non-natif menggantikan rumput asli tahunan, dan negara harus mengeluarkan biaya sebanyak USD5 juta/tahun, karena kehilangan hijauan dari padang rumput, sehingga spesies mamalia asing invasif itu memakan hijauan seharga USD100/hewan/tahun. Para spesies asing invasif itu juga menghabiskan sumber makanan utama bagi domba lokal bertanduk (*Ovis canadensis*) dan burung pemakan biji sehingga menurunkan kelimpahan spesies asli ini (Pimentel *et al.* 2000). Dengan membuat masyarakat sadar akan dampak ekologis maupun ekonomis dari pemakan rumput bertubuh besar invasif ini, sikap masyarakat untuk operasi pengendalian mungkin akan berubah.

Hattingh (2001) berargumentasi bahwa komunitas ekologis ditentukan oleh manusia, dengan menarik garis yang membedakan antara ini “asli” dari itu “asing”. Garis demikian itu dibuat oleh cara manusia mempersepsikan perbedaan itu dan mengkomunikasikan persepsi itu melalui narasi atau cerita bahwa mereka mengatakan itu untuk merepresentasikan realitas. Ahli filsafat berpendapat bahwa perbedaan ini ada hanya sejauh manusia mengatakan deskripsi itu. Ahli biologi merespons bahwa suatu spesies yang diintroduksi oleh manusia pada suatu daratan berbeda dari di mana dia hidup biasanya adalah jelas non-natif.

Respons kebijakan tiga saringan yang dikembangkan oleh GISP untuk menghadapi IAS yang meliputi pencegahan, eradikasi, dan pengelolaan. Apabila dua pertama tidak berhasil, tergantung pada narasi tadi bahwa manusia mengembangkan konsep apakah definisi “natif” dan apakah definisi “asing” dan melibatkan konsep yang penuh dengan nilai perbedaan. Mungkin tantangan menghadapi IAS akan memunculkan pertanyaan fundamentals tentang ruang imajiner seluas mana kita mendefinisikan kemanusiaan dalam hubungan dengan alam semesta.

Kelompok pemangku kepentingan berbeda mungkin mempunyai posisi etika berbeda. Setidaknya beberapa kelompok penyayang binatang, misalnya berargumentasi bahwa hak dasar untuk hidup atau untuk ada, berada pada tingkat individu hewan, bukan hanya pada tingkat spesies secara keseluruhan, karena itu mereka menentang keras setiap usaha untuk mengendalikan mereka, apalagi untuk mengeradikasi seluruh populasi meskipun mereka adalah spesies asing invasif (walaupun sedikit saya yang melebarkan konsep ini sampai pada mikroorganisme patogen atau bahkan serangga). Advokasi hak binatang berpendapat bahwa alam akan menemukan solusinya sendiri pada situasi baru, dan bahwa setiap intervensi manusia adalah immoral sebab kita tidak punya hak untuk memilih satu spesies atau satu individu di atas lainnya (walaupun sebetulnya kita melakukan demikian ketika kita mengintroduksi spesies asing ke habitat baru). Opini masyarakat dapat dipengaruhi oleh kelompok penyayang binatang, yang pendapatnya harus dipertimbangkan secara hati-hati ketika mengevaluasi fisibilitas eradikasi suatu spesies invasif. Sayangnya kepedulian etika mereka tidak dapat dijawab dengan bukti ilmiah tentang ancaman konservasi, atau bahkan alasan ekonomi sekali pun.

Beberapa nilai yang secara etis diterima secara luas mempunyai ramifikasi yang tidak jelas dalam IAS. Misalnya, dunia kita telah makin terhubung baik dalam skala waktu maupun ruang, di mana individu mengharapkan kebebasan lebih besar dalam kelakuan mereka (Low 2001). Tetapi kelakuan mereka ketika memperkenalkan spesies asing mempunyai pengaruh yang signifikan, walaupun tidak terdefiniskan pada banyak orang lain, dan sebagian besar mereka ini tidak dikenal oleh mereka yang mempengaruhi kelakuannya. Etika kewajiban dan tanggung jawab tidak selalu dengan mudah dipahami dengan latar belakang etika kuno “kebebasan konsumen” yang menanam tumbuhan invasif atau memelihara hewan piaraan eksotik yang mungkin lepas dari pemeliharaan dan menjadi invasif.

Jadi isu IAS dapat dilihat akhirnya sebagai kepedulian etika. Kalau orang berusaha memaksimalkan kesejahteraan materialnya, atau bahkan keragaman spesies dengan mana mereka mengelilingi diri mereka, spesies invasif mungkin memang bagian dari respons rasional mereka. Tetapi ketika spesies asing itu menjadi invasif, mendestabilkan ekosistem dan menurunkan keragaman hayati, kemudian pengendalian lebih dapat diterima, bahkan respons yang diperlukan. Oleh karena invasi sering terkait dengan perimbangan atau perdagangan, penentuan biaya dan keuntungan menjadi sangat penting (walaupun di sini juga mempunyai komponen etika). Satu cara yang berguna untuk membangun dukungan politis adalah melalui perencanaan skenario, cara untuk mengembangkan cerita masa depan yang dapat diterima dan bermakna bagi pendengar yang dituju.

Dengan mempertimbangkan masa depan yang cerah, berdasarkan opsi yang tersedia bagi pengambil keputusan, skenario dapat memberikan jalan bagi para politisi dan pengambil keputusan lain untuk berhadapan dengan ketidakpastian yang selalu terikut dalam masalah spesies invasif (Chapman *et al.* 2001). Perencanaan skenario juga memberikan kemungkinan kepada perencana untuk berpikir lebih jauh dari model dan faktor biologis yang digagas untuk menghadapi kompleksitas luar biasa dari kreativitas manusia atau sistem yang didominasi oleh pikiran manusia. Skenario berkonsentrasi pada pencerahan dan pemahaman pengaruh kekuatan dalam skala besar yang mendorong masa depan kepada berbagai jurusan daripada detail dari masa depan itu.

Jadi konsep spesies asing invasif tidak murni tergantung pada kriteria tujuan ekologis, tetapi juga pada konsep manusia yang dipakai untuk mengidentifikasi

asal usul, autentisitas dan tanggung jawab. Hattingh (2001) beradvokasi, bahwa kita perlu suatu etika konsep tanggung jawab agar menjadi lebih sadar pada garis dominan alasan yang kita pakai dalam debat tentang IAS, yang meliputi cara mereka berfungsi, sejarah mereka, mekanisme melalui mana pendapat ini dibakukan sebagai yang dibenarkan dan melalui mana mereka telah diinstitutionalkan menjadi kebijakan praktis dan berkonsekuensi politis. Dia juga menyarankan agar kita terbuka terhadap narasi alternatif yang mungkin lebih efektif dalam mengartikulasikan kepedulian tentang IAS pada pembuat kebijakan dan masyarakat umum.

13.5. Kesimpulan

IAS mampu menginvasi habitat baru dan makin meluas distribusinya, dengan demikian merepresentasikan ancaman pada spesies lokal, kesehatan manusia, atau kepentingan ekonomi dan sosial lainnya. Satu dimensi kemanusiaan yang hebat adalah kenyataan bahwa suatu kesepakatan kuat dapat dibangun bahwa invasi tertentu merugikan, meliputi lebah pembunuh, eceng gondok, kudzu (*Pueraria lobata*), penggerek pucuk pinus (*spruce budworms*), berbagai patogen, dan gulma pertanian. Isu spesies asing invasif dapat membawa bersama kelompok pemangku kepentingan yang kalau tidak, akan saling berlawanan, seperti petani dan kelompok konservasi. Memasukkan dimensi manusia dapat menggeser fokus dari IAS kepada tindakan atau aksi manusia yang memfasilitasi penyebarannya atau mengelola pengendaliannya, dan berimplikasi bahwa memfokuskan secara langsung pada spesies invasif saja kelihatannya hanya menyembuhkan simtomnya.

Solusi yang lebih fundamental memerlukan penanganan alasan mendasar manusia tentang masalah IAS, motivasi ekonomi yang sering mendorong introduksi spesies asing. Terlihat jelas bahwa dimensi-dimensi itu terhubung satu dengan yang lain dan relevan dalam derajat yang berbeda di negara yang berbeda, atau dengan spesies invasif yang berbeda. Tetapi adanya begitu banyak dimensi kemanusiaan berimplikasi bahwa pendekatan ke pengelolaan perlu melibatkan banyak sektor dari masyarakat modern meliputi perdagangan, turisme, industri, kesehatan masyarakat, dan seterusnya. Menangani masalah itu akan memerlukan kolaborasi antara ahli ekologi, ahli geografi, ahli perencanaan pemanfaatan lahan, ahli ekonomi, ahli sosiologi, ahli psikologi dan lain-lain untuk menginvestigasi dimensi kemanusiaan dari invasi biologi.

Hubungan yang rumit antara globalisasi dan jalur invasi adalah mungkin dimensi kemanusiaan yang paling penting dari IAS dan harus menempati pikiran pembuat kebijakan untuk beberapa dekade mendatang (Carleton & Ruiz 2001). Globalisasi meningkatkan korporasi transnasional, pembiayaan internasional, dan pemasaran multimedia yang menggerus kekuatan politik dari sebagian besar pemerintah, memperlemah kemampuan mereka untuk meregulasi kelakuan ekonomi demi keuntungan masyarakat (Hattingh 2001). Satu implikasi penting adalah bahwa kepedulian IAS perlu diekspresikan dalam istilah ancaman terhadap dasar sumber daya sistem ekonomi global, yang diterjemahkan dalam angka moneter. Jadi banyak dari mereka yang peduli terhadap masalah IAS, berbalik pada ekonomi untuk berargumentasi tentang kasusnya.

Manusia dengan berbagai macam kelakuan, kekuatan dan kelemahan adalah dalam jantung permasalahan IAS, tetapi secara paradoks juga berada dalam jantung solusinya. Manusia dengan motivasi dasar untuk mempertahankan kehidupan, reproduksi, mungkin pemenuhan spiritual, dan desakan motivasi ekonomi, akan terdorong untuk memberikan kontribusi menangani masalah IAS, dengan cara-cara seperti:

- Membantu masyarakat mengidentifikasi dan memegang teguh nilai yang mempunyai kaitan langsung pada keperluan dasar dan secara ekologis bersahabat; dengan demikian akan memperoleh keuntungan dalam jangka panjang. Ini mungkin ikut mempromosikan konsep “komunitas”, meliputi spesies lokal, sebagai nilai yang dapat mengimbangi nilai ekonomi perdagangan global yang sangat kuat.
- Mengembangkan praktek konservasi dan etika yang menekankan kepada pentingnya ekosistem alam, misalnya mencermati perbedaan antara kondisi antroposentris, dan kondisi alam, menciptakan cara untuk memanfaatkan ekosistem tanpa kehilangan keragaman hayati dan memfasilitasi pergeseran nilai sosial untuk lebih menghargai alam.
- Mengidentifikasi peraturan-peraturan yang beroperasi dalam sistem nilai yang berlaku, tetapi juga mendorong tindakan konservasi (misalnya melalui insentif dan disinsentif ekonomi).
- Memastikan bahwa biaya pengendalian IAS di “internalisasikan”, dibayar oleh mereka yang diuntungkan dari introduksi yang disengaja dan mereka yang bertanggung jawab pada introduksi yang tidak sengaja.

- Mengaitkan kepedulian spesies asing invasif pada pemacu kemajuan yang memotivasi sebagian besar orang, dan secara praktis seluruh pemerintahan saat itu.
- Masukkan dimensi kemanusiaan dalam berbagai konvensi, persetujuan, dan panduan tentang IAS seperti yang dikembangkan di bawah Konvensi Keragaman Hayati.
- Ketika mengintroduksi spesies baru, penggunaan prosedur analisis risiko yang mempertimbangkan perubahan masa depan dalam pemanfaatannya dan mendemonstrasikan bahwa sepanjang pengetahuan yang ada, dampak merusak akan diminimalkan.

Kendala fundamental dalam mengubah cara orang berpikir tentang dan bertindak terhadap IAS adalah bahwa ternyata hanya beberapa orang saja dari setiap bagian dunia ini yang secara sadar berpikir bahwa mereka secara negatif telah dipengaruhi oleh IAS, secara langsung atau tidak langsung. Sementara GISP (*Global Invasive Species Programme*/Program Spesies Invasif Global) telah berhasil mengembangkan informasi teknis bagi pengelola sumber daya alam. Penyediaan informasi tentang IAS bagi masyarakat umum masih sedikit sekali, sehingga sedikit saja pemahaman mereka tentang spesies seperti apa yang invasif, apa dampaknya, dan apakah metode pengendaliannya yang sesuai. Dalam kondisi kekurangan informasi seperti itu respons yang tidak tepat akan bermunculan. Tetapi persepsi manusia disaring oleh media, ketersediaan informasi dan bahasa, dan semua itu dapat dipengaruhi untuk membatasi penyebaran IAS.

Mengejutkan bahwa beberapa lembaga yang seharusnya memahami lebih baik justru mempromosikan IAS di bawah bendera kemajuan. Misalnya lembaga bantuan kemajuan internasional sering tampak memilih untuk mengintroduksi spesies asing (terutama dari negara yang menyediakan dana bantuan), daripada mempromosikan spesies lokal (spesies natif). Bahkan agensi PBB, seperti FAO mempromosikan berbagai pohon, semak, rumput untuk makanan ternak dan kacang-kacangan/legum yang diketahui sangat invasif setidaknya di beberapa negara.

Pihak-pihak lain juga bersalah karena tidak peduli terhadap isu ini. Misalnya apabila masalah IAS ingin ditangani dengan sukses, mestinya lebih banyak organisasi konservasi lagi yang akan harus terlibat secara aktif. Mungkin mereka menghindari melakukan itu sebab mengadvokasikan eradikasi hewan atau

tumbuhan mungkin membingungkan setidaknya bagi beberapa pendukung dari masyarakat, terutama mereka yang menyamakan konservasi dengan hak kebinatangan. Ini masalah serius dengan binatang yang menggemaskan seperti tupai abu-abu Amerika (*Sciurus carolinensis*) yang invasif di Italia, terutama ketika media massa menyebutnya sebagai “*Chip and Dale*” seperti karakter komik Walt Disney (ironis memakai istilah non-natif bagi masalah non-natif sehingga masalah invasif menjadi dobel, bukan saja spesies asing invasif yang menimbulkan masalah, tetapi istilahnya pun asing dan invasif). Dalam hal demikian organisasi konservasi harus memberikan prioritas tinggi.

Bantuan mereka perlu didasarkan pada fondasi ilmiah yang lebih kuat. Walaupun telah dilakukan penelitian puluhan tahun, pengetahuan ilmiah tentang biologi, ekologi dan dimensi kemanusiaan dalam IAS masih belum lengkap. Dengan tidak lebih dari 20% dari seluruh spesies di dunia, walaupun dihitung hanya dari yang sudah dideskripsikan saja para ilmuwan tidak mampu memprediksi spesies yang mana yang mungkin akan menjadi invasif atau untuk menilai dampak akurat ekologi, sosial dan ekonomi seperti apa yang akan ditimbulkan. Dengan pengetahuan yang tidak lengkap, kita menanggung risiko konsekuensi yang tidak diduga setiap kali spesies invasif baru diintroduksi ke ekosistem baru. Dampak yang tidak diprediksi seperti lubang dalam lapisan ozon, pemanasan global, penyakit sapi gila, akumulasi pestisida, dampak hormon di lingkungan, dan sebagainya, adalah hasil dari produk dan prosedur yang sepertinya menguntungkan. Oleh karena itu beralasan untuk melakukan apa yang kita dapat lakukan untuk memastikan bahwa kita berbeda dalam menyikapi prinsip kehati-hatian, mengorbankan beberapa keuntungan ekonomi untuk usaha yang terkait langsung dengan dan membantu memastikan hari esok yang lebih sehat untuk seluruh masyarakat. Jadi kita harus mendukung penelitian untuk menilai risiko spesies asing invasif untuk menemukan cara efektif menghadapi risiko ini. Prioritas penelitian untuk dimensi kemanusiaan IAS meliputi:

- Mengidentifikasi perbedaan kepentingan mengenai keuntungan dan risiko introduksi, menilai secara substansial dari keuntungan dan risiko tersebut, dan menentukan distribusi seperti apa di antara sektor-sektor yang ada di masyarakat (Ewel *et al.* 1999).
- Mengidentifikasi penyebab yang mendasari pilihan manusia dalam hubungannya dengan IAS yang meliputi identifikasi bagaimana kepercayaan

orang tentang spesies invasif tertentu mempengaruhi tindakan mereka dalam hal mempromosikan atau membatasi penyebaran spesies tersebut.

- Memastikan apa yang diketahui secara ilmiah tentang keterikatan manusia pada spesies lain. Apakah “*biophilia*” ini adalah sifat/kelakuan dasar manusia? Apakah ini respons kondisional? Apakah ini akan meningkatkan lebih banyak spesies asing yang diimpor? Dapatkah sifat manusia yang berpangkal pada keterikatan pada spesies lain dimodifikasi dan dialihkan untuk kepentingan lain? Seandainya “ya” bagaimana caranya?
- Mengevaluasi organisme *indigenous* yang secara potensial bermanfaat daripada spesies *non-indigenous* (asing), dan dengan demikian menurunkan insentif introduksi.
- Menjelaskan interaksi antara media, masyarakat umum dan ilmuwan/ahli konservasi.
- Mengidentifikasi pandangan dari penduduk lokal dan kelompok kepentingan pada spesies asing invasif.
- Melaksanakan kajian model prediksi untuk memproyeksikan apa yang mungkin menjadi keluaran seandainya kita tidak bisa memperlambat atau menghentikan penyebaran IAS.

Dalam topik ini sebetulnya mencakup kajian untuk memperjelas elemen dasar ekonomi, sosial, psikologi, etika, dan politik tentang IAS. Tetapi tantangan begitu dahsyat dan nampak bahwa setiap elemen perlu dibahas tersendiri. Karena itu elemen dimensi kemanusiaan yang dikupas dalam menangani setiap masalah IAS meliputi:

- Pastikan bahwa mereka yang terpengaruh secara langsung oleh IAS terlibat dalam pengambilan keputusan tentang bagaimana mengelola masalah.
- Kembangkan program informasi yang memadai bagi masyarakat untuk setiap usaha, berikan porsi lebih banyak dalam kasus di mana masalah itu berpeluang menimbulkan kontroversi teknik (misalnya pemakaian pestisida).
- Lakukan analisis yang rinci tentang dimensi kemanusiaan, karena ini mempengaruhi para pemangku kepentingan, meliputi masyarakat umum dan pembuat kebijakan.
- Bangun hubungan antara pengelolaan IAS dan pembangunan, melalui keterlibatan sektor ekonomi seperti kesehatan, energi, pertanian (ketahanan pangan), kehutanan dan perikanan.

- Bangun dan implementasikan prinsip umum untuk panduan kebijakan yang secara eksplisit mempromosikan identitas dan nilai yang memotivasi dan mengarahkan masyarakat untuk meminimalkan penyebaran IAS.

Gould (1998) berargumentasi bahwa preferensi untuk spesies lokal memberi “satu proteksi pasti terhadap konsekuensi pembiaran mendasar ketika kita mengimpor spesies eksotik atau asing” sebab kita tidak pernah pasti tentang kelakuan spesies asing yang diimpor ke dalam lingkungan baru. Oleh karena itu kita harus melakukan segala hal yang mungkin untuk mencegah invasi yang tidak dikehendaki, melakukan evaluasi dengan hati-hati sebelum secara sengaja mengintroduksi spesies asing ke lingkungan baru, bangun kesadaran yang kuat dalam masyarakat tentang masalah IAS, memobilisasi organisasi konservasi untuk menangani masalah terkait, dan bangun suatu etika tanggung jawab di antara mereka yang terkait secara langsung dalam masalah IAS itu. Sistem perdagangan global membawa banyak keuntungan tetapi harus dikelola sedemikian rupa untuk meminimalkan setiap dampak yang merugikan dari IAS pada ekosistem, kesehatan manusia dan kepentingan ekonomi. Dimensi kemanusiaan adalah pusatnya dalam bekerja untuk mencapai itu.

Daftar Pustaka

- Alpert P. 2006 . The advantages and disadvantages of being introduced. *Biological Invasions* 8:1523–34.
- Akhtar N, Satyam A, Anand V, Verma KK, Khatri R, Sharma A. 2010. Disregulation of T_H type cytokines in the patients of *Parthenium* induced contact dermatitis. *Clin Chimica Acta* 411:2024–8.
- Anonimus. 1994. Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures. Annex1. World Trade Organization, Geneva (CH).
- Anonimus. 1995. International standards for phytosanitary measures. Section 1. Guidelines for Pest Risk Analysis (Draft Standard). FAO. Rome (IT).
- Andersen MC, Adams H, Hope B, Powell M. 2004. Risk assessment for invasive species. *Risk Analysis* 24:787–93.
- Austin MP, Grove RH, Fresco MF, Kiye PE. 1985 . Relative growth of six thistle species along a nutrient gradient with multispecies competition. *J Ecology* 73:667–84.
- Baker HG. 1965. The characteristics and modes of origin of weeds. In Baker HG, Stebbin GL (Eds). *The Genetics of Colonizing Species*. Academic Press, New York (US). pp. 147–72.
- Baker HG. 1974. The evolution of weeds. *Annual Review of Ecology & Systematics* 5:1–24.
- Baker HG, Stebbins GL. 1965. *The genetics of colonizing species*. Academic Press, New York (US).
- Bangsund DA, Leistriz FL, Leitch JA. 1999. Assessing economic impacts of biological control of weeds: The case of leafy spurge in the northern Great Plains of the United States. *J Environ Manage* 56:35–43.
- Barbour MG, Burks JH, Pitts WD, Gilliam FS, Schwartz MW. 1999. *Terrestrial plant ecology*. 3rd edition. Benjamin Cumming, California (US).
- Bertolino S, Genovesi P. 2003. Spread and attempted eradication of the grey squirrel (*Sciurus carolinensis*) in Italy, and consequences for the red squirrel (*Sciurus vulgaris*) in Eurasia. *Biol Conserv* 109:351–8.

- Binggeli. 2001. The human dimensions of invasive woody plants. The human dimensions of invasive woody plants. In McNeely JA. (Ed.). 2001. The Great Reshuffling: Human Dimensions of Invasive Alien Species. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge (UK). pp.145-59.
- Blumenthal DM. 2006. Interactions between resource availability and enemy release in plant invasion. *Ecology Letters* 9:887–95.
- Blossey B, Notzgold R. 1995. Evolution of increased competitive ability in invasive non-indigenous plants: a hypothesis. *J Ecology* 83:887–9.
- Bremner A, Park K. 2007. Public attitudes to the management of invasive non-native species in Scotland. *Biol Conserv* 139:306–14.
- Bright C. 1998. Life out of bounds: bioinvasion in a borderless world. W.W. Norton and Company, New York (US).
- Buckley YM, Bolker BM, Rees M. 2007. Disturbance, invasion and re-invasion: managing the weed-shaped hole in disturbed ecosystems. *Ecology Letters* 10:809–17.
- Burgiel S, Foote G, Orellana M, Perrau A. 2006. Invasive alien species and trade: integrating prevention measures and international trade rule. <http://www.cleanttrade.net>
- Burke MJW, Grime JP. 1996. An experimental study of plant community invasibility. *Ecology* 77:776–90.
- Callaway RM, Ridenour WM. 2004. Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2:436–43.
- Callaway RM, Thelen GC, Rodriguez A, Holben WE. 2004. Soil biota and exotic plant invasion. *Nature* 427:731–3.
- Carlton JT. 1996. Biological invasions and cryptogenic species. *Ecology* 77:1653–5.
- Carlton J, Ruiz G. 2000. The vectors of invasions by alien species. In: Preston G, Brown G, van Wyk E. (Eds.). Best management practices for preventing and controlling invasive alien species. The Working for Water Programme, Cape Town (ZA). pp.82–9.

- Catford JA, Jansson R, Nilsson C. 2009. Reducing redundancy in invasion ecology by integrating hypotheses into a single theoretical framework. *Diversity and Distributions* 15:22–40.
- Chapman RA, Le Maitre DC, Richardson DM. 2001. Scenario planning: understanding and managing biological invasions in South Africa, Division of Water, Environment and Forestry Technology, CSIR, Stellenbosch. In: McNeely JA. (Ed.). *The great reshuffling: human dimensions of invasive alien species*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge (UK). pp.195–208.
- Christensen R. 1997. *Log-linear models and logistic regression*. Springer, New York (US).
- Colautti R, Grigorovich I, MacIsaac H. 2006. Propagule pressure: a null model for biological invasions. *Biological Invasions* 8:1023–37.
- Crosby AW. 1986. *Ecological imperialism: the biological expansion of Europe, 900–1900*. Cambridge University Press (UK).
- Crawley MJ, Brown SL, Heard MS, Edwards GR. 1999. Invasion-resistance in experimental grassland communities: species richness or species identity? *Ecology Letters* 2:140–8.
- Crawley MJ, Harvey PH, Purvis A. 1996. Comparative ecology of the native and alien floras of the British Isles. *Philosophical Transactions. Biol Sci* 351:1251–9.
- Dalmazzone S. 2000. Economic factors affecting vulnerability to biological invasions. In: Perrings C, Williamson M, Dalmazzone S. (Eds.). *The Economics of Biological Invasions*. Edward Elgar, Cheltenham (UK). pp.17–30.
- Davis MA, Grime JP, Thompson K. 2000. Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *J Ecology* 88:528–34.
- Daehler CC. 2003. Performance comparisons of co-occurring native and alien invasive plants: implications for conservation and restoration. *Annual Review–Ecology, Evolution and Systematics* 34:183–211.
- Daehler CC, Denslow JS, Ansari S, Kuo H. 2004. A risk assessment system for screening out invasive pest plants from Hawaii and other Pacific Islands. *Conservation Biology* 18:360–8.

- DeFerrari CM, Naiman RJ. 1994. A multi-scale assessment of the occurrence of exotic plants on the Olympic Peninsula, Washington (US). *J Vegetation Sci* 5:247–58.
- Deng X, Ye WH, Yang QH, Cao HL. 2004. Gas exchange characteristics of the invasive species *Mikania micrantha* and its endogenous congener *M. cordata* (Asteraceae) in South China. *Bot Bull Acad Sinica* 45:213–20.
- Drake JA, Mooney HA, di Castri F, Groves RH, Kruger FJ, Rejmanek M, Williamson M (Eds.). 1989. *Biological invasions: a global perspective*. John Wiley, Chichester (UK).
- Downey PO, Johnson SB, Virtue JG, Williams PA. 2010. Assessing risk across the spectrum of weed management. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 5(38). <http://www.cabi.org/cabreviews>.
- Elton CS. 1958. *The ecology of invasions by plants and animals*. J. Wiley, New York (US).
- Emery SM, Gross KL. 2006. Dominant species identity regulates invasibility of old-field plant communities. *Oikos* 115:549–58.
- Enserink M. 1999. Biological invaders sweep in. *Science* 285:1834–6.
- Eppinga MB, Rietkerk M, Dekker SC, Ruiter PCD, Van der Putten WH. 2006. Accumulation of local pathogens: a new hypothesis to explain exotic plant invasions. *Oikos* 114:168–76.
- Ewel JJ *et al.* 1999. Deliberate introductions of species: research needs. *BioScience* 49(8):619–30.
- Fairchild WL, Swansburg EO, Arsenault JT, Brown SB. 1999. Does an association between pesticide use and subsequent declines in catch of Atlantic salmon represent a case of endocrine disruption? *Environmental Health Perspectives* 107:349–58.
- Foxcroft LC. 2001. A case study of human dimensions in invasion and control of alien plants in the personnel villages of Kruger National Park. In: McNeely JA. (Ed.). *The great reshuffling: human dimensions of invasive alien species*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge (UK). pp. 127–34.

- Gasso N, Basnou C, Vila M. 2010. Predicting plant invaders in the Mediterranean through a weed risk assessment system. *Biological Invasions* 12(3):463–76.
- GISP (Global Invasive Species Programme). 2000. A toolbox for managing Invasive Alien Species. GISP, Cambridge (UK).
- GISP (Global Invasive Species Programme). 2001. Global invasive alien species strategy. GISP, Cambridge (UK).
- Gordon DR, Fox AM, Onderdonk DA, Stocker RK, Gantz C. 2008. Predicting invasive plants in Florida using the Australian Weed Risk Assessment. *Invasive Plant Sci. Manag.* 1:178–95.
- Gould SJ. 1998. An evolutionary perspective on strengths, fallacies, and confusions in the concept of native plants. *Arnoldia* 58(1):3–10.
- Gunaseelan VN. 1987. *Parthenium* as an additive with cattle manure in biogas production. *Biol Wastes* 21:195–202.
- Hastings A. 1996. Models of spatial spread: is the theory complete? *Ecology* 77:1675–9.
- Hattingh J. 2001. Human dimensions of invasive alien species in philosophical perspective: towards an ethic of conceptual responsibility. In: McNeely JA. (Ed.). *The great reshuffling: human dimensions of invasive alien species*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge (UK). pp.183-94.
- Hazard WHL. 1988. Introducing crop, pasture and ornamental species into Australia—the risk of introducing new weeds. *Australian Plant Introduction Review* 19:19–36.
- Heger T. 2001. A model for interpreting the process of invasion: crucial situations favoring special characteristics of invasive species. In: Brundu G, Brock J, Camarda I, Child L, Wade M. (Eds). *Plant invasions: species ecology and ecosystem management*. pp. 3–10.
- Hobbs RJ, Humphries SE. 1995. An integrated approach to the ecology and management of plant invasions. *Biological Conservation* 9:761–70.
- Hood WG, Naiman RJ. 2000. Vulnerability of riparian zones to invasion by exotic vascular plants. *Plant Ecology* 148:105–14.
- Hoyt E. 1992. *Conserving the wild relatives of crops*. second edition. IBPGR, IUCN and WWF, Rome (IT).

- Hulme PE, Bacher S, Kenis M, Klotz S, Kühn I, Minchin D, Nentwig W, Olenin S, Panov V, Pergl J, Pysek P, Roques A, Sol D, Solarz W, Vilà M. 2008. Grasping at the routes of biological invasions: a framework for integrating pathways into policy. *J Applied Ecology* 45:403–14.
- Hulme PE, Brundu G, Camarda I, Dalias P, Lambdon P, Lloret F, Medail F, Moragues E, Suehs C, Traveset A, Troumbis A. 2007. Assessing the risks of alien plant invasions on Mediterranean islands. *Plant Invasions*. In: Tokarska-Guzik B, Brock JH, Brundu G, Child LE, Daehler C, Pyšek P (Ed.). Backhuys Publishers, Leiden (ND). pp. 39–58.
- Hulme PE. 2006. Beyond control: wider implications for the management of biological invasions. *J Applied Ecology* 43:835–47.
- Huston MA. 2004. Management strategies for plant invasions: manipulating productivity, disturbance, and competition. *Diversity and Distributions* 10:167–78.
- Jenkins PT. 2001. Who should pay? Economic dimensions of preventing harmful invasions through international trade and travel. In: McNeely JA. (Ed.). *The Great Reshuffling: Human Dimensions of Invasive Alien Species*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge (UK). pp. 79–85.
- Joshi J, Vrieling K. 2005. The enemy release and EICA hypothesis revisited: incorporating the fundamental difference between specialist and generalist herbivores. *Ecology Letters* 8:704–14.
- Kasulo V. 2000. The impact of invasive species in African lakes. In: Perrings C, Williamson M, Dalmazzone S. (Eds.). *The Economics of Biological Invasions*. Edward Elgar, Cheltenham (UK).
- Kairikko JK, Ruola J. 2005. *Valkohäntäpeura*. Suomen Metsästäjäliittory.
- Kato H, Hata K, Yamamoto H, Yoshioka T. 2006. Effectiveness of the weed risk assessment system for the Bonin Islands. In: Koike F, Clout MN, Kawamichi M, De Poorter M, Iwatsuki K. (Eds.). *Assessment and Control of Biological Invasion Risk*. Shoukadoh Book Sellers and IUCN. Kyoto (JP). pp. 65–72.
- Keane RM, Crawley MJ. 2002. Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends in Ecology and Evolution* 17:164–70.

- Lakshmi C, Srinivas CR. 2007. *Parthenium*: A wide angle view. Ind J Dermatol Venereol Leprol 73:296–306.
- Lau JA. 2008. Beyond the ecological: biological invasions alter natural selection on a native plant species. Ecology 89:1023–31.
- Levine JM, Adler PB, Yelenik SG. 2004. A meta-analysis of biotic resistance to exotic plant invasions. Ecology Letters 7:975–89.
- Levin SA. 1989. Analysis of risk for invasions and control programmes. In: Drake JA, Mooney HA, di Castri F, Groves RH, Kruger FJ, Rejmánek M, Williamson M. (Eds.). Biological invasions: a global perspective. John Wiley and Sons, Chichester (UK). pp.425–32.
- Lockwood JL, Cassey P, Blackburn T. 2005. The role of propagule pressure in explaining species invasions. Trends in Ecology and Evolution 20:223–8.
- Lonsdale WM. 1999. Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility. Ecology 80:1522–36.
- Low T. 2001. From ecology to politics: the human side of alien invasions. In: McNeely JA. (Ed.) The great reshuffling: Human dimensions of alien invasive species. IUCN, Gland, Switzerland. pp.35–41.
- Mack RN. 2001. Motivations and consequences of the human dispersal of plants. In: McNeely JA. (Ed.). The great reshuffling: Human dimensions of alien invasive species. IUCN, Gland, Switzerland. pp.23–34.
- Maishi AI, Ali PKS, Chaghtai SA, Khan G. 1998. A proving of *Parthenium hysterophorus*, L. Brit Homoeopath J. 87:17–21.
- Mankiw NG, Taylor MP. 2006. Economics. Thomson Learning, High Holborn House, London (UK).
- Marambe B, Bambaradeniya C, Pushpa DK, Pallewatta N. 2001. Human dimensions of invasive alien species in Sri Lanka In: McNeely JA. (Ed.) The great reshuffling: Human dimensions of alien invasive species. IUCN, Gland, Switzerland. pp.135–42.
- Mardiati Y. 2014. Physiological Character of *Merremia peltata* (L.) Merrill from Bukit Barisan Selatan National Park Lampung. Thesis. Institut Pertanian Bogor (ID).

- Martin PS, Klein RG. 1984. Quaternary extinctions: a prehistoric revolution. University of Arizona Press, Tucson, AZ (US).
- Master J. 2013. Negative impact of *Merremia peltata* (L.) Merrill invasion on plant diversity in Bukit Barisan Selatan National Park. Thesis. Institut Pertanian Bogor (ID).
- McNeely JA. 2001. The great reshuffling: human dimensions of invasive alien species. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge (UK).
- McNeely JA. 1999. The great reshuffling: how alien species help feed the global economy. In: Sandlund OT. *et al.* (Eds.). Invasive species and biodiversity management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (ND). pp.11–31.
- McNeely JA. 2005. Human dimensions of invasive alien species. In: Mooney HA. (Ed.) Invasive alien species: a new synthesis. Island Press, Washington, DC (US).
- McNeill WH. 1976. Plagues and peoples. Anchor Press, Garden City, NY (US).
- Meiners SJ, Cadenasso ML, Pickett STA. 2004. Beyond biodiversity: individualistic controls of invasion in a self-assembled community. Ecology Letters 7:121–6.
- Meyerson L, Mooney H. 2007. Invasive alien species in an era of globalization. Frontiers in Ecology and the Environment 5(4):199–208.
- Mooney HA, Hobbs RJ. 2000. Invasive species in a changing world. Island Press, Washington DC (US).
- Morin L, Reid AM, Sims-Chilton NM, Buckley YM, Dhileepan K, Hastwell GT, Nordblom TL, Raghu S. 2009. Review of approaches to evaluate the effectiveness of weed biological control agents. Biol Control 5:1–15.
- Narasimban TR, Murthy BSK, Harindramath N, Rao PVS. 1984. Characterization of a toxin from *Parthenium hysterophorus* and its mode of excretion in animals. J Biosci. 6:729–38.
- NARO. 2009. Invasive plant management training modules for Uganda: Report submitted to NARO under the UNEP/GEF Project: Removing Barriers to Invasive Plant management in Africa. NARO, Uganda.
- Naylor RL. 1996. Invasions in agriculture: assessing the cost of the golden apple snail in Asia. Ambio 25:443–8.

- Newton E. 1986. Arboreal riffraff or ultimate tree? Audubon 88(4):12–9.
- Panetta FD. 1993. A system for assessing proposed plant introductions for weed potential. Plant Protection Quarterly 8:10–4.
- Parker JD, Hay ME. 2005. Biotic resistance to plant invasions? Native herbivores prefer non-native plants. Ecology Letters 8:959–67.
- Pheloung PC, Williams PA, Halloy SR. 1999. A weed risk assessment model for use as a biosecurity tool evaluating plant introductions. J Environ Manage 57:239–51.
- Pimentel DA, Lach L, Zuniga R, Morrison D. 1999. Environmental and economic costs of non-indigenous species in the United States. Bioscience 50:53–65.
- Planty-Tabacchi AM, Tabacchi E, Naiman RJ, Deferrari C, Décamps H. 1996. Invasibility of species-rich communities in riparian zones. Conservation Biology 10:598–607.
- Ramos A, Rivero R, Victoria MC, Visozo A, Piloto J, Garcia A. 2001. Assessment of mutagenicity in *Parthenium hysterophorus* L. J Ethnopharmacol. 77:25–30.
- Reaser JK. 2001. Invasive alien species prevention and control: The art and science of managing people. In: McNeely JA. (Ed.). The great reshuffling: Human dimensions of alien invasive species. IUCN, Gland (CH).
- Reichard, Sarah H, White P. 2001. Horticultural introductions of invasive plant species: a North American perspective In: McNeely JA. (Ed.) The great reshuffling: Human dimensions of alien invasive species. IUCN, Gland (CH). pp.161–70.
- Rejmanek M. 1995. What makes a species invasive? In: Pysek P, Prach K, Rejmanek M, Wade PM. Plant Invasion. SPB Academic Publishing, The Hague (ND). pp.3–13.
- Rejmanek M. 1996. Species richness and resistance to invasions. In: Orians GH, Dirzo R, Cushman JH. (Eds.). Diversity and process in tropical forest ecosystems. Springer Verslag, Berlin (DE). pp.153–72.
- Rejmanek M. 1999. Invasive plant species and invulnerable ecosystems. In: Sandlund OT, Schei PJ, Vilken A (Eds.). Invasive species and biodiversity management. Kluwer, Dordrecht (ND). pp.79–102.

- Rejmanek M, Richardson DM. 1996. What attributes make some plant species more invasive? Ecology 77:1655–61.
- Rejmanek M. 2000. Invasive plants: approaches and predictions. Austral Ecology 25:497–506.
- Rejmanek M, Richardson DM, Barbour G, Crawley MJ, Hrusa GF, Moyle PB, Randall JM, Simberloff D, Williamson M. 2002. Biological invasions: politics and the discontinuity of ecological terminology. Bull Ecol Soc Am 83:131–3.
- Richardson DM, Pysek P. 2006. Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. Progress in Physical Geography 30:409–31.
- Richardson DM, Comlling RM, Le Maitre DC. 1990. Assessing the risk of invasive species in *Pinus* and *Banksia* in South African mountain fynbos. J Vegetation Science 1:629–42.
- Setiabudi, Tjitrosoedirdjo S, Tjitrosoedirdjo SS, Mawardi I, Bachri S. 2013. Invasion of *Acacia nilotica* into savannas inside Baluran National Park, East Java, Indonesia. In: Bakar B, Kurniadie D, Tjitrosoedirdjo S. (Eds). Proceeding of 24th Asian Pacific Weed Science Society Conference, 22-25 October 2013. Bandung, Indonesia. The role of weed science in supporting food security by 2020. Weed Science Society of Indonesia (ID). pp.144–50.
- Severinghaus LL, Chi L. 1999. Prayer animal release in Taiwan. Biological Conservation 89:301–4.
- Sharma VK, Sethuraman G, Bhat R. 2005. Evolution of clinical pattern of *Parthenium dermatitis*: a study of 74 cases. Contact Dermat 53:84–8.
- Sher AA, Hyatt LA. 1999. The disturbed resource-flux invasion matrix: a new framework for patterns of plant invasion. Biological Invasions V1:107–14.
- Shine C, Williams N, Gündling L. 2000. A guide to designing legal and institutional frameworks on alien invasive species. IUCN, Bonn (DE).
- Simberloff D, Holle BV. 1999. Positive interactions of nonindigenous species: invasional meltdown? Biological Invasions V1:21–32.

- Soerjani M. 1977. Weed management and weed science development in Indonesia. Proceedings of Sixth Asian Pacific Weed Science Conference , Jakarta, Indonesia, 11-17 July 1977. Vol. I:31 – 41.
- Staples GW. 2001. The understory of human dimensions in biological invasions. In: McNeely JA. (Ed.) The great reshuffling: Human dimensions of alien invasive species. IUCN, Gland (CH). pp.171–9.
- Sriramarao P, Prakash O, Metcalfe D, Subba Rao P. 1993. The use of murine polyclonal anti-idiotypic antibodies as surrogate allergens in the diagnosis of *Parthenium* hypersensitivity. J Allergy Clin Immunol 92:567–80.
- Thomas MB, Willis AJ. 1998. Biocontrol: risky but necessary? Tree 13(8):325–9.
- Tickner DP, Angold PG, Gurnell AM, Mountford JO. 2001. Riparian plant invasions: hydrogeomorphological control and ecological impacts. Progress in Physical Geography 25:22–52.
- Turpie J, Heydenrych B. 2000. Economic consequences of alien infestation of the Cape Floral Kingdom's Fynbos vegetation. In: Perrings C, Williamson M, Dalmazzone S. (Eds.). The economics of biological invasions. Elgar, Cheltenham (UK).
- Tjitrosoedirdjo *et al.* 2010. Allocating priorities to invasive plant species for their management in Indonesia. Jurnal & Tumbuhan Invasif Tropika 2(1):20–7.
- Tjitrosoedirdjo S, Setyawati T, Irianto R, Subiyakto A. 2011. The efficacy of triclopyr to control savanna weeds in Baluran National Park, East Java, Indonesia (In Indonesian). Baluran Buletin (ID). Januari-April. pp.25–35.
- Towers GHN, Subbha Rao PV. 1992. Impact of the pan-tropical weed, *Parthenium hysterophorus* L. on human affairs. In: Richardson RG (Ed.) Proceedings of the first international weed control congress. Weed Science Society of Victoria. Melbourne (AU). pp.134–8.
- Udvardy M. 1969. Dynamic zoogeography. Van Nostrand Reinhold, New York (US).
- United Nations Environment Program [UNEP]. 1992. Convention on biological diversity and annexes.

- Valery L, Fritz H, Lefeuvre Jean-C., Simberloff D. 2008. In search of a real definition of the biological invasion phenomenon itself. *Biol Invasions* 10:1345–50.
- van Steenis CGGJ. 2006. The mountain flora of Java. Brill Academic Publishers (NL). 90p.
- Veitch CR, Clout MN. 2001. Human dimensions in the management of invasive species in New Zealand. In: McNeely JA. (Ed.) *The great reshuffling: Human dimensions of alien invasive species*. IUCN, Gland (CH). pp.63–74.
- Virtue JG, Melland RL. 2003. The environmental weed risk of revegetation and forestry plants. DWLBC Report 2003/02. The Department of Water, Land and Biodiversity Conservation. www.dwlbc.sa.gov.au.
- Waage JK. 1991. Biodiversity as a resource for biological control. In: Hawksworth DL. (Ed.). *The biodiversity of microorganisms and invertebrates: Its role in sustainable agriculture*. CAB International, Oxford (UK). pp.149–63.
- Walton C, Parnell T. 1996. Weeds as quarantine pests. In: Shepared RCH (Ed.). *Proceedings Eleventh Australian Weeds Conference*. Frankston: Weed Science Society of Victoria. Melbourne (AU). pp.462–3.
- Warren P. 2001. Dealing with the human dimensions of invasive alien species within New Zealand's biosecurity system. In: McNeely JA. (Ed.) *The great reshuffling: Human dimensions of alien invasive species*. IUCN, Gland (CH). pp.105–12.
- Watkinson AR, Freckleton RP, Dowling PM. 2000. Weed invasion of Australian farming systems: from ecology to economics. In: Perrings C, Williamson M, Dalmazzone S. (Eds.). *The Economics of Biological Invasions*. Edward Elgar, Cheltenham (UK).
- Weber E, Gut D. 2004. Assessing the risk of potentially invasive plant species in central Europe. *J Nature Conservation* 12:171–9.
- White EM, Wilson JC, Clarke AR. 2006. Biotic indirect effects: a neglected concept in invasion biology. *Diversity and Distributions* 12:443–55.

- Williams PA. 2003. Proposed guidelines for weed-risk assessment in developing countries. In: Labrada R. (Ed.). Expert Consultation on Weed Risk Assessment. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy. Available from: URL: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/y5885e/y5885e00.pdf>
- Williamson M. 1998. Measuring the impact of plant invaders in Britain. In: Starfinger S, Edwards K, Kowarik I, Williamson M. (Eds.). Plant Invasions: Ecological Mechanisms and Human Responses. Leiden, Backhuys (ND). pp.57–70.
- Williamson M. 1996. Biological invasions. Chapman & Hall, London (UK).
- Williamson M, Fitter A. 1996. The varying success of invaders. Ecology 77:1661–66.
- Wilson JRU, Richardson DM, Rouget M, Proche S, Amis MA, Henderson L, Thuiller W. 2007. Residence time and potential range: crucial considerations in modelling plant invasions. Diversity and Distributions 13:11–22.
- Wilson EO. 1984. Biophilia. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts (US).
- Zavaleta E. 2000. Valuing ecosystem services lost to *Tamarix* invasion in the United States. In: Mooney HA, Hobbs RJ. (Eds.). Invasive Species in a Changing World. Island Press, Washington DC (US).
- Zuhri M, Mutaqie Z. 2013. The spread of non-native plant species collection of Cibodas Botanical Garden into Mount Gede Pangrango National Park. J Tropical Life Science 3(2):74–82.
- Yadav N, Saha P, Jabeen S, Kumara S, Kumara S, Verma SK, Raipat BS, Sinha MP. 2010. Effect of methanolic extract of *Parthenium hysterophorus* L. on haematological parameters in wistar albino rat. Bioscan 2:357–63.

Daftar Singkatan Istilah

2,4-D	: 2,4 Dichloro phenoxy acetic acid
ADL	: Analisis Dampak Lingkungan
AEC	: ASEAN Economy Community
CBD	: Convention on Biological Diversity
CITES	: Convention on the International Trade in Endangered Species
CLIMEX	: Climate and Population Modeling Software
DDTC	: Deteksi Dini dan Tindakan Cepat
DDTS	: Deteksi Dini dan Tindakan Segera
EIA	: Environmental Impact Assessments
GEF	: Global Environment Facility
GIS	: Geographic Information System
GISIN	: Global Invasive Species Information Network
GISP	: Global Invasive Species Programme
HEAR	: Hawaiian Ecosystems at Risk
HIGI	: Himpunan Ilmu Gulma Indonesia
HTI	: Hutan Tanaman Industri
IAA	: Indole Acetic Acid
IAS	: Invasive Alien Species
ICAO	: International Civil Aviation Organization
IMO	: International Maritime Organization
IPPC	: International Plant Protection Convention
IUCN	: International Union for Conservation of Nature
KEPKU	: Komunitas, Edukasi dan Program Kesadaran Publik
KRC	: Kebun Raya Cibodas
MEPC	: Maritime Environmental Protection Committee
MVP	: Minimum Viable Population
NKRI	: Negara Kesatuan Republik Indonesia
OPTK	: Organisme Pengganggu Tanaman Karantina
PERPRES	: Peraturan Presiden
PHT	: Pengendalian Hama Terpadu

PIER	:	Pacific Island Ecosystems at Risk
PRTI	:	Pengelolaan Risiko Tumbuhan Invasi
SAR (A)	:	Sistem Analisis Risiko Australia
SAR (I)	:	Sistem Analisis Risiko Indonesia
SAR TII	:	Sistem Analisis Risiko Tumbuhan Invasif Indonesia
SEAMEO	:	Southeast Asian Ministers of Education Organization
SEAMEO BIOTROP	:	SEAMEO Regional Centre for Tropical Biology
SPS	:	Sanitary and Phytosanitary
TKI	:	Tenaga Kerja Indonesia
TNC	:	The Nature Conservation
TNGGP	:	Taman Nasional Gunung Gede Pangrango
UNEP	:	United Nations Environment Programme
UN FAO	:	United Nations Food and Agricultural Organization
WHO	:	World Health Organization
WRA	:	Weed Risk Assessment
WSSA	:	Weed Science Society of America
WTO	:	World Trade Organization

TENTANG PENULIS



Soekisman Tjitrosoedirdjo

Soekisman Tjitrosoedirdjo, lahir di Klaten 18 Februari 1942, tamat SD Cawas dan SMP Santo Agustinus di Klaten dan SKMA di Malang. Menyelesaikan S1 di *University of Western Australia*, mendapatkan gelar BSc. Hon. (1972) dalam bidang Agronomi (Fisiologi Tumbuhan). Gelar MSc. (1976) dalam bidang Agronomi (*Weed Biology*) diperoleh dari *Faculty of Agriculture, University of the Philippines* dan Ph.D. dari *Faculty of Science and Technology, Kobe University, Japan*, 1991. Beliau adalah pensiunan staf pengajar Fisiologi Tumbuhan di Departemen Biologi, FMIPA, Institut Pertanian Bogor (IPB). Beliau juga mengajar di Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian IPB untuk mata ajaran Ilmu Gulma dan Tumbuhan Invasif dari tahun 1981 sampai dengan tahun 2007. Beliau masuk di *SEAMEO Regional Centre for Tropical Biology (SEAMEO BIOTROP)* tahun 1973 sebagai teknisi. Lalu tahun 1975 sebagai *Junior Scientist*. Tahun 1978 diangkat menjadi *Senior Scientist* dengan bidang penelitian Ilmu Gulma sampai sekarang. Tahun 1981 diangkat sebagai staf pengajar IPB di Fakultas Kehutanan, sebagai pengajar bidang ekologi. Tahun 1982 dimutasikan ke Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Departemen Biologi dan mengajar Fisiologi Tumbuhan dan Biologi Umum. Sedangkan di Fakultas Pascasarjana mengajar Ilmu Gulma, Ecophysiology dan Fisiologi Tumbuhan. Sesudah pensiun, beliau diangkat sebagai peneliti afiliasi di SEAMEO BIOTROP sampai sekarang. Penelitian yang dilakukan dalam bidang biologi, ekologi dan pengelolaan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), *Imperata cylindrica* dan gulma lain di perkebunan dan kehutanan, pengendalian hayati gulma, pengelolaan dan pengendalian gulma di beberapa taman nasional (Baluran, Bukit Duabelas, Bukit Barisan Selatan dan Gunung Gede Pangrango). Beliau banyak beraktivitas di HIGI (Himpunan Ilmu Gulma Indonesia) sebagai sekretaris HIGI (1977-1981); Ketua HIGI (2001-2003; 2003-2005) dan Presiden HIGI (2005-2011). Beliau adalah anggota APWSS (*Asian Pacific Weed Science Society*) dari tahun 1977-sekarang; *Executive Committee Member of APWSS* mewakili Indonesia (2000-2013). Beliau pernah menjadi anggota Komisi Perlindungan Tanaman Indonesia, Kementerian Pertanian (2003-2006); Anggota Komisi Pestisida Indonesia, Kementerian Pertanian (2000-sekarang); anggota Tim Silvikultur Intensif, Kementerian Kehutanan (2004-2007); Konsultan FORIS (*Removing Barrier of Invasive Species Management in Protection and Production Forest in Southeast Asia*) tahun

2001-sekarang. Beliau pernah menjadi *counterpart*/pendamping dalam kerja sama IPB-Australia Januari 1987 - Juli 1988 dan *counterpart*/pendamping dalam kerja sama STORMA (kerja sama penelitian IPB-UNTAD-Universitas Göttingen, Jerman) tahun 2000-2009. Beliau memperoleh “*Life-Time Achievement Award 2019*” dari APWSS di bulan September 2019, dalam acara 27th APWSS Conference 2019 yang diselenggarakan di Kuching, Sarawak, Malaysia (3-6 September 2019), atas dedikasi beliau dalam ilmu Gulma di Asia Pasifik.

Sri Sudarmiyati Tjitrosoedirdjo



Sri Sudarmiyati Tjitrosoedirdjo lahir di Yogyakarta, 28 Juni 1947. Beliau adalah pensiunan staf pengajar di Departemen Biologi, FMIPA, Institut Pertanian Bogor (IPB), dari tahun 1981 sampai dengan tahun 2012. Beliau adalah peneliti dalam bidang biologi dan ekologi gulma di *SEAMEO Regional Center of Tropical Biology* (SEAMEO BIOTROP) tahun 1974 sampai dengan tahun 2012.

Sesudah pensiun beliau berkarya sebagai peneliti afiliasi di SEAMEO BIOTROP sampai sekarang. Penelitian yang dilakukan adalah tentang suku Asteraceae dan Gesneriaceae di Sumatera, biologi gulma dan tumbuhan invasif. Gelar sarjana muda biologi (1972) dan sarjana biologi (1976) diperoleh dari Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada; Gelar M.Sc. Ekologi (1982) diperoleh dari *School of Plant Biology*, University Collage North Wales, U.K. dan Doktor dalam bidang biologi diraih dari Institut Pertanian Bogor. Kegiatan profesi yang dilakukan adalah sebagai kurator Herbarium SEAMEO BIOTROP (BIOT) 1990-sekarang. Tahun 2008, 2010, dan tahun 2011 beliau menjadi konsultan FAO untuk memperkuat sumber daya manusia di Badan Karantina Pertanian, Kementerian Pertanian. Beliau adalah *counterpart*/pendamping dalam kerja sama STORMA (Kerja sama penelitian IPB-UNTAD-Universitas Goettingen, Jerman) tahun 2000-2009 dan CRC990-Effort (Kerja sama penelitian IPB-UNJA-UNTAD-Universitas Goettingen, Jerman) 2012-sekarang. Beliau menjadi anggota HIGI (Himpunan Ilmu Gulma Indonesia) 1977 sampai sekarang, anggota PTTI (Perhimpunan Taksonomi Tumbuhan Indonesia) tahun 1987 sampai sekarang dan anggota APWSS (*Asian Pasific Weed Science Society*) tahun 1981 sampai sekarang.



Titiek Setyawati

Lahir di Blitar 29 September 1962 dan saat ini menjabat sebagai peneliti senior di bidang Ekologi Hutan dan Konservasi Biodiversitas pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Badan Penelitian, Pengembangan Inovasi, di bawah Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Gelar sarjana Kehutanan diperoleh dari Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor (IPB) tahun 1986; Gelar Master of Science bidang Kehutanan dari the Mississippi State University, USA dan PhD. diraih dari University of Melbourne, Australia. Berbagai pengalaman di bidang kehutanan, konservasi, biodiversitas dan lingkungan hidup didapatkan langsung dari pekerjaan. Setelah lulus dari IPB, beliau bekerja di PT Sarana Wana Nusa Consult (1986-1987); Alas Kusuma Group (1987-1989); PT Diamond Raya Timber sebagai *technical assistance* untuk sertifikasi hutan (1999-2001); Lembaga Ekolabel for SFM *certification and socialization*; CITES *Working Group for Endangered Plant Species*; ITTO-CIFOR Project (1998); Anggota Tim Revisi HCVF Toolkit 2003; UNDP-MoF *Project Preparation Grant on Strengthening Community-based Forest and Watershed Management/SCBFWM*; ITTO *Cendana and Ramin Project*, dan HCF *Full Assessment* untuk Semenanjung Kampar bekerja sama dengan Tropenbos-April Consortium; FAO *Forest and Drought Project (Assessing the roles of trees and forests in building community resilience against droughts in Indonesia)*; GTZ-ACB *Project on ASEAN Heritage Park Best Practices Assessment* (2014); *National Project Coordinator for FORIS project (Removing Barriers for Invasive Alien Species Management in Protection and Production Forest in South East Asia)* yang bekerja pada aspek pengelolaan jenis asing invasif di Indonesia, terutama jenis-jenis tumbuhan, mulai tahun 2012 hingga September 2016 (diperbantukan pada CABI). Memiliki sertifikat ISO 9001 – 2008 (IRCA-BSI) dan sertifikat Lead Auditor yang dikeluarkan oleh *Rain Forest Alliance Program*, dan telah melakukan audit lebih dari 30 kali di beberapa unit pengelolaan hutan *basic* di Indonesia maupun di luar negeri. Saat ini menjadi ketua tim aspek ekologi untuk *Standard Development Group Generic Indicator for Sustainable Forest Management* – skema FSC.



Konsep spesies asing invasif dikumandangkan dalam Earth Summit di Rio de Janeiro, tahun 1992, Brasil, pada ayat 8(h) yang berbunyi sebagai berikut: “*Each contracting party shall as far as possible and as appropriate prevent the introduction of, control eradicate or alien species that threaten the ecosystem, habitat or species.*” Spesies invasif meliputi hewan tumbuhan maupun mikroorganisme, tetapi dalam buku ini dibahas hanya spesies **tumbuhan invasif** saja. Konsep awal sifat “invasif” hanya dipakai untuk spesies asing (*non-native*), tetapi di Indonesia konsep invasif juga dipakai untuk spesies lokal (*native*). Pengalaman di Indonesia yang biodiversitas tumbuhannya sangat tinggi, tumbuhan lokal (*native*), juga bisa menjadi invasif (misalnya Alang-alang (*Imperata cylindrica*), mantangan (*Merremia peltata*)), yaitu ketika lingkungan mereka mengalami kerusakan hebat di luar kemampuan lingkungan itu untuk kembali (penebangan hutan berlebihan). Invasi tumbuhan ini baik oleh tumbuhan yang asing maupun lokal berakibat pada penurunan biodiversitas dan akan memerlukan usaha yang sama untuk merestorasi, misalnya dengan menanam kembali spesies lokal yang terlanjur punah (punah lokal) atau terancam punah. Spesies tumbuhan invasif didefinisikan sebagai tumbuhan yang tumbuh dan berkembang di luar ekosistem aslinya dan mengancam integritas ekosistem baru di mana spesies ini tumbuh. Kerusakan ekosistem karena invasi hanya kalah dari kerusakan yang disebabkan oleh kerusakan habitat. Proses invasi berjalan bertingkat. Tingkat di atasnya hanya dapat dicapai kalau dapat mengatasi tingkat sebelumnya. Ada 6 tingkat dalam proses invasi tumbuhan, yaitu transportasi, introduksi, kolonisasi, naturalisasi, penyebaran dan memberikan dampak negatif. Pengelolaan didasarkan pada tingkat invasi ini, ketika tumbuhan invasif itu belum masuk ke kawasan Indonesia misalnya, maka pengelolaannya adalah pencegahan melalui saringan jalur masuk, baik masuk yang sengaja maupun tidak sengaja dengan karantina. Metode ini adalah yang terbaik karena pencegahan lebih baik daripada pengobatan. Selanjutnya apabila tumbuhan invasif lolos dari saringan karantina atau usaha pencegahan lain, maka harus ada usaha deteksi dini dan tindakan cepat untuk eradikasi. Ketika usaha ini pun gagal dan tumbuhan invasif terus berbiak dan berkembang maka tumbuhan demikian harus dicegah penyebarannya atau dikendalikan. Eradikasi hanyalah tujuan tengahan, tujuan akhirnya adalah restorasi.

A. Satiri

Cestrum aurantiacum Lindl.

ISBN 978-979-6275-50-0

