MODUL PROGRAM KEAHLIAN GANDA

MATA PELAJARAN PENGENDALIAN HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN PERKEBUNAN

SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)
KELOMPOK KOMPETENSI G

PAKET KEAHLIAN AGRIBISNIS TANAMAN PERKEBUNAN

Penulis

Ir. ETTY EKAWATI, MP

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017

MODUL PROGRAM KEAHLIAN GANDA

MATA PELAJARAN PENGENDALIAN HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN PERKEBUNAN

SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK) KELOMPOK KOMPETENSI G

PAKET KEAHLIAN AGRIBISNIS TANAMAN PERKEBUNAN

Penulis: Ir. ETTY EKAWATI, MP

Penelaah:

Ilustrator: .....

Copyright @ 2017

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan bidang Pertanian, Direktorat Guru dan Tenaga Kependidikan

Hak cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengcopy sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

KATA PENGANTAR

Profesi guru dan tenaga kependidikan harus dihargai dan dikembangkan sebagai profesi yang bermartabat sebagaimana diamanatkan Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Hal ini dikarenakan guru dan tenaga kependidikan merupakan tenaga profesional yang mempunyai fungsi, peran, dan kedudukan yang sangat penting dalam mencapai visi pendidikan 2025 yaitu "Menciptakan Insan Indonesia Cerdas dan Kompetitif". Untuk itu guru dan tenaga kependidikan yang profesional wajib melakukan pengembangan keprofesian berkelanjutan.

Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan PKB baik secara mandiri maupun kelompok. Penyusunan Modul Diklat Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Bagi Guru dan Tenaga Kependidikan ini merupakan petunjuk bagi penyelenggara pelatihan di dalam melaksanakan pengembangan diklat.

Pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi secara maksimal dalam mewujudkan modul ini, mudah-mudahan modul ini dapat menjadi acuan dan sumber informasi bagi guru dan tenaga kependidikan.

Modul ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terimakasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan hasil yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI ii

DAFTAR GAMBAR iii

PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang 1

B. Tujuan 2

C. Peta Kompetensi 2

D. Ruang Lingkup 4

E. Saran dan Cara Penggunaan Modul 4

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1. PENGENDALIAN HAMA TANAMAN PERKEBUNAN 6

A. Tujuan 6

B. Indikator Pencapaian Kompetensi 6

C. Uraian Materi..... 6

D. Aktifitas Pembelajaran 29

E. Latihan/Kasus/Tugas 34

F. Rangkuman 34

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut..... 35

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2. PENGENDALIAN PENYAKIT TANAMAN PERKEBUNAN 36

A. Tujuan 36

B. Indikator Pencapaian Kompetensi 36

C. Uraian Materi..... 36

D. Aktifitas Pembelajaran 68

E. Latihan/Kasus/Tugas 72

F. Rangkuman 73

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut..... 74

H. Kunci Jawaban Latihan Soal 74
EVALUASI 82
PENUTUP 100
DAFTAR PUSTAKA 101
GLOSARIUM 102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.Morfologi ulat..... 10
Gambar 2. Contoh serangga hama pada tanaman..... 16
Gambar 3. Contoh serangga hama pada buah kakao..... 17
Gambar 4. Petak sampel tanaman berbentuk diagonal..... 18
Gambar 5. Petak sampel tanaman berbentuk huruf U..... 18
Gambar 6. Bentuk kerusakan tanaman akibat hama 23
Gambar 7. Gejolak populasihama dan letak aras luka ekonomi, ambang ekonomi dan aras keseimbangan umum pada keadaan normal..... 27
Gambar 8. Siklus hidup ulat Bombyx mori..... 35
Gambar 9. Pengaruh suhu tinggi terhadap mortalitas kumbang bersayap keras Coleoptera; Scolyptidae 43
Gambar 10. Skema sederhana hubungan timbal balik antara seragga hama dengan faktor lingkungannya..... 61
Gambar 11. Miselia jamur bersekat dan tanpa sekat..... 87
Gambar 12. Piknidia pada penyakit cacar daun cengkeh..... 88
Gambar 13. Gejala hyperplasia 89
Gambar 14. Gejala perubahan warna daun..... 90
Gambar 15. Gejala nekrose..... 90
Gambar 16. Gejala penyakit layu..... 91
Gambar 17. Penyakit jamur akar putih (JAP) pada tanaman karet..... 93
Gambar 18. Penyakit jamur akar merah pada tanaman karet 94
Gambar 19. Penyakit kanker garis pada bidang (a)sadap karet (b) jamur *Phytophtora palmivora* 96
Gambar 20. Penyakit mouldi rotpada bidang sadap karet oleh *Ceratrocysistis Fimbriata*..... .98
Gambar 21. Penyakit Jamur Upas pada batang atau cabang tanaman karet oleh *Corticium salmonocolor*.....99

Gambar 22. Fusarium penyebab penyakit lapuk cabang/batangpada tanaman karet..... 101
Gambar 23. Penyakit gugur daun pada tanaman karet..... 102
Gambar 24. Penyakit busuk pangkal batang dangejala serangannya. 106
Gambar 25. Penyakit garis kuning pada daun kelapa sawit..... 108
Gambar 26.Penyakit busuk tandan buah kelapa sawit 109
Gambar 27. Penyakit busuk buah pada tanaman kakao 110
Gambar 28. Penyakit kanker batang pada tanaman kakao 112
Gambar 29. Penyakit antraknose-colletotrichum pada kakao 113
Gambar 30.Penyakit Vascular Streak Dieback pada kakao..... 114
Gambar 31. Penyakit busuk buah kakao disebabkan..... 118
Gambar 32. Penyakit kanker batang kakaodisebabkan *phytophthora palmivora*..... 118
Gambar 33. Bercak daun tanaman Jahe disebabkan Bakteri *Ralstonia Solanacearum*..... 123
Gambar 34. Penyebab penyakit virus pada nilam (a) gejala mosaik (b) gejala nekrotik 124
Gambar 35. Mikroskop cahaya dan bagian-bagiannya..... 129
Gambar 36. Penggunaan mikroskop 133

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tipe Mulut Serangga Hama dan Bentuk Kerusakan pada Tanaman 20
Tabel 2. Keperidian beberapa spesies serangga 34
Tabel 3. Jumlah keturunan secara hipotesis yang diproduksi selama 5 generasi oleh spesies serangga dengan keperidian 100 butir telur 36
Tabel 4. Pengaruh gabungan antara suhu dan kelembaban udara relatif terhadap aktivitas kumbang penggerek buah kapas(*Cotton-boll weevil*) (*Bureau of Entomology and Plant Quarantine, USDA*.....48
Tabel 5. Katagori Volume Semprot 73
Tabel 6. Jenis penyakit dan gejala kerusakan tanaman 104
Tabel 7. Bagian Mikroskop dan Fungsinya 129

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Profesi guru dan tenaga kependidikan harus dikembangkan sebagai profesi yang bermartabat sebagaimana diamanatkan Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Hal ini dikarenakan guru dan tenaga kependidikan merupakan tenaga profesional yang mempunyai fungsi, peran, dan kedudukan yang sangat penting dalam mencapai visi pendidikan 2025 yaitu Menciptakan Insan Indonesia Cerdas dan Kompetitif. Untuk itu guru dan tenaga kependidikan yang profesional wajib melakukan pengembangan keprofesian berkelanjutan.

Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan kegiatan pengembangan keprofesian secara berkelanjutan agar dapat melaksanakan tugas profesionalnya. Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) adalah pengembangan kompetensi Guru dan Tenaga Kependidikan yang dilaksanakan sesuai kebutuhan, bertahap, dan berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalitasnya.

Pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai salah satu strategi pembinaan guru dan tenaga kependidikan diharapkan dapat menjamin guru dan tenaga kependidikan mampu secara terus menerus memelihara, meningkatkan, dan mengembangkan kompetensi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pelaksanaan kegiatan PKB akan mengurangi kesenjangan antara kompetensi yang dimiliki guru dan tenaga kependidikan dengan tuntutan profesional yang dipersyaratkan. Salah satu kegiatan PKB adalah pelaksanaan diklat bagi guru dan tenaga kependidikan.

Penyusunan modul guru pembelajar ini merupakan acuan bagi penyelenggara pendidikan dan pelatihan dalam mengembangkan pelatihan yang diperlukan

guru. Modul guru pembelajar dengan judul Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Perkebunan ini disusun mengacu kepada:

1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional
2. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 74 Tahun 2008 tentang Guru
4. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 16 tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru.

B. Tujuan

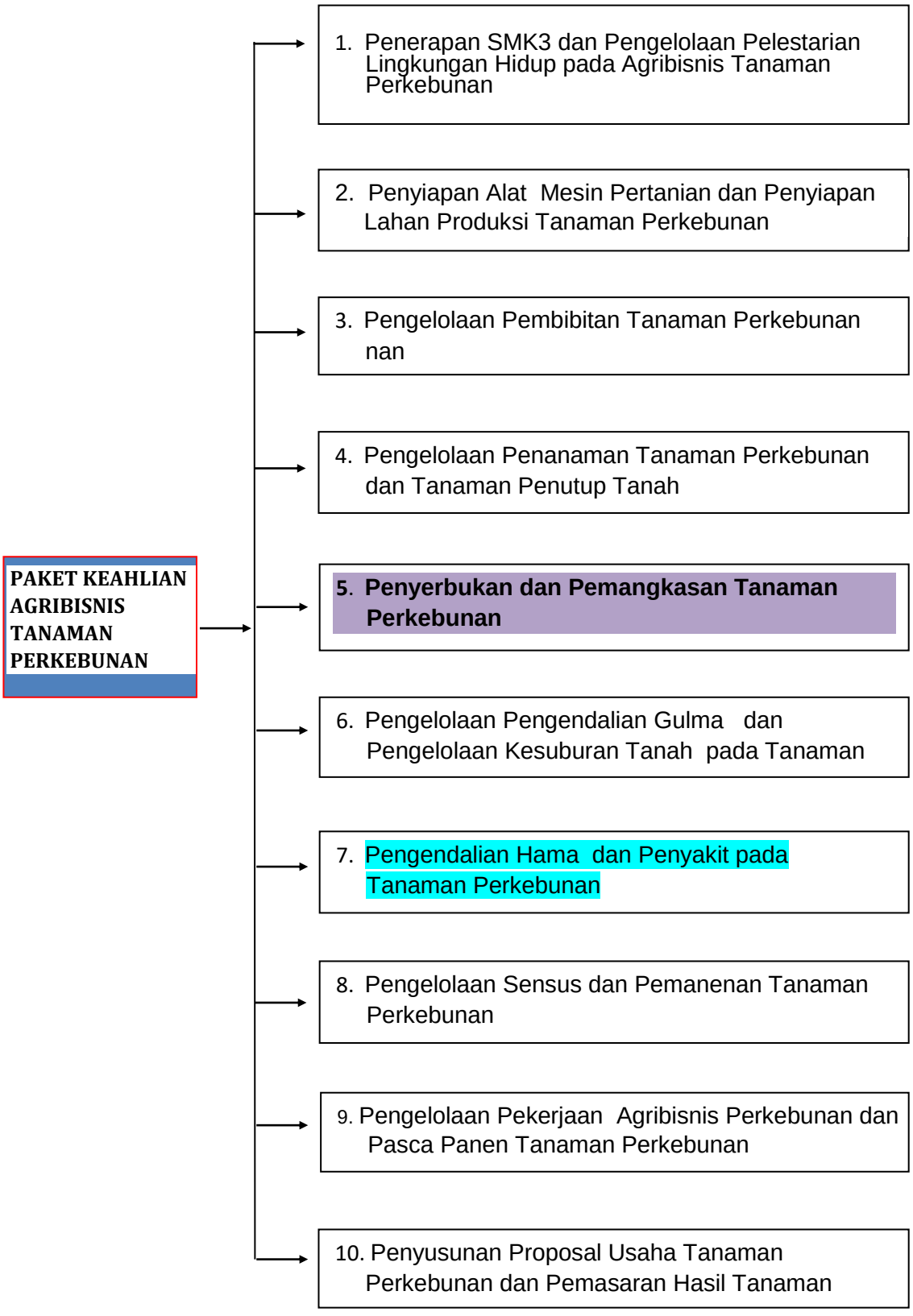
Tujuan disusunnya modul guru pembelajar Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Perkebunan adalah memberikan pemahaman bagi guru tentang konsep dasar, tahapan kegiatan dan pengembangan tanaman perkebunan. Secara khusus tujuan penyusunan modul ini adalah:

1. Peserta diklat mampu melakukan pengendalian hama tanaman perkebunan sesuai dengan prosedur yang berlaku apabila disediakan alat dan bahan serta referensi
2. Peserta diklat mampu melakukan pengendalian penyakit tanaman perkebunan sesuai dengan prosedur yang berlaku apabila disediakan alat dan bahan serta referensi.

C. Peta Kompetensi

Modul ini menyajikan sebagian kecil dari Paket Keahlian Agribisnis Tanaman Perkebunan yang diacu dari Standar Kompetensi Guru (SKG) yang terdiri dari 10 Kompetensi Dasar/mata pelajaran, yaitu:

1. Penerapan SMK3 dan Pengelolaan Pelestarian Lingkungan Hidup pada Agribisnis Tanaman Perkebunan
2. Penyiapan Alat Mesin Pertanian dan Penyiapan Lahan Produksi Tanaman Perkebunan
3. Pengelolaan Pembibitan Tanaman Perkebunan
4. Pengelolaan Penanaman Tanaman Perkebunan dan Tanaman Penutup Tanah
5. Penyerbukan dan Pemangkasan Tanaman Perkebunan
6. Pengelolaan Pengendalian Gulma dan Pengelolaan Kesuburan Tanah pada Tanaman Perkebunan
7. Pengendalian Hama dan Penyakit pada Tanaman Perkebunan
8. Pengelolaan Sensus dan Pemanenan Tanaman Perkebunan
9. Pengelolaan Pekerjaan Agribisnis Perkebunan dan Pasca Panen Tanaman Perkebunan
10. Penyusunan Proposal Usaha Tanaman Perkebunan dan Pemasaran Hasil Tanaman Perkebunan


PAKET KEAHLIAN AGRIBISNIS TANAMAN PERKEBUNAN
1. Penerapan SMK3 dan Pengelolaan Pelestarian Lingkungan Hidup pada Agribisnis Tanaman Perkebunan
2. Penyiapan Alat Mesin Pertanian dan Penyiapan Lahan Produksi Tanaman Perkebunan
3. Pengelolaan Pembibitan Tanaman Perkebunan nan
4. Pengelolaan Penanaman Tanaman Perkebunan dan Tanaman Penutup Tanah
5. Penyerbukan dan Pemangkasan Tanaman Perkebunan
6. Pengelolaan Pengendalian Gulma dan Pengelolaan Kesuburan Tanah pada Tanaman
7. Pengendalian Hama dan Penyakit pada Tanaman Perkebunan
8. Pengelolaan Sensus dan Pemanenan Tanaman Perkebunan
9. Pengelolaan Pekerjaan Agribisnis Perkebunan dan Pasca Panen Tanaman Perkebunan
10. Penyusunan Proposal Usaha Tanaman Perkebunan dan Pemasaran Hasil Tanaman

D. Ruang Lingkup

Modul ini membahas tentang:

1. Penerapan SMK3 dan Pengelolaan Pelestarian Lingkungan Hidup pada Agribisnis Tanaman Perkebunan
2. Penyiapan Alat Mesin Pertanian dan Penyiapan Lahan Produksi Tanaman Perkebunan
3. Pengelolaan Pembibitan Tanaman Perkebunan
4. Pengelolaan Penanaman Tanaman Perkebunan dan Tanaman Penutup Tanah
5. Penyerbukan dan Pemangkasan Tanaman Perkebunan
6. Pengelolaan Pengendalian Gulma dan Pengelolaan Kesuburan Tanah pada Tanaman Perkebunan
7. Pengendalian Hama dan Penyakit pada Tanaman Perkebunan
8. Pengelolaan Sensus dan Pemanenan Tanaman Perkebunan
9. Pengelolaan Pekerjaan Agribisnis Perkebunan dan Pasca Panen Tanaman Perkebunan
10. Penyusunan Proposal Usaha Tanaman Perkebunan dan Pemasaran Hasil Tanaman Perkebunan

Selain mempelajari teori, peserta diklat diberikan kegiatan observasi, diskusi, dan praktik. Setiap pokok bahasan modul ini diikuti dengan lembar kerja dan lembar evaluasi untuk lebih menunjang penguasaan aspek pengetahuan dan keterampilan peserta diklat.

E. Saran dan Cara Penggunaan Modul

Penjelasan bagi peserta diklat dalam memperoleh layanan pembelajaran dengan modul ini antara lain:

1. Langkah-langkah belajar yang ditempuh

   Peserta diklat memperoleh penjelasan ruang lingkup materi, kriteria keberhasilan penguasaan kompetensi, dan strategi pembelajaran yang akan dilaksanakan.

2. Penguasaan konsep

   Peserta diklat melaksanakan tugas yang diberikan fasilitator untuk mempelajari modul secara mandiri diluar jam tatap muka.

3. Pengenalan fakta

   Peserta diklat memperoleh arahan untuk melakukan observasi pengenalan fakta di masyarakat. Melalui pengenalan fakta ini diharapkan dapat mengetahui sikap apa yang dapat dipelajari dari aktivitas masyarakat dalam rangka memperkaya konsep yang sedang dipelajari, atau bagaimana menggunakan konsep yang sedang dipelajari untuk kinerja masyarakat dalam melakukan aktivitasnya.

4. Refleksi

   Peserta diklat menyusun refleksi apa yang akan dilaksanakan terhadap kompetensi dasar/kompetensi yang sedang dipelajari berdasarkan hasil kajian konsep dasar dan fakta yang ada di masyarakat.

5. Menyusun analisis dan sintesis

   Peserta diklat melakukan analisis terhadap tingkat kesesuian daya dukung yang ada untuk melaksanakan hasil refleksi. Sintesis dilakukan untuk melakukan rekonstruksi/modifikasi hasil refleksi dengan memperhatikan potensi dan daya dukung yang tersedia, agar kompetensi yang sedang dipelajari dapat tercapai.

6. Mengimplementasikan

   Peserta diklat menyusun perencanaan kerja berdasarkan hasil sintesis. Dalam penyusunan rencana kerja termasuk kriteria keberhasilan, pelaksanaan kegiatan termasuk pembagian tugas, mengamati proses,

melakukan evaluasi hasil kegiatan, membuat kesimpulan dan umpan balik/rekomendasi terhadap konsep yang ada setelah dilakukan analisis dan sintesis.

7. Peserta diklat mengumpulkan portofolio hasil setiap kegiatan belajar (mulai dari penguasaan konsep mengenal fakta, hasil refleksi, hasil analisis, hasil sintesis, hasil penyusunan rencana kegiatan (rencana kerja, implementasi, hasil pengamatan/*recording*, hasil evaluasi ketercapaian, rekomendasi dan umpan balik).

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1.
PENGENDALIAN HAMA TANAMAN PERKEBUNAN

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran 1, peserta pelatihan diharapkan mampu:

1. Menyusun perencanaan pengendalian hama tanaman perkebunan berdasarkan hasil observasi lapangan secara benar.
2. Melaksanakan pengendalian hama tanaman perkebunan berdasarkan prinsip ambang ekonomi secara benar.
3. Mengevaluasi tindakan pengendalian hama tanaman perkebunanberdasarkan hasilnyasecara benar.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menentukan jenis hama berdasarkan karakteristik.
2. Menganalisis kerusakan tanaman akibat gangguan hama.
3. Merencanakan dan menentukan metode pengendalian hama berdasarkan ambang ekonomi dan kerusakan tanaman.
4. Melakukan pengendalian hama pada tanaman perkebunan
5. Mengevaluasi pengendalian hama berdasarkan keberhasilannya.

C. Uraian Materi

1. Penentuan jenis hama berdasarkan karakteristik

Mengingat luasnya cakupan hama tanaman maka dalam rangka menentukan jenis hama diperlukan pemahaman tentang klasifikasi atau pengelompokan hama tersebut. Djafaruddin (2004) menjelaskan bahwa di antara anggota dari kelompok hama berdasarkan kelasnya, secara biologi dikatakan bahwa kelas insekta (serangga) adalah yang terpenting di antaranya karena:

- Jumlahnya sangat banyak jauh melebihi kelas lainnya (72 %);

- Jenisnya bermacam-macam;
- Penyebarannya yang luas di seluruh dunia;
- Cara hidup dan daya adaptasinya bermacam-macam;
- Cara berkembangbiaknya bermacam-macam;
- Dapat hidup dari segala ketinggian tempat
- Dapat hidup dari daerah khatulistiwa sampai ke kutub (Antartika);
- Walaupun banyak jenisnya sebagai hama, tetapi baru sedikit yang dapat diketahui;
- Di USA baru tercatat sekitar 150 jenis sampai 200 jenis (spesies) serangga yang menimbulkan kerusakan yang berarti;
- Sampai saat ini diketahui kira-kira 400-500 jenis serangga yang merupakan hama, yang dapat menimbulkan kerusakan dan kerugian yang berat;
- Sekitar 6000 spesies lainnya dapat menjadi hama, walaupun dengan kerugian atau kerusakan yang kurang berarti.

Sedangkan Pracaya (2007) menjelaskan bahwa pengelompokan hama seperti pengelompokan dunia binatang, karena hama termasuk binatang. Dunia binatang dikelompokkan dalam beberapa golongan besar, yang di dalam bahasa ilmiah disebut filum. Di dalam setiap filum dibagi dalam beberapa kelas, kemudian setiap kelas dibagi dalam beberapa ordo. Setiap ordo dibagi dalam beberapa famili (keluarga) dan setiap famili dibagi dalam beberapa genus(marga). Selanjutnya setiap genus dibagi dalam beberapa spesies (jenis) dan setiap spesies dibagi beberapa varietas. Pengelompokan hama dalam filum, di antaranya sebagai berikut:

1) Filum chordata; binatang yang termasuk ke dalam kelompok ini adalah bertulang belakang. Jumlahnya lebih dari 6000 spesies, di antaranya gajah, babi hutan, tupai, tikus, dan kera.
2) Filum arthropoda; dalam filum ini dibagi 6 kelas yaitu:
   - Serangga (hexapoda)
   - Arachnida
   - Crustaceae
   - Diplodia

- Chilopoda
- Kelas kecil (Peripatus, Sym phyla, dan Pauropoda)

Jumlah jenis dalam filum ini sekitar 713.000, dari jumlah tersebut 90% nya merupakan jenis serangga (640.000), Arachnida sekitar 45.000, Crustaceae sekitar 24.500, Diplopoda sekitar 1.300 jenis, Chilopoda sekitar 1.200 jenis, dan kelas kecil sekitar 1.250 jenis.

3) Filum Mollusca; contohnya keong, bekicot, dan siput. Jumlahnya sekitar 80.000 jenis.
4) Filum Annelida; contohnya cacing tanah
5) Filum Nemathelminthes; contohnya nematoda.

Di antara kelompok hama di atas, serangga merupakan kelompok hama dominan (paling banyak) dan sekaligus memiliki kemampuan jelajah sangat jauh/luas, sehingga tingkat kerusakan yang ditimbulkannya sangat besar. Karena itu, dalam pembahasan pengendalian hama ditekankan pada kelompok serangga.

Serangga disebut juga insekta (*insect*) atau hexapoda. *Insect* berasal dari kata *insecare*. Kata *in* artinya menjadi, sedangkan *secare* artinya memotong atau membagi. Jadi insect berarti binatang yang badannya terdiri dari potongan-potongan atau segmen-segmen. Kemudian hexapoda berasal dari kata hexa berarti enam dan podos artinya kaki. Jadi hexapoda merupakan binatang berkaki enam (Pracaya, 2007).Untuk memudahkan penentuan jenis serangga hama, terlebih dahulu diawali dengan mengenal karakteristik serangga hama yang meliputi hal-hal sebagai berikut:

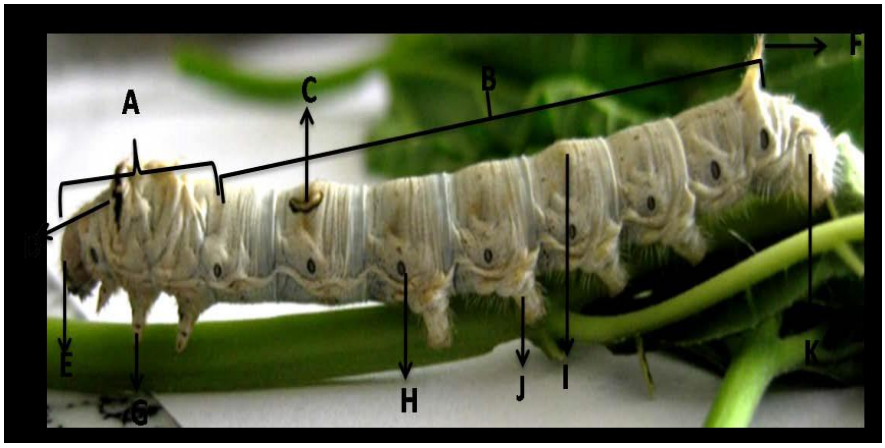
a) Morfologi serangga

Pracaya (2007) menjelaskan bahwa serangga memiliki ukuran sangat beragam yaitu mulai dari yang ter kecil kurang dari 0,25 mm, sedang kan ukuran paling besar mencapai 15-25 cm. Berat rata-rata serangga tidak lebih dari 5,72 mg.

Bagian tubuh serangga terdiri dari 3 bagian, yaitu sebagai berikut:

Kepala (*cepal*) serangga hama

Kepala terdiri dari 6 ruas (segmen), di bagian ini terdapat mata, antena, dan mulut. Satu pasang mata majemuk yang terletak di kiri-kanan kepala. Mata majemuk terdiri dari beberapa puluhan atau ratusan bahkan ribuan ke satuan mata faset menyerupai lensa yang berbentuk heksagonal, tergantung dari jenis serangga. Satu pasang antena sebagai alat perasa. Dengan antena, serangga dapat mengetahui keberadaan makanan, arah perjalanan, jodoh, bahaya, dan dapat mengadakan hubungan dengan sesamanya.



Gambar 1. Morfologi Ulat

A. Thorax (dada) , B. Abdominal segment (segmen perut) C. Crescent D. Eye spots (mata) , E. Head (kepala), F. Caudal horn (ekor) G. Thorax legs H. Spiracles, I. Stars spots, J. Abdominal legs K. Caudal legs

Ada beberapa macam mulut serangga menurut kegunaannya yaitu:

- Sebagai alat untuk menggigit atau mengunyah. Mulut tersebut berfungsi agar bagian tanaman yang telah dikunyah dapat terus ditelan. Mulut jenis ini adalah ulat, jangkrik, dan belalang. Serangga yang memiliki mulut ini disebut serangga pengunyah.
- Sebagai alat untuk menyerap (absorb). Mulut jenis ini ada pada lalat rumah.

- Sebagai alat untuk menusuk dan menghisap cairan tanaman. Alat tersebut disebut stylet. Jenis mulut ini terdapat pada Aphis, lalat sapi, kupu-kupu penusuk buah, dan thrips.
- Sebagai alat penghisap. Jenis mulut penghisap terdapat pada kupu-kupu penghisap madu.
- Sebagai alat mengunyah dan menjilat. Mulut jenis ini terdapat pada lebah madu.

Dada (*thorax*) serangga hama

Dada merupakan bagian untuk melekatnya (bersambungnya) kaki dan sayap. Serangga memiliki bagian dada yang terdiri dari; prothorax, mesothorax, dan metathorax. Setiap ruas dada memiliki sepasang kaki. Tetapi, ada beberapa serangga muda yang tidak memiliki kaki. Sebaliknya ada beberapa serangga muda yang memiliki 3 pasang kaki pada dadanya, bahkan ada tambahan 2-8 pasang kaki yang lunak (kaki semu) pada bagian perutnya. Serangga merupakan binatang invertebrata yang memiliki sayap. Jumlah sayap bermacam-macam, tidak ada serangga yang memiliki sayap lebih dari dua pasang (empat sayap). Namun ada beberapa serangga yang memiliki satu pasang sayap yaitulalat.

Ditinjau dari jenis kelamin serangga, ada serangga jenis kelamin jantan bersayap, sedangkan kelamin betina tidak bersayap. Bahkan ada jenis serangga dewasa tidak memiliki sayap yaitu semut. Bentuk sayap setiap golongan serangga berbeda-beda sehingga dijadikan penentu dalam klasifikasi serangga. Umumnya pada ordo serangga yang berakhiran *ptera* artinya sayap, contoh:

- Diptera; contoh lalat, merupakan serangga bersayap dua
- Coleoptera,contoh kumbang, merupakan serangga bersayap penutup
- Lepidoptera contoh kupu-kupu, merupakan serangga bersayap bersisik
- Hemiptera contoh kutu busuk, merupakan serangga bersayap setengah
- Hymenoptera contoh lebah, merupakan serangga bersayap selaput (membran)

- Orthoptera contoh belalang, merupakan serangga bersayap lurus.

Ukuran sayap serangga bervariasi, mulai dari 0,025 (terkecil) cm sampai ukuran terbesar (25-30 cm). Faktor yang menentukan kecepatan terbang selain besarnya sayap, juga jumlah kepakan sayap per detik. Umumnya serangga bersayap kecil atau sedang justru jumlah kepakan per detiknya cukup banyak. Contoh kupu-kupu sekitar 9 kali setiap detik, capung 28 kali, lalat 180-350 kali, dan lebah madu 200-400 kali setiap detik.

Perut (*abdomen*) serangga hama

Serangga memiliki perut beruas-ruas antara 11-12 ruas. Ruas perut terakhir (ke 11) terdapat tambahan ruas yang disebut *cercus.* Wujudnya berupa sepasang ruas yang sederhana, menyerupai antena. *Cercus* yang sangat panjang menyerupai ekor. *Cercus* yang panjang jumlahnya 2 atau 3, misal pada lalat.

b) Pernafasan serangga hama

Serangga memiliki sistem pernafasan yang berbeda dengan binatang lain. Serangga bernafas tidak dengan paru-paru atau insang, tetapi dengan alat pertukaran udara (ventilasi) khusus. Cara bernafasnya tidak melalui hidung atau mulut tetapi udara masuk melalui lubang-lubang sampai yang terletak di bagian sisi dada atau perut (spiracle). Bagian dada terdapat 2 pasang spiracle, sedangkan bagian perut 6-8 pasang *spiracle*.

c) Perlindungan diri serangga hama

Untuk melindungi diri dari musuh dan iklim yang tidak baik, serangga memerlukan alat perlindungan atau cara-cara menghindari bahaya. Contohnya serangga memiliki kerangka luar (exoskeleton) fleksibel dan kuat yang disebut kutikula. Bagian terluar dari kutikula disebut epi cutikula, tebalnya 1-2 mikron dan sangat tahan terhadap bahan kimia dan tidak larut dalam pelarut biasa (termasuk asam mineral yang pekat).

d) Perkembangbiakan serangga hama

Serangga hama, baik betina maupun jantan, dapat menimbulkan kerusakan. Serangga jantan menghasilkan sperma, sedangkan yang betina menghasilkan telur. Dari telur yang telah dibuahi, kemudian bergabung menjadi satu sel yang akan ber kembang menjadi serangga baru. Tetapi ada juga serangga yang tanpa melalui perkawinan dapat menghasilkan serangga baru.

Seperti Anda ketahui**,** hama adalah semua binatang yang dapat merugikan tanaman yang dibudidayakanoleh manusia. Akibat serangan hama, produktivitas tanaman menjadi menurun, baik kualitas maupun kuantitas, bahkan tidak jarang terjadi kegagalan panen. Oleh karena itu, kehadiran hama perlu dikendalikan jika populasinya telah melebihi ambang ekonomi.

Dalam rangka pengendalian hama, perlu dilakukan pengenalan secara detil (identifikasi) terhadap jenis hama yang umum dijumpai di areal pertanaman perkebunan. Pengenalan hama tersebut mencakup nama umum, siklus hidup, dan sifat/ karakteristik) sangat diperlukan bagi petugas lapangan.

Melalui kegiatan pengenalan hama tersebut, maka berbagai jenis hama dapat diketahui. Selain itu, pengenalan terhadap tanda-tanda kerusakan tanaman juga sangat penting agar tidak melakukan kesalahan dalam mengambil langkah-langkah tindakan pengendalian hama. Kesalahan dalam mengambil tindakan, dapat mengakibatkan kerugian biaya, tenaga dan aspek lainnya. Dari kelompok hama tersebut, serangga merupakan kelompok paling besar pengaruhnya terhadap kerusakan tanaman.

Secara umum, pengenalan serangan kelompok serangga dapat diketahui dari tanda-tanda atau gejala yang nampak pada bagian tanaman yang rusak.

Tanda-tanda atau gejala serangan serangga hama yang biasa muncul di lapangan yaitu berkaitan dengan tipe alat mulut hama.

Tipe-tipe alat mulut hama beserta gejala atau tanda-tanda kerusakan yang ditimbulkannya, antara lain:

a. Tipe alat mulut menggigit dan mengunyah yaitu pada kumbang, belalang, ulat dan lain-lain.
   - Tanda serangan pada daun yaitu tampak sobekan, gerekan, berlubang-lubang, daun tinggal tulang daun saja, daun merekat/menggulung menja di satu, daun habis sama sekali
   - Tanda serangan pada akar, menyebabkan tanaman layu dan akhirnya mati
   - Tanda pada polong atau buah tampak berlubang, atau ada bekas gerekan

b. Tipe alat mulut menusuk dan menghisap yaitu pada berbagai macam kepik
   - Tanda serangan pada polong atau biji banyak noda hitam bekas tusukan
   - Daun yang terserang menjadi layu dan kering

c. Tipe alat mulut menghisap yaitu biasanya pada kutu-kutu tanaman
   - Tanda serangan pada daun yaitu munculnya cendawan jelaga
   - Daun yang terserang berbentuk tidak normal, kerdil, menggulung/ keriting ke dalam
   - Bercak-bercak klorosis pada daun

d. Tipe alat mulut meraut dan menghisap yaitu pada thrips
   - Tanda serangan pada daun terdapat bercak berwarna putih keperakan
   - Tanaman tumbuh kerdil

- Jika menyerang bunga, mahkota bunga akan menjadi gugur

Selanjutnya, untuk mengenali hama dapat dilakukan dengan mengamti organismenya. Berikut ini akan dibahas mengenali/identifikasi hama melalui pengamatan langsung.

2. Identifikasi Serangga Hama

Setelah di atas diuraikan tentang morfologi dan perkembangbiakan serta perilaku serangga dalam perlindungan diri maka berikutnya mengenali atau mengidentifikasi serangga hama tersebut. Dalam melakukan identifikasi hama diperlukan suatu kegiatan pengamatan langsung di lapangan. Untuk efektifitas dan efisiensi pengamatan diperlukan suatu sampel. Sehingga tidak perlu mengamati seluruh areal pertanaman. Tata cara menentukan sampel pengamatan dilakukan melalui sampel hama dan sampel tanaman yang terserang hama.

a. Menentukan sampel/contoh hama dan tanaman

Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk memperoleh sampel hama yang menyerang tanaman yaitu menangkap langsung hama tersebut. Sampel hama tersebut dapat diperoleh dari kelompok vertebrata dan invertebrata. Penangkapan hama kelompok vertebrata seperti; gajah, babi hutan atau tikus, dapat dilakukan dengan menggunakan perangkap. Sedangkan untuk menangkap hama dari kelompok invertebrata seperti; serangga dapat dilakukan dengan memperoleh *sampel hama* yang menyerang tanaman. Sampel serangga hama tersebut dapat diperoleh dengan menangkap hama menggunakan tangan langsung, kuas atau jaring serangga (*sweep net)* atau menggunakan alat perangkap warna, cahaya, suara atau methyl eugenol dan lain-lain.

Beberapa contoh serangga hama pada tanaman seperti pada Gambar 2.

1. 2.

3. 4

5 6.

Gambar 2. Contoh serangga hama pada tanaman

1. Kepik 2. Kumbang 3. Ulat api4. Apis5. Kumbang tanah
6. Kepik pembunuh

Sedangkan beberapa contoh serangga hama pada tanaman perkebunan kakao dapat dilihat pada Gambar 3.:

Penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snell)

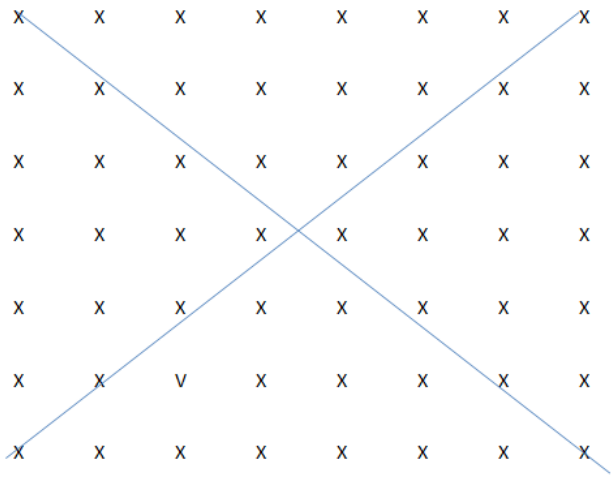
Kepik penghisap buah kakao (*Helopeltis sp)*

Gambar 3.Serangga hama pada buah kakao

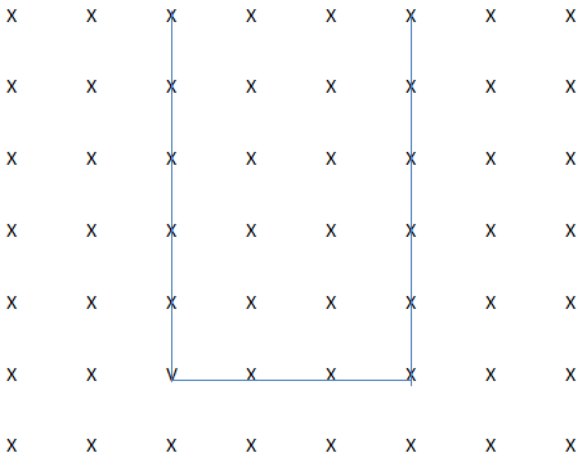
Selain menggunakan sampel OPT, dapat dilakukan dengan menggunakan sampel bagian tanaman yang rusak dapat diduga organisme pengganggunya. Berkaitan dengan pengambilan sampel bagian tanaman yang terserang hama, maka terlebih dahulu ditentukan petak sampel tanaman. Petak sampel dapat ditentukan dengan cara sistematis, besarnya petak sampel untuk pengamatan hama umumnya sebesar 5 %-20% dari luas seluruh lahan tanaman yang akan diamati. Kemudian sampel tanaman yang terserang hama ditentukan dengan cara acak atau sistematis, misalnya dengan membuat garis diagonal pada petak sampel, lalu tanaman yang berada pada garis diagonal dijadikan sebagai tanaman sampel/ contoh. Tanaman sampel/contoh inilah yang akan diamati.

Tata cara penarikan tanaman contoh/ sampel tanaman yang terserang serangga hama dapat berbentuk huruf U,bentuk diagonal atau secara acak. Bentuk U biasanya digunakan untuk pertanaman yang sempit atau pada petak pertanaman yang memanjang. Contohnya pada pertanaman di teras-teras atau di lereng-lereng. Sedangkan penarikan tanaman

contoh berbentuk diagonal, khususnya untuk pertanaman yang luas).Semakin banyak petak contoh per satuan luas akan diperoleh data yang lebih akurat, namun diperlukan waktu, tenaga, dan biaya yang lebih besar.



Gambar 4. Petak sampel tanaman berbentuk diagonal



Gambar 5. Petak sampel tanaman berbentuk huruf U

Pemakaian alat untuk memperoleh sampel serangga hama disesuaikan dengan perilaku hama tersebut, contohnya:

1) Ada kelompok serangga hama yang beraktifitas (kawin, meletakkan telur dan merusak) pada malam hari, contohnya kumbang yang menyerang benih di tempat penyimpanan atau ngengat. Biasanya serangga yang beraktifitas di malam hari, biasanya tertarik pada cahaya buatan seperti cahaya ultraviolet (warna ungu). Untuk mengendalikan hama dengan perilaku seperti ini adalah dengan menggunakan perangkap cahaya ultraviolet (*black light trap)*
2) Ada kelompok hama yang tertarik pada bau tertentu, contoh walang sangit dia tertarik pada bau busuk yang amis (anyir). Untuk mengumpulkannya dilakukan dengan memasang perangkap bau.
3) Ada kelompok serangga hama yang tertarik kepada warna terang seperti warna kuning, contohnya dari ordo Hemiptera, sehingga untuk mengumpulkannya dilakukan dengan menggunakan perangkap warna kuning.
4) Ada kelompok hama yang tertarik pada suara pasangannya, misalnya pada jangkrik jantan menghasilkan suara yang dihasilkan dari gesekan dari sayap-sayapnya, sehingga untuk mengumpulkannya dilakukan dengan menggunakan perangkap rekaman suara jangkrik.
5) Ada kelompok hama yang tertarik pada bahan kimia tertentu contoh Methyl eugenol. Contohnya hama lalat buah (*Dacus dortalis*) yang jantan tertarik pada Methyl eugenol (minyak cengkeh). Untuk mengumpulkan hama ini dilakukan dengan perangkap Methyl eugenol

Adapun kegiatan mengambil sampel bagian tanaman yang terserang hama dapat dilakukan dengan mengambil sampel pada petak sampel yang telah dibuat sebelumnya. Kegiatan pengambilan sampel tanaman yang akan diamati adalah sebagai berikut:

a. Jumlah sampel untuk pengamatan hama umumnya sebesar 5 % - 20% dari seluruh tanaman yang ada di lahan

b. Kemudian sampel tanaman yang terserang hama diambil dengan cara acak atau sistematis, misalnya dengan membuat garis diagonal pada petak sampel, lalu tanaman yang berada pada garis diagonal dijadikan sebagai tanaman sampel.

c. Ambil bagian tanaman yang terserang hama dari beberapa tanaman sampel, dengan menggunakan gunting stek/parang/cangkul, lalu masukkan ke dalam kantong plastik, selanjutnya ikatlah kantong plastik sehingga siap untuk dibawa ke laboratorium.

b. Mengidentifikasi tanda dan gejala tanaman yang rusak

Kegiatan ini meliputi mengamati gejala kerusakan pada tanaman berdasarkan bentuk kerusakannya dan mencocokkan gejala kerusakan yang sudah diamati dengan kunci identifikasi sesuai prosedur. Cara mengidentifikasi gejala kerusakan oleh hama, yaitu dengan mengamati tipe alat mulut serangga hama dan bentuk kerusakannya. Gejala kerusakan tanaman yang disebabkan oleh serangga hama berkaitan dengan tipe mulut yang dimiliki oleh serangga hama dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tipe Mulut Serangga Hama dan Bentuk Kerusakan pada Tanaman

No	Tipe Mulut	Bentuk Kerusakan pada Tanaman	Kelompok serangga hama
1	Menggigit-mengunyah	• Pada daun tampak adanya bekas sobekan, gerekan, daun berlubang-lubang, daun hanya tinggal tulang daunnya saja, daun merekat/menggulung menjadi satu atau daun	Belalang, beberapa macam ulat dan kumbang

		habis dimakan sama sekali • Pada bagian akar menyebabkan tanaman menjadi layu dan akhirnya mati • Pada polong atau buah tampak berlubang atau ada bekas gerekan	Kumbang pemakan akar (Lundi) Ulat buah
2	Menusuk-menghisap	• Pada polong atau biji tampak noda hitam bekas tusukan • Pada daun yang terserang menjadi layu dan kering • Buah padi matang susu yang diserang menjadi hampa dan perkembangannya kurang baik	Pada berbagai macam kepik
3	Menghisap	• Tanda serangan pada daun munculnya cendawan jelaga • Daun yang terserang berbentuk tidak normal, kerdil, menggulung/keriting ke dalam • Pada daun terdapat bercak-bercak klorosis (daun menguning	Pada berbagai kutu-kutuan

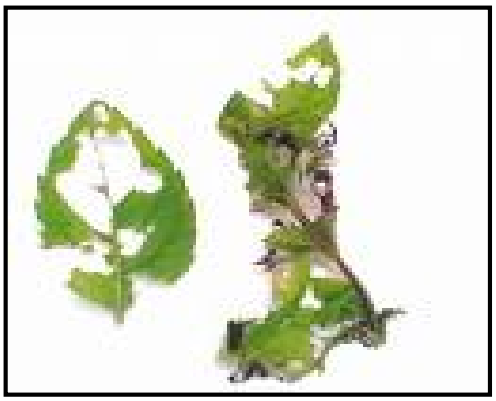
3	Meraut-mengisap	• Adanya bercak-bercak putih seperti perak pada daun, bercak tersebut jika bersatu maka warna daun menjadi putih seperti perak, bercak putih tersebut perlahan akan menjadi coklat dan daun akhirnya mati dan gugur • biasanya daun yang terserang hebat tepinya akan menggulung ke dalam. • Jika bagian bunga yang diserang maka pertumbuhan tanaman menjadi kerdil, dan mahkota bunga rontok.	Pada *Thripss*sp

Analisis kerusakan tanaman akibat gangguan hama dapat dilakukan dengan melakukan diagnosa gangguan hama. Diagnosa gangguan tanaman dapat diketahui melalui pengenalan gejala atau tanda-tanda serangan spesifik dari masing-masing hama. Gangguan hama dapat diketahui melalui tanda-tanda atau gejala yang tampak pada bagian tanaman. Proses diagnosa suatu hama dapat dilakukan melalui beberapa tahap.

Pada tahap awal dapat dilakukan terhadap tanaman yang mengalami gangguan. Kegiatan yang dilakukan adalah menjabarkan kondisi gangguan yang dapat dilihat mata. Kemudian amati kondisi di sekeliling tanaman. Jika keseimbangan lingkungan tanaman tidak sesuai, maka gangguan yang disebabkan oleh hama dapat muncul, sehingga tanaman menjadi stres.

Berikutnya yaitu menindaklanjuti hasil pengamatan yaitumencocokkan antara tanda atau gejala kerusakan yang tampak pada tanaman dengan penyebab kerusakan tersebut. Dengan kata lain mencari penyebab gangguan atau kerusakan tanaman tersebut. Dalam hal ini ada catatan penting yang perlu diingat yaitu bahwa satu gejala dapat diakibatkan oleh beberapa penyebab kerusakan. Berdasarkan hasil pengamatan, kemungkinan ada tiga penyebab terjadinya gangguan, yaitu kesalahan perawatan (gangguan fisiologis), gangguan yang disebabkan oleh hama dan penyakit. Untuk melakukan pekerjaan diagnosa hama diperlukan pengetahuan, keterampilan yang memadai di bidang tanaman dan hama tanaman serta diperlukan sikap teliti dan sabar.

Kondisi tanaman yang rusak atau mengalami gangguan oleh suatu hama tanaman, atau bentuk-bentuk kerusakan dari tanaman dan kotoran yang ditinggalkan oleh organisme pengganggu tanamandisebut tanda kerusakan tanaman. Contoh tanda tanda atau gejala kerusakan tanaman akibat serangan hama dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6.Bentuk kerusakan tanaman akibat hama

Kondisi tanaman yang terserang hama dapat berbentuk bekas gerekan, bekas gigitan, berlubang lubang. Kerusakan tersebut secara bertahap dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman, akhirnya dapat menurunkan hasil tanaman perkebunan. Bentuk kerusakan tanaman oleh serangan hama ditentukan oleh macam/jenis hama yang mengganggu atau melakukan pengrusakan. Hama tanaman dari kelompok vertebrata seperti gajah, babi hutan, dapat menyebabkan pembibitan tanaman menjadi porak poranda. Bentuk kerusakan akibat hama kelompokinvertebrata yakni serangga.

Contoh gejala serangan hama penggerek buah kakao

- Dimulai dari buah masih muda (panjang ± 8 cm) sampai buah menjelang masak. Fase serangan yang menimbulkan kerusakan kakao yaitu fase larva. Sehingga dapat merusak daging buah dan saluran makanan menuju biji, walaupun tidak sampai menyerang biji.
- Memudarnya warna kulit buah, munculnya belang berwarna hijau kuning atau merah jingga, dan bila buah dikocok tidak berbunyi. Bila buah dibelah, daging buah tampak berwarna hitam dengan biji-biji melekat satu sama lain, keriput, dan bobotnya sangat ringan.

Contoh gejala serangan hama kepik penghisap buah kakao

- Timbul bercak-bercak cekung berwarna cokelat kehitaman. Pada buah muda dapat mati, bercak pada buah yang terserang berat akan menyatu sehingga apabila buah dapat berkembang terus maka permukaan kulit buah menjadi retak dan terjadi perubahan bentuk yang dapat menghambat perkembangan biji di dalam buah.

c. Mengenali masalah yang ditimbulkan oleh hama

Berbagai masalah yang disebabkan oleh hama tanaman, seperti rusak nya bagian tanaman, mulai dari bagian paling atas tanaman atau pucuk sampai ke akar terbawah. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap berkembangnya hama tanaman dapat disebabkan oleh faktor internal dan

eksternal hama. Dari faktor internal dapat disebabkan dari jenis hama. Setiap hama memiliki kemampuan antara lain berkembang biak, daya tahan hidup, melakukan migrasi yang berbeda-beda. Semakin tinggi kemampuan berkembang biak, daya tahan hidup dan bermigrasi, maka semakin tinggi pula permasalahan yang ditimbulkannya.

Sedangkan dari faktor eksternal hama yaitu iklim dan unsur-unsurnya (sinar matahari, curah hujan, kelembaban, dan sebagainya) serta teknik budidaya tanaman akan mendukung tingkat perkembangan suatu permasalahan yang diakibatkan oleh gangguan hama.

Karena pengaruh unsur-unsur iklim tersebut hama tanaman yang bersifat endemis pada suatu daerah biasanya dapat mereda dan menurun populasinya. Dan sebaliknya dapat bersifat eksplosif (perkembangbiakan yang sangat luar biasa) sehingga populasi hama meningkat secara mencolok.

Keadaan alam dapat menyebabkan lingkungan hidup menjadi merosot kondisinya atau kondisi lingkungan hama tanaman menjadi meningkat /lebih baik. Demikian pula, faktor faktor lain seperti cara budidaya tanaman yakni kegiatan persiapan lahan, penanaman, pengairan, pemupukan, akan berpengaruh terhadap perkembangan dan permasa lahan gangguan yang diakibatkan oleh hama tanaman. Karena itu, terkait dalam pengendalian hama, sebaiknya ditangani secara bijaksana agar tidak terjadi kerusakan lingkungan.

Dari uraian di atas diberikan contoh dalam melakukan diagnosis adalah sebagai berikut:

Bila mengamati kondisi tanaman di lapangan, ditemukan suatu gejala atau tanda yaitu daun terdapat garis garis putih maka diagnosa penyebab hama

adalahterdapat ulat penggerek daun yang membuat terowongan dan memakan daging daun.

Contoh kasus berikutnya, yaitu bila mengamati kondisi tanaman di lapangan, ditemukan gejala atau tanda yaitu pucuk tanaman atau batang terdapat kutu berwarna putih, lama kelamaan tanaman menjadi lemah. Jadi berdasarkan hasil pengamatan di lapangan maka diagnosa penyebab hama adalahkutu putih. Permukaan kutu mempunyai lapisan lilin dan tepung berwarna putih.

Kemudian bila hasil pengamatan ditemukan tanda atau gejala tanaman tampak layu karena batang dan daun lemah serta daun terlihat bekas bintik-bintik, diagnosis penyebab hama adalah kutu hijau yang kadang berwarna kuning kecoklatan yang mengisap cairan pada batang dan daun tanaman.

d. <u>Perencanaan pengendalian hama</u>

Atas dasar hasil diagnosa kerusakan tanaman maka dapat dilakukan tindakan pengendalian hama secara bijaksana. Metode pengendalian hama dapat dilakukan berbagai cara yakni secara fisik/mekanis, biologis, kimia, dan terpadu. Pengendalian secara fisik dapat dilakukan antara lain dengan perangkap. Sedangkan pengendalian hama secara biologis yakni menggunakan predator atau parasitoid. Untuk pengendalian hama secara kimia yaitu menggunakan bahan kimia hayati (organik) ataupun pestisida anorganik. Pengendalian hama terpadu (PHT) yaitu proses pengendalian yang dilakukan secara bijaksana dengan memperhatikan komponen tanaman, hama sebagai organisme pengganggu, lingkungan, dan peran manusia. Secara prinsip bahwa pengendalian hama secara terpadu, pelaksanaannya denganmemadukan beberapa metode pengendalian hama yang ada. Sedangkan Kasumbogo (2010) menyatakan bahwa PHT

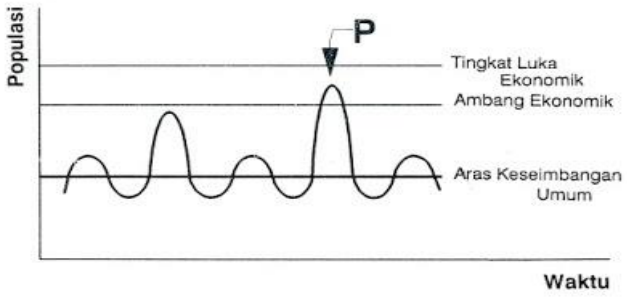
adalah usaha pengelolaan agroekosistem dengan memadukan berbagai teknik pengendalian hama (bercocok tanam, fisik, mekanik, penggunaan varietas resisten, pengendalian hayati, kimia, dan lain-lain) sedemikian rupa sehingga populasi hama tetap di bawah ambang pengendalian.

Langkah awal untuk melakukan tindakan pengendalian terhadap organisme pengganggu tanaman yang berupa hama yaitu pembuatan perencanaan pengendalian hama tanaman. Langkah ini sangat penting dilakukan agar apa yang akan dilakukan dalam tindakan pengendalian dapat berhasil efektif dan efisien. Sebagaimana diketahui bahwa pengendalian hama dapat dlakukan dengan berbagai cara, khusus untuk pengendalian secara kimia dengan menggunakan pestisida sintentis maka perlu memperhatikan ambang ekonomi.

Perencanaan pengendalian hama dengan memperhatikan kondisi ambang ekonomi~~i~~ dimaksudkan agar penggunaan pestisida dapat dibatasi, sehinggasecara ekonomis dalam kategori menguntungkan.Berkaitan dengan perencanaan pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) khususnya untuk menekan dampak negatif penggunaan pesitida sintetis maka perlu memperhatikan konsep aras ekonomi, kerusakan ekonomi, luka ekonomi, dan penentuan ambang ekonomi yang disampaikan Kasumbogo Untung, 2003 yaitu sebagai berikut.

Konsep Aras Ekonomi

Konsep ini terdiri atas konsep Kerusakan Ekonomi (E*conomicDamage*), Aras Luka Ekonomi (*Economic Injury Level*), Ambang Ekonomi (E*conomic Threshold*) dan Aras Keseimbangan Umum. Berikut pada Gambar 7. menunjukkan letak 3 Aras Ekonomi pada keadaan populasi hama yang normal yaitu semua Aras Ekonomi berada di atas Aras Keseimbangan Umum.



Gambar 7. Gejolak Populasi Hama Dan Letak Aras Luka Ekonomi, Ambang Ekonomi Dan Aras Keseimbangan Umum Pada Keadaan Normal (Sumber : Untung, 2003)

Konsep Aras Ekonomi muncul dan berkembang karena pada waktu itu masyarakat (petani) cenderung untuk menggunakan insektisida secara berlebihan tanpa menggunakan dasar yang rasional. Insektisida digunakan secara terjadwal menurut umur tanaman secara ekonomi dengan alasan preventif tetapi tidak efisien dan mengandung resiko besar bagi kualitas lingkungan, oleh karena itu perlu ditetapkan landasan ekonomi dan ekologi yang dapat digunakan untuk memutuskan kapan dan dimana pestisida harus digunakan.

Konsep Aras Ekonomi didasarkan pada pengamatan OPT dengan melihat jenis OPT, stadia OPT, tingkat kepadatannya, tingkat serangannya dan fase pertumbuhan tanaman. Berdasarkan pengamatan ini dapat dilihat besarnya tingkat kerusakan yang akan terjadi sehingga dapat diputuskan tindakan pengendalian yang akan dilakukan. Penggunaan pestisida kimia organik sintetik hanya dapat dibenarkan apabila populasi OPT sudah di atas Aras Ambang Ekonomi.

Untuk memahami konsep Aras Ekonomi maka perlu diketahui tentang **Luka** (*injury*) dan **Kerusakan** (*damage*). Menurut Untung (2003) dan Sunoto (2003)**Luka** adalah setiap bentuk penyimpangan fisiologis tanaman sebagai akibat aktivitas atau serangan OPT, jadi terpusat pada OPT dan aktivitasnya. **Kerusakan** adalah kehilangan yang dirasakan oleh tanaman akibat serangan

OPT antara lain dalam bentuk penurunan kuantitas dan kualitas produksi, jadi terpusat pada tanaman dan tanggapannya terhadap pelukaan oleh OPT. Luka tanaman dapat mengakibatkan kerusakan. Untung (2003) menyatakan bahwa kerusakan ekonomi adalah tingkatan kerusakan tanaman akibat serangan hama yang membenarkan adanya pengeluaran biaya untuk tindakan pengendalian secara buatan dengan pestisida. Tindakan pengendalian dapat dibenarkan apabila jumlah biaya pengendalian lebih rendah dari pada besarnya nilai kehilangan potensial yang diderita tanaman karena adanya populasi hama.

Aras Luka Ekonomi

Istilah Aras Luka Ekonomi (ALE) merupakan kondisi dimana kepadatan populasi terendah yang dapat mengakibatkan kerusakan ekonomi. Dasar konsep Aras Ekonomi adalah konsep titik impas (*BreakEeven Concept*) dalam pengendalian hama. Pada titik impas ini terjadi kerusakan ekonomi yaitu pada ALE, sehingga apabila dilakukan pengendalian hama di atas titik impas masih akan menguntungkan. Sebaliknya apabila dilakukan di bawah titik impas maka hanya akan merugikan petani karena besarnya nilai kehilangan hasil yang diselamatkan lebih rendah daripada biaya pengendalian yang dikeluarkan.

Ambang Ekonomi

Istilah Ambang Ekonomi (AE) sudah dikenal dan digunakan untuk pengambilan keputusan pengendalian hama sesuai dengan konsep Pengelolaan Hama Terpadu (PHT). Ambang Ekonomi merupakan kepadatan populasi hama yang memerlukan tindakan pengendalian untuk mencegah terjadinya peningkatan populasi hama berikutnya yang dapat mencapai Aras Luka Ekonomi (ALE).

Konsep AE lebih menekankan aspek pengambilan keputusan kapan dan dimana petani harus menggunakan pestisida agar tindakan tersebut efektif menurunkan populasi hama dan mencegah kerugian lebih lanjut serta meningkatkan keuntungan usaha tani. ALE lebih menekankan aspek perhitungan ekonomi, biaya, manfaat, untung rugi dari tindakan pengendalian hama dengan menggunakan pestisida. Jadi jelas bahwa AE merupakan Aras Keputusan Tindakan Pengendalian.

Ambang Ekonomi secara konsepsi letaknya harus di bawah garis Aras Luka Ekonomi (ALE), hal ini karena apabila populasi hama telah mencapai garis AE kemungkinan populasi akan meningkat terus sehingga dapat melewati garis AE. Selanjutnya dijelaskan Untung, 2003 bahwa agar populasi hama tidak mencapai ALE harus diadakan tindakan pengendalian pada aras populasi di garis AE. Penentuan AE dan ALE adalah AE harus di bawah ALE, hal ini dimaksudkan agar petani pekebun masih mempunyai waktu untuk menanggapi perubahan yang terjadi di lapangan.

Penentuan Ambang Ekonomi

Penentuan Ambang Ekonomi suatu OPT didasarkan padajenis OPT, yaitu apabila OPT tersebut merupakan OPT utama maka nilai AE cukup tinggi, misalnya hama Wereng *(Nephotettix virescens*) nilai Ambang Ekonominya adalah 5 nimfa pertunas pada saat tidak ada serangan penyakit Tungro, jika ada serangan Tungro maka 1 nimfa pertunas; jenis tanaman yaitu menyangkut Nilai Ekonomi tanaman, apakah dipanen daunnya, bunganya, buahnya, akarnya atau keseluruhan tanaman.

Ambang Ekonomi untuk setiap OPT berbeda karena setiap OPT secara biologi dan ekologi tidak sama. Ada OPT yang menyerang tanaman pada fase pembibitan, fase pertumbuhan vegetatif dan fase generatif pada saat pengisian bulir dan polong. Ada pula OPT yang menyerang sepanjang umur hidup tanaman.

Jenis tanaman perkebunan yang dibudidayakan oleh petani pekebun dapat mempengaruhi nilai Ambang Ekonomi dari OPT, artinya tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi akan memiliki nilai ambang ekonomi yang tinggi pula.

Berkaitan dengan upaya pengendalian hama secara terpadumaka pekerjaan monitoring kondisi OPT adalah suatu keharusan. Hasil pekerjaan monitpring kondisi OPT merupakan informasi yang sangat penting sebagai titik tolak dalam mengambil langkah-langkah pengendalian hama. Karena itu perlu dipahami apa yang dmaksud monitoring OPT. Monitoring OPT adalah suatu kegiatan mengamati dan mengawasi perkembangan setiap OPT dan komponen-komponen penyusun agroekosistem. Pengamatan dilakukan untuk menentukan nilai Ambang Ekonomi dari OPT, sehingga sedikit saja terjadi kenaikan populasi suatu OPT akan cepat diantisipasi dengan melakukan pengendalian yang dianggap cocok untuk kondisi demikian.

Monitoring perlu dilakukan terutama pada daerah-daerah yang berpotensi meledaknya suatu populasi hama, terutama untuk hama-hama utama dan hama potensial yang mudah meledak populasinya apabila kondisi lingkungan mendukungnya.

Monitoring dapat dilakukan secara terjadwal yang dilakukan sejak tanam sampai menjelang panen. Monitoring ditujukan untuk mengawasi dinamika populasi hama sehingga apabila terjadi kenaikan populasi hama mendekati Aras Ambang Ekonomi petani sudah bisa menentukan keputusan pengendalian yang akan dilakukan. Kegiatan monitoring OPT merupakan suatu tindakan *Early Warning System* (EWS) yaitu sebagai langkah untuk mengetahui perkembangan dinamika populasi hama (OPT). Tindakan tersebut bersifat preventif yang memerlukan sikap kesabaran yang tinggi karena dilakukan secara rutin dan periodik. Diperlukan sikap teliti terkait pengamatan tanda-tanda atau gejala-gejala bagian tanaman yang rusak dan

jenis OPTnya. Tindakan EWS telah banyak dilakukan pada perusahaan perkebunan besar dalam penerapan pengendalian hama secara terpadu (PHT). Pengetahuan yang perlu dikuasai pada kegiatan monitoring OPT di antaranya adalah ekologi serangga hama.

Ekologi serangga

Untuk memahami dinamika populasi serangga hama berikut diuraikan hal-hal penting berkaitan ekologi serangga. Ekologi serangga hama merupakan pembahasan tentang kerumahtanggaan seranggayang berkaitan kebutuhan hidup serangga hama yakni siklus hidup, pergerakan/perpindahan, dan kemampuan-kemampuan yang dimiliki serangga terkait berinteraksi dengan tanaman dan lingkungan. Melalui pembahasan ekologi serangga hama ini dapat dipahami tentang daya biotik serangga, resistensi/ daya tahan lingkungan dan hubungan antara seranggahama dengan lingkungannya.

Organisme serangga pengganggu tanaman dapat muncul pada areal tanaman perkebunan sehingga menimbulkan kerugian bagi pengusaha perkebunan. Permasalahan hama pada areal tanaman perkebunan tidak muncul begitu saja dan tidak mendadak. Ledakan populasi hama dapat terjadi karena proses interaksi antara faktor tanaman, hama dan lingkungan yang saling mendukung.Pada saatfaktor lingkungan mendukung pertumbuhan dan perkembangan organisme hama, maka tingkat populasinya meningkat; demikian sebaliknya jika faktor lingkungan mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman, maka populasi hama dapat ditekan.

Suatu sifat organisme hidup dapat dipelajari dari unit populasi. Pengertian populasi serangga hama dapatdiartikan sebagai kumpulan individu suatu spesies organisme hama yang sama, hidupdalamsuatu tempat tertentu dan waktu tertentu. Batasan populasi hama ditentukan berdasarkanpengaruh satu individu hama terhadap individu hama yang lain dalam populasi tersebut. Jadipopulasi dipandang sebagai suatu sistem yang dinamis dan semua individu

hama saling berhubungan/ berinteraksi.Populasi serangga hama dapat membentuk suatu komunitas. Denganmemperhatikankeanekaragaman komunitas suatu hama sehingga dapat diperoleh informasi tentang kemapanankomunitas hama tersebut. Biasanya bila suatu komunitas hama semakinberanekaragam, maka organisasi dalam komunitas hama tersebut akansemakin kompleks, sehinggakemapanan menjadi Iebih mantap.

Ekosistem

Komunitas suatu hama berinteraksi dengan faktor abiotik sehingga membentuksuatu ekosistem. Pengertian ekosistem adalah suatu tingkat organisasi yang lebih kompleks dibandingkan komunitas.Ekosistem di alam sangat bervariasi, yang bergantung kepada subyeknya. Suatu ekosistem dalam lingkungan pertanaman perkebunan dikenal dengan nama agroekosistem. Agroekosistem ini mempunyai kestabilan yang rendah atau relatif kurang dibandingkan dengan ekosistem yang masih murni/ alami, seperti hutan alam.Ketidakstabilan agroekosistem ini disebabkan oleh beberapa faktor, baik faktor biotikmaupun faktor abiotik. Salah satu penyebab ketidakstabilanekosistem tersebut adalahakibat pertumbuhan populasi serangga yang bertindak sebagai hama adalah cepat.Pada kondisi tertentu, status hama dianggap penting apabila pertumbuhan populasinya cepat danumumnya serangga hama bersifat demikian. Kondisi populasi serangga hama bersifatfluktuatif yaitu suatu waktu kepadatan populasi serangga tinggi sedangkan pada waktu yang lain kepadatan populasinya rendah.

Aktivitas dan pertumbuhan populasi serangga hama dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu daya biotik (*bioticpotential* disingkat dengan istilah “bp”) dan resistensi lingkungan (*environmental resistance* disingkat dengan istilah “er”).

1. Daya biotik (*bioticpotential* disingkat dengan istilah "bp")

Daya biotik serangga hama adalah kemampuan serangga untuk memperbanyak diri yang didukung oleh faktor-faktor dalam atau daya yang disimpan serangga. Daya inilah yang disebut daya biotik yang merupakan kemampuan serangga untuk memperbanyak diri.
Kemampuan serangga dalam memperbanyak diri (daya biotik) ~~yaitu~~ dipengaruhi oleh dua hal:

a. Daya reproduksi
Daya reproduksi serangga hama merupakan kemampuan serangga untukberkembangbiak pada waktutertentu dalam kondisi lingkungan yang optimum. Faktor-faktor yang menentukan besarnyadaya reproduksi serangga yaitu:

- Keperidian (*fecundity)*
Merupakan kemampuan individu serangga betina untukmemproduksijumlah telur.Umumnya keperidian serangga relatif tinggi.Pembahasan kepridian serangga erat kaitannya dengan poliembrioni yaitu suatu spesies serangga yang memiliki kemampuan berkembangbiak sangat besar (1 butir telur yang dibuahi dapat menghasilkan beberapa sampai 100 larva). Keperidian beberapa spesies serangga dapat dicermati pada Tabel 2.(Sulthoni, 1978)

Tabel 2. Keperidian beberapa species serangga

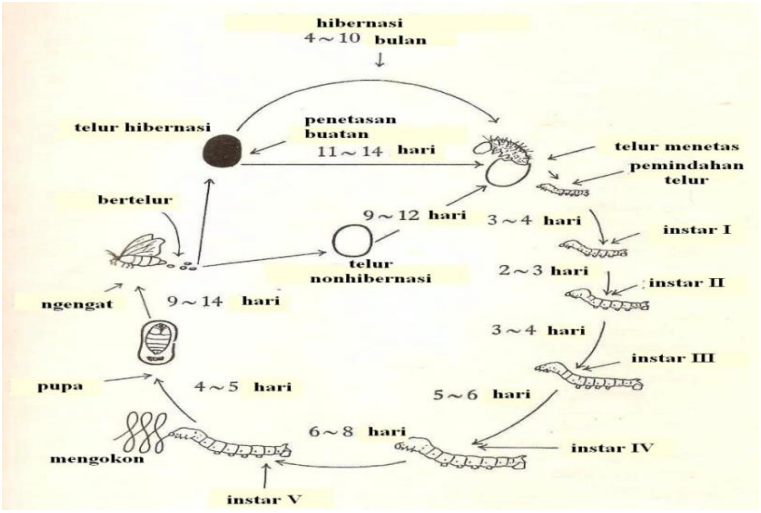
Spesies	Maksimum	Minimum	Rata-rata
Thyridopterix ephemeraeformis	1649	465	941
Malacozoma americanum	466	313	376
Chionaspis furufura	84	33	67

Pissodes strobi	-	-	115
Choristoneura fumiferana	-	-	316
Malacosoma disstria	-	-	300
Hemerocampa leucostigma	467	174	232
Helopeltis antonii	234	-	80
Hycopertha dominica	580	300	-
Sitophilus granarius	250	50	-
Xystrocera festiva	500	45	200
Bombyx mori	-	-	450

- Periode perkembangan hidup (siklus hidup)

  Spesies serangga hama ada yang memiliki siklus hidup yang pendek~~lama~~ dan beberapa serangga yang memiliki siklus hidup panjang, contoh serangga hama yang memiliki siklus hidup panjang selama satu tahun adalah spesises dari famili Cerambycidae. Spesies lain yaitu lalat Drosophila memiliki siklus hidup dua mingguan hingga satu tahun memiliki 10-20 generasi.

  Spesies serangga hama umumnya memiliki siklus hidup 1 bulan (4 minggu), sehingga serangga hama memiliki daya reproduksi yang tinggi. Contoh ulat sutera Bombyx mori L. memiliki siklus hidup yaitu telur sekitar 10 hari, larva sekitar 3 minggu, pupa sekitar 12 hari, dan dewasa sekitar 4-5 hari.



Gambar 8. Siklus hidup ulat Bombyx mori

- Sex ratio

  Merupakan angka yang menunjukkan perbandingan antara jenis serangga jantan dan betina dalam satu populasi. Nilai perbandingan serangga jantan dan betina ditentukan antara lain dari cara berbiaknya. Cara berbiaknya serangga secara sexual merupakan tipe yang paling umum terjadi, tetapi dapat dijumpai serangga hama tertentu yang asexual seperti spesies dari ordo Hymenophtera parasitik.

  Sex ratio pada serangga seksual umumnya 1 : 1, dan pada beberapa species serangga sex rationya dapat mencapai 1 : 3. Apabila makanannya cukupbanyak, daya reproduksi jenis betina makin tinggi, lebih-Iebih pada speciesserangga yang parthenogenesis mempunyai kecenderungan memproduksiketurunan betina. Oleh karena itu dalam hal ini digunakan istilah sex factor, yaitu perbandingan jumlah individu betina terhadap seluruh jumlah individu dalam populasi. Daya reproduksi maksimum untuk sex factor sama dengan 1.Peranan sex ratio maupun sex factor

terhadap daya biotik/daya reproduksiserangga dapat digambarkan secara hipotesis serti pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah keturunan secara hipotesis yang diproduksi selama 5 generasi oleh species serangga dengan keperidian 100 butir telur (Graham dan Knight (1967) Principles of Forest Entomology dalam buku Hama Tanaman Kehutanan)

Generasi species	Induk initial parent	Generasi ke				
		I	II	III	IV	V
Species A*) Jantan	1	50	2500	12500	$6.25.10^6$	$312.5.10^6$
Betina	1	50	2500	12500	$6.25.10^6$	$312.5.10^6$
Jumlah	2	100	5000	25000	$12,5.10^6$	$6,25.10^6$
Species B**) Jantan	0	0	0	0	0	0
Betina	2	200	2000	2.10^6	2.10^8	2.10^{10}
Jumlah	2	200	2000	2.10^6	2.10^8	2.10^{10}

*) serangga seksual dengan sex ratio 1:1
**) serangga asekual (parthnogenesis murni dengan sex faktor 1:1

Angka sex factor ini di dalam kondisi yang ideal praktis tetap untuk setiap species serangga, sehingga merupakan suatu konstanta. Jika konstanta ini dapat diketahui dan angka keperidiannya dapat dihitung, maka daya biotik/ daya reproduksinya dapat ditentukan. Dalam keadaan yang sebenarnya biasanya sulit untuk dapat menghitung angka keperidiannya, sebab belum tentu semua telur yang diproduksi oleh induknya menetas. Untuk mendekatkan kepada kondisi yang ideal dapat dilakukan pemeliharaan laboratorium serangga-serangga tersebut dan stadium telur sampai stadium dewasa. Dan telur-telur yang diproduksi oleh serangga betina yang menetas dapat ditentukan angka rataratanya untuk dipakai sebagai angka keperidian serangga tersebut yang sebenarnya (dalam kondisi laboratoris yang ideal).

Perhitungan jumlah progeni/ jumlah keturunan berdasarkan rumus yang diketemukan oleh Thompson, yaitu:

Jumlah progeni = p . Z"

Keterangan:

P = populasi awal,

Z = keperidian x sex factor dan n generasi yang dihitung

Contoh penggunaan rumus tersebut adalah apabila diketahui populasi awal 250 ekor, keperidian 100 butir, sex factor = 1: 2

Maka jumlah progeni pada generasi ke 5 adalah

= 250 (100 x 0,5) = 7,8. 1010 ekor

Beberapa serangga berkembang biak secara poliembrioni, yaitu dari satu telur dihasilkan lebih dan satu individu. Apabila jumlah yang dihasilkan dan satu telur adalah y, maka jumlah progeni dari 1 individu = $(zy)^n$ sehingga jumlah progeni dari p individu p $(zy)^n$

Umumnya serangga parasit, sebagai musuh alami hama, berkembang biak secara poliembrioni, contohnya anggota ordo Hymenoptera yang parasitis. Pada kenyataannya daya reproduksi yang tinggi seperti pada perhitungan di atas tidak pernah dijumpai di alam karena banyak faktor yang mempengaruhi atau menghambat perkembangan populasi serangga. Namun setidak-tidaknya terdapat gambaran terjadinya peningkatan populasi yang cepat dan serangga hama dalam suatu periode tertentu.

b. Daya survival

Dinamika perkembangan populasi organisme serangga hama bersifat fluktuatif yang dipengaruhi oleh organisme serangga itu sendiri dan

faktor lingkungan. Setiap organisme serangga memliki daya survive yaitu kemampuan serangga untuk bertahan hidup dalam lingkungannya, hal ini dipengaruhi oleh:

1) Daya persepsi dan mobilitas serangga

Daya persepsi adalah kemampuan serangga untuk menerima rangsangan dan luar dan memberikan respon terhadap rangsangan tersebut. Hal ini menyangkut berbagai hal, misalnya kemampuan untuk mendapatkan makanan, keperluan kawin, meletakkan telur, rnenghindarkan diri dari berbagai musuhnya.

Daya persepsi berhubungan dengan kemampuan indera yang dimiliki oleh serangga, antara lain adalah:

(a) Indera penglihatan

Serangga mempunyai mata faset (mata majemuk) dan mata tunggal (ocellus). Mata faset mempunyai ukuran yang Iebih besar dari mata tunggal. Mata faset ini mampu menerima sinar yang sudut datangnya lebih besar dan 180 derajad, mampu menerima sinar/ cahaya yang mempunyai panjang gelombang pendek, antara 2500 sampai 7000 X, sehingga serangga dapat melihat gelombang cahaya yang jauh lebih pendek daripada yang dapat dilihat manusia.

(b) Indera pendengar

Alat pendengar yang dimiliki oleh serangnga antara lain, misalnya pada belalang kayu adalah tympanum yang terletak pada abdomen ruas pertama di atas pangkal femur. Sebagian serangga mampu menerima getaran suara atau getaran gelombang pendek radio, misalnya ngengat ulat tentara (Spodoptera litura) dan Lainphigma exemta yang terbang malam

hari mampu mendeteksi gelombang ultrasonik yang dipancarkan oleh kelelawar. Oleh karena itu ngengat tersebut dapat mengetahui akan datangnya serangan, sehingga ia mampu menghindar dari sergapan kelelawar.

(c) Indera pencium/ pembau

Kebanyakan terdapat pada bagian kepala. yaitu pada antenna.

(d) Indera pengecap

Alat ini terdapat pada alat mulut, yaitu palpus. Adapula yang terdapat di daerah kaki yaitu pada tarsi, sehingga begitu mendarat dan terbang, tempat berpijak tersebut segera diketahui dapat dimakan atau tidak. Indera pengecap ovipositor dapat digunakan untuk mengetahui tempat yang cocok untuk bertelur.

(e) Indera peraba

Alat ini terletak tersebar di seluruh bagian tubuh, baik berupa duri-duri halus ataupun kasar, yang mampu mendeteksi getarangetaran mekanis, misalnya angin.

(f) Mobilitas serangga

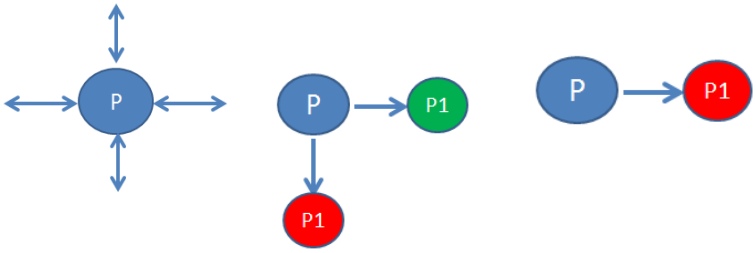
Mobilitas serangga dapat aktif maupun pasif, yang tergantung padaorgan tubuh yang dimilikinya. Belalang kayu dan kecoa isalnya dilengkapidengan alat gerak seperti sayap, kaki untuk berjalan atau kaki untukmelompat. Gerakan serangga dapat aktif maupun pasif Serangga kecil seperti kutu tanaman bergerak pasif, untuk berpindah perlu bantuan anginatau perpindahan benda-benda lain, atau dipindahkan oleh serangga lain.Sedangkan serangga-serangga yang bersayap (dapat terbang) memiliki mobilitas lebih tinggi.

2) Daya dispersi

Daya dispersi adalah daya untuk menjauhi tempat asalnya

ketikalingkungan menjadi tidak cocok untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Hal ini dapat terjadi karena jumlah individu dalam populasi sudah sangat rapat atau karena jumlah makanannya berkurang.

Ada 3 (tiga) bentuk dispersi, yaitu menyebar (*spread)*, memencar (*dispersal*), dan migrasi (*migration*).



a. Menyebar b. Memencar c. Migrasi, emigrasi dan imigrasi

Dispersi dapat berlangsung dalam jumlah yang besar atau secara massaldan disebut migrasi. Contoh *Locusla sp*. (belalang) mampu bermigrasi sejauh ratusan kilometer.

3) Daya kompensasi dan daya adaptasi

Daya kompensasi adalah suatu daya yang dimiliki oleh serangga untukmengimbangi berbagai kelemahan dan daya-daya yang lain. Hal ini karena kemampuan/ daya kompensasi yang dimiliki oleh serangga tidaklah sama,ada yang lemah dan ada yang kuat.

Sedangkan daya adaptasi adalahkemampuan serangga untuk menyesuaikan diri apabila mengalami keadaan yang tidak cocok lingkungan

c. Resistensi Lingkungan (Environmental resistance = er)

Resistensi lingkungan adalah keadaan/ kondisi lingkungan yang menghambat aktivitas hidup maupun pertumbuhan populasi serangga hama, atau dapat dikatakan er adalah semua komponen atau faktor lingkungan, baik secara tunggal atau bersama-sama bekerja menghambat bp. Resistensi lingkungan (Er) untuk tiap-tiap serangga berbeda-beda, dan komponen Er ini dipengaruhi oleh:

- Faktor fisis
- Faktor makanan
- Faktor hayati (biotis)

Faktor fisis

Faktor-faktor fisis antara lain meliputi suhu, cahaya/matahari, kelembaban udara, angin, cuaca/ iklim (curah hujan) dan lainnya.

1) Suhu

Suhu merupakan faktor Iingkungan yang menentukan/ mengatur aktivitas hidup serangga. Pengaruh ini jelas terlihat pada proses fisiologi serangga, yaitu bertindak sebagai faktor pembatas kemampuan hidup serangga. Pada suatu suhu tertentu aktivitas hidup serangga tinggi (sangat aktit), sedangkan pada suhu yang lain aktivitas serangga rendah (kurang aktif). OIeh karena itu terdapat zone-zone/ daerah suhu yang membatasi aktivitas kehidupan serangga. Zone-zone tersebut (untuk daerah tropis) adalah:

(a) Zone batas fatal atas, pada suhu tersebut serangga telah mengalami kematian, yaitu pada suhu > 48° C.

(b) Zone dorman atas, pada suhu ini aktivitas (organ tubuh eksterna) serangga tidak efektif, yaitu pada suhu 38 — 45° C.

(c) Zone efektifatas, pada suhu ini aktivitas serangga efektif pada suhu 29 — 38° C.

(d) Zone optimum, pada suhu ± 28° C, aktivitas serangga adalah paling

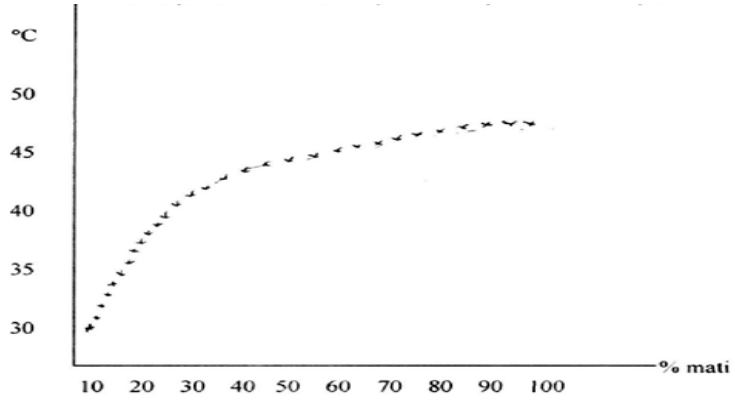
tinggi.

(e) Zone efektif bawah, pada suhu ini aktivitas (organ interna dan eksterna) serangga efektif, yaitu pada suhu 27 — 15° C.

(f) Zone dorman bawah, pada suhu ini tidak ada aktivitas eksterna, yaitu pada suhu 15° C.

(g) Zone fatal bawah, pada suhu ini serangga telah mengalami kematian (±4° C).

Pada daerah-daerah yang lokasinya dekat dengan batas-batas suhu tertinggi atau terendah merupakan daerah suhu yang menyebabkan serangga-serangga tersebut tidak aktif dan semuagerakan eksterna terhenti. Tidak aktif pada daerah suhu rendah disebut **hibernasi**, sedangkan tidak aktif pada daerah suhu tinggi disebut **estivasi.** Diantara hibernasi dan estivasi terletak daerah suhu dengan aktivitas penuh dandisebut daerah **suhu efektif**. Makin naik dari daerah hibernasi serangga tersebutakan makin tinggi vitalitas hidupnya sampai pada titik optimum dan di atas titikoptimum itu kondisinya akan semakin menurun kembali sampai akhirnya aktivitashidupnya (organ eksterna) berhenti sama sekali jika telah sampai pada zone estivasi.



Gambar 9. Pengaruh suhu tinggi terhadap mortalitas kumbang bersayap keras Coleoptera; Scolytidae

umumnya jenis serangga aktif pada suhu sedikit di atas 15° C, tetapibeberapa species dapat hidup aktif sedikit di atas titik beku air. Suhu optimumpada kebanyakan serangga adalah di sekitar 28° C dan estivasi biasanya dimulaidan suhu 38° C sampai 45° C. Untuk kebanyakan serangga titik suhu 48° Cmerupakan titik kematian total (fatal point) pada daerah suhu tinggi, meskipunada di antaranya dapat bertahan hidup sampai 52° C untuk beberapa saatmisalnya kumbang *Chrysohothrys sp*. Suhu fatal rendah didapati variasi antaraspecies serangga yang ada, demikian pula pengaruh musim menyebabkanadanya variasi tersebut. Bagi daerah tropis seperti di Indonesia suhu rendahtidak begitu penting karena suhu rata-ratanya untuk sepanjang tahun jauh di atas0° C. Suhu selain membatasi penyebaran geografis dan topografis dan species serangga juga mempengaruhi kecepatan perkembangan hidupnya. Pada umumnya kecepatan perkembangannya naik sebanding dengan kenaikan suhu, sampai akhimya dicapai titik yang optimum.

(2) Cahaya

Reaksi serangga terhadap cahaya tidak begitu berheda dengan reaksinya terhadap suhu. Sering sukar untuk menentukan apakah pengaruh yang terjadi terhadap serangga itu disebabkan oleh faktor cahaya ataukah faktor suhu, karena kedua faktor tersebut biasanya sangat erat berhubungan dan bekerja secara sinkron.

Secara teoritis memang dimungkinkan untuk membagi daerah pencahayaan seperti halnya pada suhu, yaitu daerah cahaya optimum, efektif dan lethal (kematian). Karena sebegitu jauh diketahui bahwa beberapa species serangga menanggapi faktor cahaya ini secara positif ataupun sebaliknya negatif, maka dapat diduga bahwa titik “optimum” masing-masing species sangat besar variasinya.

Beberapa kegiatan serangga dipengaruhi oleh responnya terhadap cahaya, sehingga timbul sejenis serangga yang aktif pada pagi, siang, sore dan malam hari. Cahaya matahari ini mempengaruhi aktivitas dari

distribusi lokalnya. Dijumpai serangga-serangga yang aktif pada saat ada cahaya matahari, sebaliknya dijumpai serangga-serangga yang aktivitasnya terjadi pada keadaan gelap.

Pengaruh cahaya terhadap serangga digambarkan oleh Graham (1967) dengan contoh reaksi *Chrysobothrys* dewasa. Kumbang ini tetap tinggal inaktif pada hari-hari yang mendung (penuh awan) walaupun suhunya pada waktu itu sangat tinggi, bahkan lebih tinggi daripada suhu pada hari-hari cerah pada suhu kumbang tersebut aktif. Juga Carpenter pada tahun 1909 menunjukkan bahwa kejang otot pada *Drosophila* yang biasanya terjadi pada suhu 39^0 C, karena terpengaruh cahaya kuat 480 candle (lilin).

Meskipun species serangga tertentu tidak tahan juga terhadap cahaya kuat, tetapi kemungkinannya jarang terjadi bahwa cahaya di alam akan berpengaruh sampai pada batas toleransi species serangga pada umumnya. Tetapi suatu kenyataan dapat dilihat bahwa ada tidaknya cahaya sedikit banyak akan mempengaruhi penyebaran lokal dan jenis-jenis serangga tersebut. Bahwa cahaya berpengaruh terhadap serangga yang akan bertelur, dikemukakan olehChapman dalam Sulthoni (1978) dengan contoh penggerek Agrilus bilineatus yang lebih senang meletakkan telurnya pada bagian batang pohon yang terkena cahaya matahari penuh. Jenis ulat tanah (Agrotis sp.), jangkrik (Grylius bimaculatus), gangsir (Brachytrypes portentosus) dan sebagainya, menyerang tanaman dan aktif pada malam hari, begitu pula jenis-jenis siput. Hama Helopeitis menyukai keadaan terang, yaitu siang hari, sedangkan hama-hama gudang menyukai keadaan gelap. Respon serangga terhadap cahaya dapat bersifat positif atau negatif, yang ditunjukkan oleh species-species serangga nocturnal (aktif pada malam hari). Serangga berespon positif apabila mendatangi sumber cahaya, sedangkan serangga berespon negatif apabila tidak terpengaruh oleh

adanya cahaya. Pengetahuan tentang respon serangga terhadap cahaya dapat dipergunakan antara lain untuk:

a. Pengamatan seranga hama (Monitoring)
   Pengamatan serangga hama dengan menggunakan lampu perangkap atau dengan suatu alat tertentu yang mempunyai warna dengan panjang gelombang tertentu. Misalnya serangga Aphis menyukai warna kuning.
b. Pengendalian/ pemberantasan serangga hama
   Penggunaan obor/api atau perangkap cahaya (*light trap*) dapat mengurangi kepadatan populasi hama wereng, walang sangit dan serangga hama lain yang tertarik cahaya.Dari uraian tersebut di atas dapat dilihat bahwa memang sulit untuk memisahkan perbedaan pengaruh cahaya dari suhu, walaupun demikian jelas bahwa faktor cahaya penting perannya di dalam kehidupan serangga.

(3) Kelembaban

Sebagai halnya organisme yang lain, maka penyebaran dan perkembangan hidup serangga sangat tergantung oleh adanya air di dalam lingkungan hidupnya. Efektivitas suhu dalam merangsang kecepatan perkembangan hidup serangga juga dipengaruhi oleh kelembaban yang ada. Dalam keadaan lembab yang serasi serangga tersebut tidak begitu peka terhadap pengaruh suhu yang ekstrim.

Di dalam hal kelembaban inipun didapati kelembaban optimum ataupun daerah kelembaban yang efektif. Daerah lembab yang ekstrim yang menyebabkan kematian tidak begitu jelas dapat ditandai seperti halnya suhu. Dalam keadaan normal peningkatan atau pengurangan kelembaban tidak mengakibatkan matinya serangga dengan cepat, tetapi hanva berpengaruh terhadap

aktivitasnya. Walaupun demikian ada pula species serangga tertentu yang menyimpang dari ketentuan tersebut di atas, karena aktivitasnya sangat dibatasi oleh faktor kelembaban. Ada species-species yang hanya dapat hidup pada kayu yang basah atau lembab (famili Scolytidae, Cerambycidae dan Platypodidae) dan ada species serangga yang dapat hidup pada kayu yang sudah kering (famili Lyctidae, Bostrychidae, Anobiidae) dan rayap kayu kering (famili Kalotermitidae).

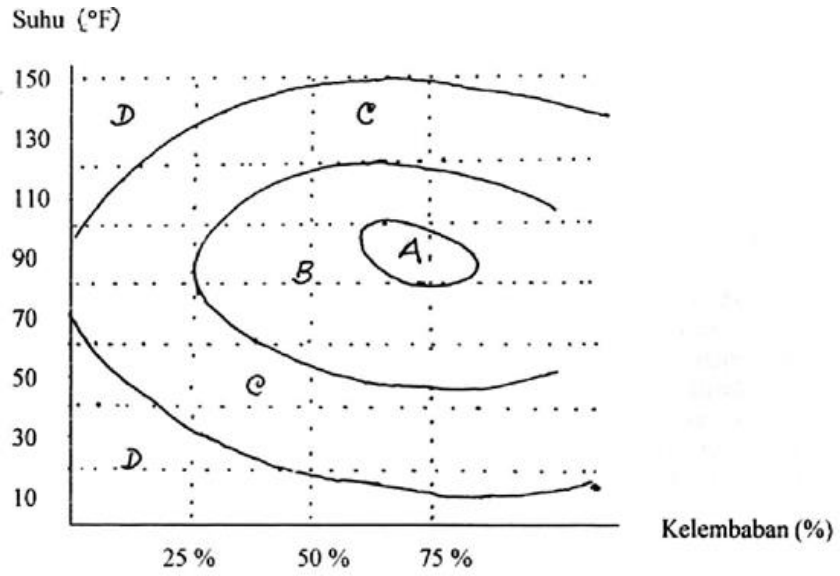
Tubuh serangga mengandung 80 - 90 % air, dan harus dijaga agar tidak mengalami banyak kehilangan air yang dapat mengganggu proses fisiologinya. Ketahanan serangga terhadap kelembaban bervariasi. Ada serangga yang mampu hidup dalam suasana kering tetapi adapula yang hidupnya di dalam air. Biasanya serangga tidak tahan mengalami kehilangan air yang terlalu banyak, namun ada beberapa serangga yang mempunyai ketahanan karena dilengkapi dengan berbagai alat pelindung untuk mencegah kehilangan air tersebut, misalnya kutikula yang dilapisi lilin. Serangga darat (lerestrial insect), khususnya serangga fitofagus akan mendapatkan air dari makanannya. Serangga yang hidup pada bahan-bahan sangat kering seperti hama-hama gudang, akan mendapatkan air dan proses metabolismenya, contohnya bubuk kayu dan famili Lyctidae, Bostrychidae, Anobiidae dan Kalotermitidae.

Adanya curah hujan akan menambah kelembaban dan mempengaruhi vegetasi tanaman yang dibudidayakan. Hal ini mendorong keadaan yang cocok untuk perkembangan serangga hama, karena ketersediaan makanan yang cukup. Tidak semua jenis serangga mengalami perkembangan pada musim hujan, dan sebaliknya serangga-serangga tertentu pada musim hujan mengalami kematian. Serangga-serangga yang berkembang biak pada musim kemarau, misalnya jenis kutu tanaman (ordo Homoptera) karena pengaruh hujan yang berupa butiran-butiran air

merupakan tenaga mekanis dapat mematikan serangga ini. Pada bulan-bulan kering dalam musim hujan atau bulan-bulan basah pada musim kemarau, ulat tanah (ulat grayak ulat tentara = *army worm*, Spodoptera litura) menyerang secara mendadak dan dapat menyebabkan kerusakan berat dalam waktu yang singkat, terutama pada tanaman pertanian pangan.

Dalam tahun basah yang sebelumnya didahului tahun kering yang panjang, hama tikus sawah, Artona catoxantha (hama daun tua pohon Kelapa) akan mengadakan serangan. Pada musim hjan *Stephanoderes hampei* (hama bubuk buah kopi) dapat berkembang biak dengan baik dan menggerek kopi yang sudah tua. Hama ini dapat berkembang biak dengan baik karena keadaan yang lembab. Begitu pula *Xyleborus sp.* menggerek cabang/ ranting tanaman kopi.

(4) Hubungan antara suhu dan kelembaban



Hubungan antara suhu dan kelembaban dapat dijelaskan dengan contoh grafik pada Tabel4.

Tabel 4. Pengaruh gabungan antara suhu dan kelembaban udara relatif terhadap aktivitas kumbang penggerek buah kapas (*Cotton-boll weevil*) (*Bureau of Entomology and Plant Quarantine, USDA)*

Keterangan:

1. Daerah A merupakan daerah efektif. Pada daerah ini serangga dapat berkembang dengan sebaik-baiknya.
2. Daerah B adalah daerah batas antara serangga masih mampu berkembang dengan baik, walaupun kurang jika dibandingkan dengan daerah efektif A.
3. Daerah C merupakan daerah yang sudah menyebabkan serangga mengalami hambatan perkembangan karena pengaruh suhu dan kelembaban atau bahkan menyebabkan keadaan yang tidak aktif.
4. Daerah D menyebabkan keadaan tidak aktif, serangga tersebut mendekati kematian sampai kematian mutlak atau fatal.

Grafik di atas menggambarkan pengaruh kedua faktor suhu dan kelembaban udara relatif terhadap kehidupan serangga. Walaupun suhu memungkinkan species serangga tersebut dapat berkembang dengan baik, tetapi kalau kelembabannya tidak memenuhi persyaratan hidupnya, maka species serangga tersebut akan mati atau mengalami hambatan di dalam perkembangannya. Sebaliknya jika kelembaban serasi tetapi suhunya terletak di luar batas suhu efektif maka perkembangan hidupnya akan terhambat pula. Pengertian ini penting dalam praktik, agar cara melaksanakan pengendaliannya dapat diterapkan sebaik-baiknya dan dicapai hasil yang efisien.

Telah dikemukakan bahwa suhu di Indonesia secara geografis tidak begitu besar variasinya dan amplitudonya kecil, sehingga faktor suhu tidak begitu menentukan. Tetapi hendaknya diingat bahwa faktor topografi mempunyai hubungan yang erat dengan suhu, hingga banyak dijumpai species serangga hama yang bersifat lokal. Jika faktor topografi tidak menyebabkan lokalisasi penyebaran serangga hama, maka biasanya intensitas serangannya tidak sama. Faktor kelembaban di daerah tropis berhubungan erat dengan adanya musim hujan dan

kemarau, walaupun sebenarnya berpengaruh pula terhadap suhu. Di Indonesia dijumpai hama yang berkembang pada musim kemarau, sedang pada musim hujan populasinya sangat menurun atau sebaliknya. Sebagai contoh hama Belalang kayu (Valanga nigricornis) bertelur pada akhir musim hujan atau awal musim kemarau, kemudian menetas dan berkembang menjadi dewasa pada musim hujan. Sebelum musim hujan berakhir, belalang betina dewasa bertelur lagi di dalam tanah dan telur tersebut akan tetap dorman (diapause) selama musim kemarau. Dengan demikian dijumpai adanya hama Belalang kayu pada musim hujan sampai permulaan musim kemarau. Hama Xyleborus destruens menyerang pohon Jati yang tumbuh di daerah-daerah yang selalu basah (curah hujan > 2000 mm) misalnya di Jawa Barat dan Jawa Tengah bagian Barat atau di daerahdaerah dengan ketinggian di atas 500 m di atas permukaan laut.

(5) Angin

Angin akan membantu penyebaran serangga, terutama serangga yang berukuran kecil. Secara tidak Iangsung angin juga mempengaruhi kandungan air dalam tubuh serangga, karena angin mempercepat penguapan dan penyebaran udara.

(6) Cuaca/ iklim

Memperhatikan pengaruh suhu, cahaya atau kelembaban terhadap kehidupan species serangga yang berada di dalam hutan, tidak boleh dilupakan bahwa kenyataannya ketiga faktor tersebut bekerjasama saling mempengaruhi. Bahkan faktor iklim yang lain, misalnya panas dan sirkulasi udara ikut berperanan di dalamnya. Pengaruh-pengaruh itu bersama-sama disebut pengaruh cuaca atau iklim. Cuaca

merupakan kerjasama dan semua faktor fisis yang terdapat di lingkungan hidup suatu organisme pada sesuatu saat, sedang iklim pada jangka waktu yang relatif panjang. Kalau cuaca berubah dan suatu waktu ke waktu yang lain, sedang iklim menunjukkan sifat-sifat yang tetap untuk suatu daerah.

Faktor iklim/ cuaca ini akan mempengaruhi secara langsung ataupun tidak langsung terhadap perkembangan hidup dan suatu species serangga. Misalnya gaya mekanis/ kinetis dan hujan yang deras dapat mengurangi larva yang sedang saatnya tumbuh dan berkembang, dengan demikian akan mengurangi kemungkinan timbulnya epidemi pada waktu yang akan datang. Cuaca panas dan lembab memungkinkan meningkatnya populasi organisme pemakan serangga (entomophagus), seperti misalnya bakteri-bakteri penyebab penyakit atau Protozoa. Sedangkan di sisi lain cuaca yang kering dapat mengurangi pertumbuhan vegetatif dan tanaman yang menjadi makanannya serangga, sehingga dengan populasi yang tidak tinggipun dapat menyebabkan kerusakan yang besar. Pada kebanyakan serangga perusak daun populasinya akan meningkat apabila suhu meningkat dengan jumlah hujan yang sedang.

Faktor makanan

Makanan merupakan sumber gizi yang digunakan oleh serangga untuk mendukung kehidupan dan perkembangannya. Kehidupan dan perkembangan serangga sangat dipengaruhi oleh kualitas makanan dan jumlah makanan yang tersedia.

(1) Kualitas makanan

Jumlah individu serangga serta panjang pendeknya periode perkembangan hidupnya juga mengadakan penyesuaian dengan macam dan kualitas makanan yang dibutuhkan. Di alam serangga pemakan daun

pada umumnya akan terbatas perkembangan hidupnya oleh adanya daun, sehingga pada waktutanaman inang-nya meranggas populasi serangga tersebut akan rendah ataumenghilang. Di negara yang beriklim sedang (temperate zone) perkembangan hama akan dibatasi oleh adanya musim dingin, karena semua tanaman boleh dikatakan tidak berdaun. Di Indonesia keadaan semacam ini tidak dijumpai dan pada umumnya tumbuh-tumbuhan terus menerus berdaun, kecuali beberapa jenis pohon yang meranggas pada musim kemarau, misalnya pohon karet.

Berbeda dengan serangga penggerek kayu yang makanannya berupa bahan yang keadaannya tidak banyak berubah. Kebanyakan serangga penggerek kayu, misalnya anggota-anggota dari famili Cerambycidae dan Buprestidae stadium larva yang masih muda akan memakan jaringan-jaringan phloem, yang substansinya masih mudah dicerna. Makin stadium larva tersebut menjadi tua, penggerekannya makin masuk ke dalam jaringan kayu yang lebih keras. Penjelasan tersebut di atas dapat diketahui bahwa species-species serangga yang ada tidak rnembutuhkan makanan yang sama kualitasnya. Ada yang menkonsumsi daun, ada yang mengkonsumsi jaringan phloem dan ada yang mengkonsumsi jaringan kayu (gubal atau teras) yang sudah mengeras. Variasi kebutuhan jenis pakan ini dapat terjadi pada species yang berbeda, pada stadium/ periode perkembangan yang berbeda dalam satu species, maupun pada umur yang berbeda.

(2) Kuantitas makanan

Menjadi suatu keharusan bahwa suatu organisme (dalam hal ini serangga) dapat berkembang biak karena adanya persediaan makanan. Species serangga hama akan makin banyak variasinya apabila makin banyak tersedia jenis-jenis tanaman inang yang dapat dipakai untuk menjadi makanannya. Tegakan hutan yang murni merupakan gudang makanan yang berlimpah untuk hama tegakan yang bersangkutan. Sebelum adanya

penanaman besar-besaran tegakan murni *Paraserianthes falcataria* (Sengon laut), tampaknya hama penggerek batang/kumbang Boktor*(Xystrocera festiva*) bukan menjadi masalah yang serius. Tetapi setelah tegakan murni secara luas dibuat maka populasi hama penggerek tersebut menjadi eksplosif. Hal ini disebabkan oleh adanya persediaan makanan yang tidak terbatas jumlahnya, sehingga persyaratan hidup akan makan bagi penggerek tersebut tercukupi dengan baik. Dengan demikian ditinjau dan segi atau faktor kebutuhan makan, tegakan murni kurang baik.

Apabila makanan yang cocok tersedia dalam jumlah cukup banyak, maka serangga hama akan berkembang dengan baik. Dalam hal ini sumber makanan yang melimpah bagi serangga hama pada areal tanaman perkebunan), yang biasanya ditanam monokultur, seumur dan merupakan jenis cepat tumbuh. Ada pilihan jenis makanan serta ada berbagai persyaratan yang dibutuhkan bagi kehidupan serangga hama, baik yang bersifat fisis, mekanis atau biokemis yang dimiliki oleh sumber makanan tersebut.

Penolakan makanan oleh serangga hama yang disebabkan oleh faktor yang bersifat morfologis, misalnya ada Jaringan yang keras, lapisan lilin yang tebal, bulu-bulu tanaman yang rapat, akan menghambat serangga hama untuk mencerna makanan tersebut. Ada senyawa-senyawa kimia bersifat repellent yang tidak disukai oleh serangga hama karena bersifat racun, sebaliknya senyawa-senyawa lain yang bersifat stimulan disukai serangga.

Salah satu zat yang terkandung dalam jaringan tanaman merupakan faktor yang menyebabkan serangga hama mengenal tanaman tersebut sebagai inangnya. Faktor tersebut oleh serangga dapat dikenal dengan berbagai macam indera pembau, peraba, pengecap dan penglihatan. Oleh karena adanya pemilihan dan penentuan inang tersebut menyebabkan dikenalnya

istilah kekhususan inang (host specific) bagi suatu serangga hama. Tiap-tiap species serangga hama dapat memiliki kisaran inang dan satu sampai banyak inang. Serangga hama yang memiliki satu jenis inang yang cocok disebut serangga hama monofagus, apabila mempunyai dua inang atau lebih dan famili yang sama disebut serangga hama olifagus.

(3) Faktor fisiologi inang (host)

Pohon atau tanaman pada umumnya memiliki sifat-sifat fisiologis tertentu yang dapat berbeda-beda, sehingga akan menghasilkan produk yang berbeda pula, walau pohon atau tanaman tersebut dari satu jenis yang sama. Sifat fisiologis yang berbeda itu akan menyebabkan kemampuan untuk bertahan terhadap serangan hama akan berbeda-beda pula. Aspek-aspek fisiologis yang berhubungan dengan sifat ketahanan tanaman terhadap gangguan hama antara lain adalah:

a. Kecepatan tumbuh

Pohon yang kuat pada umumnya akan tumbuh lebih cepat dan lebih tahan terhadap gangguan serangga hama jika dibandingkan dengan jenis pohon yang sama tetapi tumbuh lambat. Cepat tumbuh mempunyai 2 efek yang menguntungkan, yaitu sifat resisten terhadap gangguan hama dan daya rehabilitasi yang lebih besar. Makin cepat tumbuhnya berarti makin dapat segera melampaui masa-masa sensitif. Pertumbuhan cepat ini disebabkan oleh adanya sistem pengangkutan yang Iebih baik karena lebih banyaknya jaring-jaringan pengangkutan di dalam tanaman, sehingga sirkulasi zat-zat makanan kepada organ-organ tanaman yang memerlukan akan lebih cepat. Demikian pula pengeluaran zat-zat sisa yang tidak berguna lagi dari dalam tanaman akan semakin baik. Pengeluaran zat-zat sisa ini dapat berfungsi menghambat pengrusakan lebih lanjut oleh serangga-serangga yang rnengganggunya atau dengan perkataan lain dapat mempercepat proses penyembuhan luka-luka yang ada pada tubuhnya. Sifat-sifat tersebut di atas bertanggung jawab terhadap terbentuknya mekanisme

resistensi tolerance pada tanaman.

b. Sifat-sifat daun

Suatu jenis pohon kadang-kadang dapat tahan terhadap gangguan hama oleh adanya sifat-sifat daun yang secara morfologis dapat berfungsi sebagai penghambat. Sifat morfologi itu antara lain adalah:

- Tebalnya jaringan sehingga serangga mengalami kesulitan untuk mampu memakannya.
- Adanya bulu-bulu pada daun yang tebal dan rapat, sehingga bagi alat mulut serangga-serangga akan sukar dapat mencapai janngan daunnya.
- Adanya lapisan lilin yang juga akan mempersukar pengrusakannya. Sifat-sifat tersebut bertanggung jawab terhadap terbentuknya mekanisme resistensi tidak disukai (non-preference) pada tanaman.

(4) Adanya kandungan substansi yang tidak disukai oleh serangga hama

Sering dapat dilihat bahwa pohon-pohon tertentu seakan-akan memiliki kekebalan oleh karena tidak menarik perhatian atau tidak disukai oleh jenis serangga hamanya. Walaupun pengetahuan tentang hal ini belum dikuasai secara menyeluruh, tetapi tidak dapat disangsikan lagi kebenarannya. Substansi yang dapat berfungsi menolak (repellent) ini terbentuk sebagai bahan yang aktif menghalangi perkembangan serangga-serangga yang menyerang jenis pohon pohon tersebut. Dasar pengetahuan ini dapat digunakan dalam pemilihan jenis yang unggul dalam arti termasuk sifat yang tahan terhadap gangguan hama. Kalau dihadapi suatu keadaan serangan hama yang eksplosit biasanya akan terlihat bahwa ada pohon-pohon yang sama sekali kebal di antara jenis-jenis pohon sama yang lain yang ada di sekitarnya. Jenis pohon-pohon yang kebal itulah yang dapat dipakai dalam usaha seleksi/ pemuliaan pohon. Sifat-sifat tersebut bertanggung jawab terhadap mekanisme resistensi toleran atau

antibiosis pada tanaman

(5) Resistensi tanaman

Resistensi tanaman merupakan pengertian yang bersifat relatif, karena untuk melihat resistensi tersebut sifat tanaman yang resisten harus dibandingkan dengan sifat tanaman yang rentan. Tanaman yang rentan adalah tanaman yang menderita kerusakan lebih banyak bila dibandingkan dengan tanaman lain dalam keadaan tingkat populasi hama yang sama dan keadaan Iingkungan yang sama pula (Untung, 1993). Resistensi dan kerentanan suatu tanaman terhadap hama adalah sebagai akibat dari interaksi antara respons serangga hama terhadap tanaman dan reaksi tanaman terhadap serangga hama.Misal kurangnya daya tarik serangga hama terhadap tanaman sebagai tempat untuk memperoleh makanan dan tempat bertelur. Peristiwa interaksi antara serangga hama dan tanaman yang dapat membantu melindungi tanaman dari gangguan hama, secara kolektif dikenal sebagai resistensi tanaman (Subyanto, 1989).

Sifat resisten yang dimiliki oleh tanaman dapat merupakan sifat asli atau terbawa keturunan (bersifat genetik) tetapi dapat juga karena keadaan lingkungan (ekologik) yang menyebabkan tanaman menjadi resisten/ tahan terhadap serangga hama. Ada 3 mekanisme resistensi tanaman yang bersifat genetik yaitu:

(a) Nonpreference, ialah sifat tanaman yang ditunjukkan oleh suatu serangga yang menjauh atau tidak menyenangi tanaman, baik sebagai pakan atau tempat untuk meletakkan telur.

(b) Antibiosis, adalah semua pengaruh fisiologis yang merugikan terhadap serangga yang bersifat sementara atau tetap, sebagai akibat dan serangga yang makan atau mencerna jaringan atau cairan tanaman tertentu.

(c) Toleran, mekanisme resistensi ini terjadi karena adanya kemampuan

tanaman tertentu untuk menyembuhkan luka yang diderita atau tumbuh lebih cepat sehingga akibat serangan hama kurang berpengaruh terhadap hasil bila dibandingkan dengan tanaman lain yang lebih peka terhadap populasi yang sama.

Ketahanan ekologik atau dengan istilah lain ketahanan yang kelihatan (*apparent resistance*) atau ketahanan palsu *pseudoresistance*) merupakan sifat ketahanan tanaman yang tidak dikendalikan oleh faktor genetik, tetapi sepenuhnya disebabkan oleh faktor lingkungan yang memungkinkan kenampakan sifat ketahanan terhadap hama tertentu. Sifat ketahanan ini biasanya merupakan sifat yang sementara dan dapat terjadi juga pada tanaman yang sebenarnya rentan terhadap serangan hama tertentu. Ada 3 bentuk ketahanan ekologik yang dikenal (Untung, 1993), yaitu:

(a) Pengelakan inang (*host evasion*), terjadi karena adanya ketidaksesuaian fenologi hama dan tanaman, yaitu bila waktu pemunculan fase tumbuh tanaman tertentu tidak bersamaan dengan waktu pemunculan stadia hama yang aktif mengkonsumsi tanaman.

(b) Ketahanan dorongan (*induced resistance*), sifat ketahanan ini timbul dan didorong oleh adanya keadaan lingkungan tertentu sehingga tanaman mampu bertahan terhadap serangan hama, misalnya akibat adanya pemupukan dan irigasi serta teknik budidaya yang lain.

(c) Inang luput serangga (*host escape*), yaitu suatu kelompok tanaman tertentu yang sebenarnya memiliki sifat rentan terhadap suatu jenis hama, tetapi pada suatu saat tanaman tersebut tidak terserang meskipun populasi hama di sekitarnya pada waktu itu cukup tinggi.

Ketahanan tanaman terhadap serangan hama merupakan hal yang

kompleks, jarang sekali disebabkan oleh hanya satu faktor, dan juga relatif (Subyanto, 1989). Menurut Untung (1993), peranan tanaman sebagai sumber rangsangan bagi serangga sangat penting. Sifat morfologi dan fisiologi tanaman merupakan sumber rangsangan utama.

(1) Sifat morfologik

Ciri-ciri morfologik tanaman tertentu dapat menghasilkan rangsangan fisik untuk kegiatan makan serangga atau kegiatan peletakan telur. Variasi dalam ukuran daun, bentuk, warna, kekerasan jaringan tanaman, adanya rambut dan tonjolan dapat menentukan seberapa jauh derajad penerimaan serangga terhadap tanaman tertentu.

(2) Sifat fisiologik

Ciri-ciri fisiologik yang mempengaruhi serangga biasanya berupa zat-zat kimia yang dihasilkan oleh metabolisme tanaman baik metabolisme primer maupun metabolisme sekunder. Metabolit sekunder ini karena fungsinya tidak menentukan metabolisme primer dianggap mempunyai fungsi untuk pertahanan tanaman terhadap serangan binatang herbivora.

Meskipun sifat ketahanan dikendalikan oleh faktor genetik tetapi banyak unsur fisik dan hayati lingkungan yang mempengaruhi penampakan atau ekspresi sifat resistensi tanaman di lapangan. Faktor lingkungan tersebut di bagi menjadi faktor tisik dan faktor hayati (Untung, 1993), yaitu:

(a) Faktor fisik meliputi keadaan cuaca, tanah, cara bercocok tanam merupakan faktor lingkungan fisik yang mempengaruhi kenampakan sifat ketahanan genetik. Faktor-faktor ini mempengaruhi ketahanan melalui suhu, intensitas cahaya, kebasahan dan kesuburan tanah terhadap proses fisiologik tanaman yang berperan dalam menentukan kenampakan ketahanan di lapangan.

(b) Faktor hayati, yang paling banyak berpengaruh terhadap kenampakan sifatketahanan tanaman di lapangan adalah biotipe dan umur tanaman

Faktor hayati (faktor biotis)

Faktor hayati atau disebut pula faktor biotis dibedakan kedalam dua hal yaitu:

(1) Kompetisi intraspesifik

Kompetisi ini terjadi karena kepadatan populasi yang sedemikian rupa tingginya, sehingga kebutuhan akan makanan, tempat tinggal dan kebutuhan hidup lain dari populasi tersebut menjadi di luar kemampuan daya dukung alam Iingkungannya untuk menyediakan atau mendukung kelangsungan hidup populasi tersebut. Akibatnya individu yang lemah akan tertekan atau mati, atau meninggalkan tempat tersebut pergi ke tempat lain, dan bahkan kondisi demikian dapat rnendorong terjadinya kanibalisme.

(2) Kompetisi interspesifik

Kompetisi ini disebabkan oleh:

(a) Predatisme

Predatisme merupakan peristiwa yang disebabkan oleh adanya organisme binatang yang bersifat predator memakan mangsanya berupa serangga hama. Untuk menyelesaikan sebagian dan siklus hidupnya predator tersebut memerlukan lebih dan satu mangsa. Predator memiliki ukuran tubuh lebih besar dan lebih kuat daripada mangsanya dan dapat bergerak aktif Contoh-contoh predator dan golongan serangga yang penting adalah dan ordo-ordo Odonata, Coleoptera. Hemiptera dan Orthoptera, dan contoh dari golongan bukan serangga seperti burung, binatang melata dan labah-labah (spider).

(b)Parasitisme

Parasitisme adalah suatu peristiwa yang disebabkan adanya organisme binatang yang bersifat parasit. Parasitoid adalah golongan binatang yang hidupnya menumpang di luar atau di daam tubuh binatang lain/ inang. Untuk hidupnya parasit ini menyerap cairan tubuh inang sehingga dapat mematikan inangnva secara perlahan-lahan. Biasanya parasit ini berukuran Iebih kecil daripada inangnya dan untuk menyelesaikan sebagian dan siklus hidupnya satu individu parasit hanya memerlukan satu individu inang. Sebagian siklus hidup parasit tersebut adalah stadium larva. Parasit dapat menyerang dan berkembang dalam fase hidup serangga hama, misalnya parasit pada telur, parasit larva/ nimfa, parasit kepompong (pupa) dan parasit serangga dewasa. Antara parasit dan inang mempunyai hubungan erat, yaitu inang sebagai sumber makanannya. Contoh parasit yang penting adalah anggota-anggota dan ordo Hymenoptera parasitik dan lalat Tachinid dan ordo Diptera.

(c)Penyakit (patogen) serangga

Serangga hama dapat terinfeksi oleh penyakit yang disebabkan oleh penyebab penyakit (patogen), seperti bakteri, virus, jamur, protozoa, rickettsia. Contoh-contoh patogen hama yang penting adalah Baccilius thuringiensis, Metarhirium anisopliae, Beauveria bassiana. Patogen dapat masuk ke dalam tubuh inangnya dengan jalan merusak integumen, melalui mulut spirakulum, anus atau melalui lubang masuk yang lain. Umumnya patogen (penyebab penyakit) masuk ke dalam tubuh rnelalui mulut atau alat pencernaan.

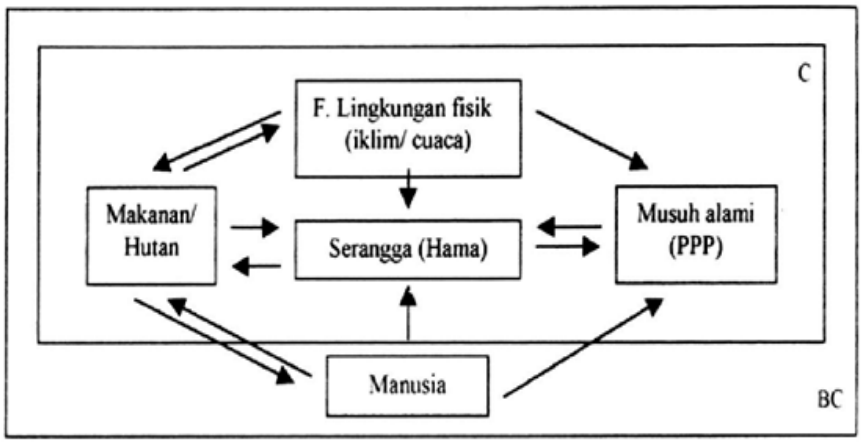
Faktor manusia

Aktivitas manusia baik secara Iangsung maupun tidak langsung dapat berpengaruh positif maupun negatif terhadap aktivitas hidup serangga hama. Aktivitas manusia terkait dalam melakukan pemeliharaan tanaman

misalnya perlakuan pemupukan yang tidak menerapkan prinsip keseimbangan unsur hara maka dapat menimbulkan kelebihan unaur hara tertentu sehingga menyebabkan senyawa tertentu yang mengundang daya tarik serangga hama untuk memakannya. Akibatnya tanaman akan diserang oleh serangga hama. Demikian sebaliknya, kekurangan unsur hara pada suatu tanaman yang tidak mendapatkan pemeliharaan pemupukan sehingga rentan terhadap OPT misalnya penyebab penyakit.

Hubungan antara serangga hama dengan lingkungannya

Dari uraian tersebut di atas dapat dikemukan bahwa hubungan antara serangga dengan lingkungannya dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 10. Skema sederhana Hubungan timbal balik antara seragga hama dengan faktor lingkungannya

Keterangan:

NC = Pengendalian alami (*Natural Control*)
BC = Pengendalian biologi(*Biological Control*)
PPP= Parasit (oid), Predator, dan Patogen

Pada gambar di atas dapat dilihat hagaimana serangga (sebagai hama)hidup dalam suatu lingkungan. Dalam lingkungan, serangga akan berinteraksi,baik secara langsung maupun tidak langsung, dengan faktor

lingkungan biotikyang terdiri atas kualitas dan kuantitas makanan, musuh-musuh alami yang terdiri atas predator, parasit dan patogen, dan juga manusia sebagai pengelolatanaman khususnya tanaman perkebunan.

Seperti telah diuraikan bahwa aktivitas serangga maupun pertumbuhan populasinya dipengaruhi oleh faktor daya biotik (biotik potential) dan faktor resistensiIingkungan (*environment resistance*). Biotik potential merupakan faktor yang berpengaruh terhadap meningkatnyakepadatan populasi serangga pada suatu periode tertentu, sedangkan *environment resistance*merupakan faktor yang bekerja menghambat biotik potential. Ada 3 bentuk yang akan terjadi karena adanya interaksi antara biotik potential dan *environment resistance*, yaitu:

1) Kondisi biotik potential (Bp) jauh lebih besar daripada *environment resistance* (er)

Apabila keadaan ini terjadi maka kepadatanpopulasi serangga akan rneningkat dengan pesat dan dimungkinkan terjadinya eksplosi, dan menyebabkan terjadinya kerugian secara ekonomis. Pada kondisi ini akan terjadi 3 bentuk eksplosi, yaitu eksplosi periodis, eksplosi sporadis dan eksplosi kontinyu.

(a) Eksplosi periodis adalah bentuk eksplosi yang terjadi secara periodis sesuai dengan periodisitas pertumbuhan tanaman yang menjadi sumber makanannya.

(b) Eksplosi sporadis adalah bentuk eksplosi yang terjadi pada tempat-tempat tertentu secara sporadis.

(c) Eksplosi kontinyu adalah bentuk eksplosi yang terjadi terus-menerus sepanjang tahun atau bahkan selama periode tertentu lebih dari 1 tahun.

2) Kondisi biotik potential (Bp) sama dengan *environment resistance* (er)

Apabila kondisi ini terjadi maka populasi seranggadalam keseimbangan. Hal tersebut terjadi karena peningkatan populasi (bp) selalu diikuti oleh kemampuan menghambat faktor lingkungan (er). Pada kondisi ini meskipun terjadi kerusakan tetapi dalam skala kecil atau bahkan sangat kecil.

3) Kondisi biotik potential (Bp) jauh lebih kecil dari pada *environment resistance* (er)

Apabila kondisi ini terjadi maka kepadatan populasi serangga akan menjadi sangat rendah, dan bahkan secara teoritis dapat menjadi punah.

d. <u>Perencanaan metode pengendalian hama</u>

Untuk membuat perencanaan metode pengendalian hama yang akan dilakukan maka perlu dipelajari beberpa metode pengendalian sebagai berikut:

1) Metode pengendalian secara bercocok tanam

Prinsip pengendalian hama secara bercocok tanam adalah menciptakan kondisi agro ekosistem tidak sesuai untuk kehidupan dan perkembangbiakan hama tanaman. Sehingga dapat nengurangi laju peningkatan populasi hama. Selain itu juga menciptakan kondisi lingkungan yang sesuai untuk perkembangan musuh alami. Pengendalian hama secara bercocok tanam merupakan tindakan preventif atau pencegahan sehingga harus dilakukan jauh-jauh hari sebelum ada serangan hama.

Beberapa teknik pengendalian hama secara bercocok tanam yaitu:

a) Sanitasi; membersihkan sisa-sisa atau bagian-bagian tanaman setelah panen. Sisa-sisa atau bagian-bagian tanaman tersebut seringkali dijadikan sebagai tempat berlindung, berdiapause, tempat tinggal sementara sebelum tanaman utama ditanam kembali.
b) Pengolahan tanah; ada spesies serangga tertentu yang sebagian siklus hidupnya dalam tanah. Contoh:Agrotis iphsilon. Jika tanah diolah serangga tersebut akan terangkat ke atas, mati karena sengatan sinar matahari ataupun ditemukan oleh musuh-musuh alaminya seperti Heliothissp.
c) Pergiliran tanaman; bertujuan untuk memutuskan siklus hidup hama tertentu. Caranya jangan menanam spesies tanaman yang menjadi inang dari hama tertentu.
d) Penanaman serentak; dimaksudkan agar ketersediaan bahan makanan untuk hama menjadi lebih singkat dan pada suatu saat pertanaman tidak ada populasi hama dan populasi hama dapat dihambat.
e) Pengaturan jarak tanam; jarak tanam sangat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman dan juga terhadap populasi hama per unit waktu, serta berpengaruh terhadap perilaku hama dalam mencari makan dan tempat bertelur.
f) Pemupukan; penerapan teknik pemupukan berimbang dapat menekan serangan hama. Contoh tanaman teh yang terserang hama penggerek batang (Xylobarus fornicatus) di Srilanka dapat dikurangi intensitas serangannya dengan pemberian pupuk N yang cukup. Unsur N dapat merangsang jaringan baru pada bagian yang rusak.
g) Penanaman tanaman perangkap; tanaman perangkap adalah tanaman yang sengaja ditanam untuk menarik dan memusatkan hama pada tanaman tersebut untuk kemudian dikendalikan. Contoh: kacang hijau dan jagung yang ditanam diantara tanamankapas dapat mengurangi populasi populasi Heliothis sp. pada tanaman kapas.

2) Metode pengendalian dengan varietas tanaman yang tahan hama

Daya tahan tanaman terhadap hama didefinisikan sebagai sifat-sifat yag diturunkan oleh tanaman yang mempengaruhi derajat kerusakan oleh serangga hama. Tanaman yang tahan merupakan tanaman yang menderita kerusakan yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan tanaman lain dalam keadaan lingkungan yang sama dengan tingkat populasi hama yang sama. Jadi tanaman yang tahan, kehidupan dan perkembangbiakan hama menjadi lebih terhambat dibandingkan apabila populasi tersebut berada pada tanaman yang peka atau tidak tahan. Sifat ketahanan ini merupakan sifat asli yang diturunkan atau terbawa oleh faktor genetik.

3) Metode pengendalian hama secara fisik dan mekanik

Metode pengendalian serangga hama secara fisik dapat dilakukan dengan beberapa teknik yaitu

a) Teknik mengendalikan hama secara manual

Teknik pengendalian hama secara manual merupakan teknik pengendalian hama dengan menangkap atau membunuh langsung hama yang mengganggu atau merusak di petanaman, penangkapan tersebut bisa hanya dengan tangan atau menggunakan alat bantu seperti; kuas, jaring serangga, kayu pemukul dan lain sebagainya. Selain itu dapat pula dilakukan pengumpulan telur-telur serangga hama lalu memusnahkannya.

b) Teknik mengendalikan hama dengan sinar ultra violet

Teknik ini menggunakan sinar ultra violet sebagai perangkap, biasanya dilakukan untuk mengendalikan hama yang beraktivitas di malam hari seperti ngengat. Ngengat melakukan perkawinan dan peletakkan telur pada bagian tanaman pada malam hari. Ngengat tertarik akan cahaya seperti dari sinar ultra violet. Penggunaan sinar ultra violet untuk pengendalian hama ini disebut (black light trap). Setelah banyak ngengat yang terperangkap dan terkumpul, pada saat itulah dilakukan kegiatan membunuh hama secara langsung.

c) Teknik mengendalikan hama dengan warna penarik serangga

Ada beberapa warna yang menarik bagi serangga, di antaranya warna kuning. Petani biasanya menggunakan perangkap warna kuning dari lembaran kertas warna kuning berukuran 10 cmx20cm yang dibungkus plastik, kemudian dilapisi oli atau lem tikus. Selanjutnya perangkap digantung setinggi ± 50 cm di atas tajuk tanaman menggunakan tiang kayu/besi, dapat dipasang 5 perangkap/petak dengan posisi seperti huruf X. Serangga yang tertarik akan menabrak plastik dan menempel dalam perangkap tersebut. Serangga hama yang terperangkap biasanya dari golongan Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Orthoptera, Diptera dan Thysanoptera.

d) Teknik mengendalikan hama dengan sistem penggenangan

Teknik ini umumnya dilakukan pada lahan sawah setelah panen, untuk mengendalikan hama penggerek batang (*Scircophaga innotata*), selain itu untuk mengendalikan hama yang telurnya diletakkan dalam tanah seperti belalang, ulat yang hidup di tanah seperti ulat tanah (*Agrotis ipsilon*), hama yang berpupa di dalam tanah seperti lalat buah.

e) Teknik mengendalikan hama dengan perangkap feromonsex

Beberapa jenis hama seperti lalat buah dapat dikendalikan dengan menggunakan perangkap feromon sex dengan menggunakan methyl eugenol. Perangkap bisa dibuat dari botol plastik kemasan air minum mineral (Aqua dll). Methyl eugenol dalam botol dapat dibeli di toko-toko pertanian. Methyl eugenol diteteskan sebanyak 2-3 tetes pada kapas yang digantungkan pada botol aqua, bagian bawah botol diisi dengan minyak kelapa, sehingga lalat buah yang terperangkap dan jatuh ke dalam genangan minyak akan mati. Sebagai alternatif methyl eugenol, bahan kimia perangkap feromon

sex dapat dibuat sendiri yaitu dari bahan-bahan alami, seperti; 100 gram kulit jeruk (apa saja) atau kulit timun, 100 ml ammonia atau urine, dan 0,5 liter air biasa, masukkan semua bahan tersebut ke dalam ember kecil, aduk merata lalu biarkan semalam, kemudian campurkan larutan umpan dengan 15 liter air dan tuangkan campuran tersebut ke dalam botol-botol perangkap. Pasang botol-botol perangkap tersebut 50 cm dari atas tajuk tanaman.

f) Teknik mengendalikan hama dengan penghalang (*barrier*)

Penghalang dapat berupa; penggunaan tanaman penolak/pemecah angin (*wind breaker*) berupa pepohonan yang ditanam pada tepi lahan tanaman, dimaksudkan untuk menahan angin yang berpotensi membawa hama. Tanaman yang dapat digunakan dan cukup efektif dalam menahan angin yang berpotensi membawa hama dan sumber penyakit adalah jagung. Hal ini disebabkan karena tanaman jagung pohonnya tinggi dan daunnya panjang dan lebar serta berbulu. Penanaman jagung biasanya dilakukan 2 minggu sebelum menanam tanaman pokok**.** Penanaman jagung dilakukan secara zigzag sebanyak 6-8 baris dengan jarak tanam 15 cm x 20 cm. Selain itu, penggunaan paranet pada batas-batas lahan tanaman dapat menghalangi serangan hama-hama yang terbang ke pertanaman.

4) Pengendalian secara biologi (hayati)

Pengendalian hayati adalah suatu pengendalian hama yang dilakukan secara sengaja memanfaatkan atau memanipulasi musuh-musuh alami untuk menurunkan populasi hama.Pengendalian secara hayati dalam pengertian ekologi didefinisikan sebagai pengaturan populasi organisme dengan musuh-musuh alami hingga kepadatan populasi organisme tersebut berada dibawah rata-ratanya atau lebih rendah di bandingkan apabila musuh alami tidak ada.

Pengendalian alami adalah merupakan proses pengendalian yang berjalan dengan sendiri tanpa ada campur tangan manusia. Pengendalian alami terjadi tidak hanya karena bekerjanya musuh-musuh alami tetapi juga karena bekerjanya komponen-komponen ekosistem.

Komponen-komponen pengendalian hayati dapat berupa:

a). Parasitoid dan Parasit

Parasit adalah binatang atau organisme yang hidup didalam atau pada organisme lain yang lebih besar yang merupakan inangnya. Karena memakan atau menghisap cairan inangnya.Parasitoid adalah serangga yang memarasit serangga lain. Pada parasitoid yang bertindak sebagai parasit adalah stadia pradewasa, sedangkan imagonya hidup bebas dan tidak terikat pada inangnya.

Faktor-faktor yang mendukung efektivitas pengendalian dengan parasitoid yaitu:

- Daya kelangsungan hidupnya baik
- Hanya satu atau sedikit individu inang yang diperlukan untuk melengkapi siklus hidupnya.
- Populasi parasitoid dapat bertahan meskipun dalam keadaan populasi yang rendah.
- Memiliki inang yang sempit.
- Kelemahan parasitoid sebagai pengendali:
- Daya cari inang seringkali dipengaruhi oleh cuaca
- Serangga betina yang berperan utama karena mereka yang melakukan pencarian inang untuk peletakan telur.
- Parasitoid yang memiliki daya cari inang biasanya jumlah telurnya sedikit.

b). Predator

Predator merupakan organisme yang hidup bebas dengan memakan atau memangsa organisme yang lain.Perbedaan antara parasitoid

dengan predator. Parasitoid umumnya nersifat monophag atau oligophag, sedangkan predator bersifat poliphag.

c). Patogen

Serangga seperti juga organisme lainnya dalam hidupnya juga diserang oleh banyak patogen atau penyakit yang disebabkan oleh: Virus, Cendawan, Bakteri, Nematoda, dan Protozoa. Beberapa patogen yang dalam kondisi lingkungan tertentu merupakan faktor mortalitas utama pada populasi serangga. Oleh karena kemampuannya membunuh serangga hama sehingga sejak lama patogen digunakan dalam pengendlian hayati.

Penerapan teknik pengendalian hayati yaitu dengan cara

- introduksi; artinya memasukkan atau mengimpor musuh alami dari suatu daerah atau negeri ke daerah lain sering kali cara ini disebut sebagai cara klasik.
- augmentasi; merupakan teknik penambahan musuh alami secara periodik dengan tujuan untuk meningkatkan jumlah dan pengaruh musuh alami.
- konservasi; merupakan usaha untuk mempertahankan atau melestrarikan musuh alami yang telah ada di suatu daerah. tekhnik ini bertujuan untuk menghindarkan tindakan yang dapat menurunkan populasi musuh alami misal penggunaan pestisida secara sembarangan.

5) Pengendalian hama terpadu

Metode pengendalian hama terpadu adalah suatu konsepsi atau cara berpikir mengenai pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) dengan pendekatan ekologi yang bersifat multidisiplin untuk mengelola populasi hama dan penyakit dengan memanfaatkan beragam

taktik pengendalian yang kompatibel dalam suatu kesatuan koordinasi pengelolaan. Karena PHT merupakan suatu sistem pengendalian yang menggunakan pendekatan ekologi, maka pemahaman tentang biologi dan ekologi hama dan penyakit menjadi sangat penting.

Ada tiga prinsip dasar yang mendorong penerapan PHT secara nasional,terutama dalam rangka program pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan :

a) Budidaya tanaman sehat

Budidaya tanaman yang sehat dan kuat menjadi bagian penting dalam program pengendalian hama dan penyakit. Tanaman yang sehat akan mampu bertahan terhadap serangan hama dan penyakit dan lebih cepat mengatasi kerusakan akibat serangan hama dan penyakit tersebut. Oleh karena itu, setiap usaha dalam budidaya tanaman paprika seperti pemilihan varietas, penyemaian, pemeliharaan tanaman sampai penanganan hasil panen perlu diperhatikan agar diperoleh pertanaman yang sehat, kuat dan produktif, serta hasil panen yang tinggi.

b) Pemanfaatan musuh alami

Pengendalian hayati dengan memanfaatkan musuh alami yang potensial merupakan kegiatan utama dalam PHT. Dengan adanya musuh alami yang mampu menekan populasi hama, diharapkan di dalam agroekosistem terjadi keseimbangan populasi antara hama dengan musuh alaminya, sehingga populasi hama tidak melampaui ambang toleransi tanaman.

c) Pengamatan rutin atau pemantauan/monitoring

Agroekosistem bersifat dinamis, karena banyak faktor di dalamnya yang saling mempengaruhi satu sama lain. Untuk dapat mengikuti perkembangan populasi hama dan musuh alaminya serta untuk mengetahui kondisi tanaman, harus dilakukan pengamatan secara

rutin. Informasi yang diperoleh digunakan sebagai dasar tindakan yang akan dilakukan.

6) Pengendalian hama secara kimiawi

Metode pengendalian hama secara kimiawi merupakan metode yang sudah biasa dilakukan oleh para petani kebun atau perusahaan perkebunan. Prinsipnya pengendalian secara kimiawi yaitu menggunakan senyawa kimia yang bersifat racun atau dikenal dengan nama pestisida. Karena bersifat racun dan menimbulkan dampak negatif bagi alam sekitarnya maka dalam penggunaannya harus secara sesuai prosedur dan bijaksana (tidak sembarangan).

e. Pelaksanaan Pengendalian Hama Tanaman

Uraian tentang pelaksanaan pengendalian hama tanaman lebih ditekankan pada metode yang praktis pelaksanaannya tetapi mengandung resiko bagi kelangsungan hidup organisme di alam.

1) Pengendalian hama dengan pestisida secara bijaksana

Pengendalian secara kimiawi sebenarnya dapat dilakukan dengan meng gunakan zat pemikat *(attractans),* zat penolak (*repellents*), zat pemandul (*kemosterilans*). Di antara berbagai cara pengendlian hama secara kimia yang paling banyak dilakukan adalah menggunakan pestisida. Ada beberpa hal penting yang perlu diperhatikan agar pemakaian pestisida tersebut efektif dan efisien yaitu:

a) Jenis pestisida harus tepat dan sesuai dengan jenis organisme pengganggu yang akan dikendalikan sehingga alat dan bahan ~~harus~~dapat disesuaikan. Alat semprot yang digunakan meliputi alat semprot sederhana (*hand sprayer*), *knapsack sprayer*, *mist blower*, dan *power sprayer*. Sedangkan jenis pestisida dikelompokkan sebagai berikut:

Insektisida: bahan kimia untuk mengendalikan hama serangga
Acarisida: bahan kimia untuk mengendalikan hama tungau
Nematisida: bahan kimia untuk mengendalikan hama nematoda
Ovisida: bahan kimia untuk memberantas telur serangga
Larvasida: bahan kimia untu memberantas larva serangga
Rodentisida: bahan kimia untu mengendalikan hama tikus
Molluscida : bahan kimia untu mengendalikan hama siput

b) Dosis dan konsentrasi pestisida yang akan digunakan harus tepat. Dosis adalah jumlah pestisida dalam liter atau kilogram yang digunakan untuk mengendalikan hama per satuan luas tertentu. Sedangkan konsentrasi pestisida dibagi dalam tiga macam:
   - Konsentrasi bahan aktif yaitu persentase bahan aktif suatu pestisida dalam larutan yang sudah dicampur dengan air.
   - Konsentrasi formulasi yaitu banyaknya pestisida dalam ml atau gram setiap liter air.
   - Konsentrasi larutan (konsentrasi pestisida dalam larutan) yaitu persentase kandungan pestisida dalam suatu larutan jadi.

c) Kaliberasi alat semprot

   Pengendalian serangga hama secara kimia merupakan tindakan yang luas diterapkan pada areal tanaman perkebunan. Karena itu, penggunaannya harus dilakukan secara cermat karena selain harga pestisida relatif mahal juga mengurangi residu pestisida yang berbahaya bagi lingkungan hidup.

   Dosis pestisida/ha yang digunakan untuk pengendalian serangga hama sangat tergantung dari populasi sasaran. Untuk kepraktisan di lapangan, dosis tersebut harus dikonversi menjadi konsentrasi dan volume larutan semprot. Untuk keperluan tersebut, terlebih dahulu harus dilakukan kalibrasi alat semprot, nozel, dan kecepatan jalan untuk mengetahui kebutuhan volume semprot per ha. Selanjutnya, konsentrasi larutan

semprot dihitung dengan memakai data dosis per ha dan kebutuhan volume larutan semprot per ha.

Ada 5 kategori volume semprot yang umum digunakan untuk penggunaan pestisida sebagai berikut:

Tabel 5. Katagori Volume Semprot

Katergori volume semprot	**Vol. semprot (l/ha)**
Hight Volume	> 600
Medium Volume	400 – 600
Low Volume	200 – 400
Very Low Volume	50 – 200
Ultra Low Volume	< 50

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan bila menggunakan LV atau VLV sebagai berikut.

a) Saringan halus mutlak diperlukan untuk mencegah terjadinya penyumbatan nozel akibat penggunaan air yang kurang bersih.
b) Pelaksanaan aplikasi harus hati-hati agar tidak merusak tanaman akibat kabut semprotan .
c) Kalibrasi serta pengarahan teknis yang benar mutlak dilakukan karena kesalahan yang kecil dalam penyemprotan dapat berakibat fatal.

Untuk memperoleh hasil penyemprotan yang efektif dan efisien, sebelum dilakukan penyemprotan di lapangan perlu dilakukan kalibrasi alat. Tujuannya agar diperoleh dosis dan konsentrasi yang tepat sesuai dengan rekomendasi. Alasan dilakukannya kalibrasi pada alat ini sebagai berikut:

a) Kecepatan jalan penyemprot sangat dipengaruhi oleh kondisi areal yang akan disemprot.

b) Alat (terutama nozel) akan mengalami keausan setelah pemakaian beberapa kali sehingga volume semprot berubah.

Berikut adalah contoh kalibrasi untuk mengetahui volume semprot (liter/ha blanket).

(1) Ukur lebar semprotan rata-rata (m) (=A)
(2) Ukur jarak jalan (m) oleh operator selama 1 menit (=B)
(3) Ukur output semprot (liter/menit) pada tekanan pompa optimum (1 kg/cm2) (=C)

Volume semprot (D) diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$D = \frac{10.000 \times C}{B \times A}$$

Contoh perhitungan:

A = rata-rata lebar semprotan yaitu 1,5 m.

B = rata-rata jarak jalan operator semprot adalah 8,0 m per

10 detik (48,0 m/menit).

C = rata-rata output semprotan yaitu 1,6 liter/menit.

D = volume semprot (l/ha)

$$\text{Volume semprot} = \frac{(10.000 \times 1,6 \text{ l/menit})}{(48,0 \text{ m/menit} \times 1,5 \text{ m})}$$

$$= 222 \text{ l/ha}$$

Selanjutnya, kebutuhan bahan herbisida untuk satu tangki alat semprot (Solo atau RB 15) yang berisi 15 Iiter dapat dihitung bila dosis herbisida telah ditentukan.

Contoh perhitungan:

Pemakaian Pestisida X untuk penyemprotan serangga hama kepik membutuhkan dosis 6,0 l/ha blanket, sedangkan volume semprot 222 l/ha blanket. Berapakah Pestisida X yang dibutuhkan dalam volume 15 I (volume isi tangki alat semprot)?

Kebutuhan pestisida X

$$\text{Kebutuhanpestisida} = \frac{15 \text{ liter}}{222 \text{ liter}} \times 6{,}0 \text{ liter} = 405 \text{ ml}$$

d) Perhitungan kebutuhan pestisida

Contoh Diketahui kebutuhan cairan semprot 320 liter/ha. Untuk mengendalikan hama seluas 0,5 ha, konsentrasi semprotan yang dianjurkan untuk pestisida 45 EC adalah 0,04%.

(a) Jika kapasitas alat semprot yang digunakan 8 iter, berapa kebutuhan cairan semprot untuk mengendalikan hama selaua areal tersebut?

(b) Berapa liter formulasi dagang yang dibutuhkan untuk menangani areal tersebut?

(c) Berapa liter formulasi dagang yang dibutuhkan untuk pengisian alat semprot?

Jawab:

- Kebutuhan cairan semprot = 320 liter/ha
- Konsentrasi yang dianjurkan:= 0,04%
- Konsentrasi bahan aktif dalam formulasi 45 EC: 45%
- Kapasitas alat semprot= 8 liter
- Hama yang harus dikendalikan 0,5 ha = 5000 m^2

a. Kebutuhan cairan semprot untuk menangani hama seluas 0,5 ha adalah:

$$= \frac{\text{Luas areal yang ditangani}}{10.000\ m^2} \times \text{kebutuhan cairan semprot/ha}$$

$$= \frac{5.000\ m^2}{10.000\ m^2} \times 320 \text{ liter} = 160 \text{ liter}$$

b. Kebutuhan pestisida (formulasi dagang) untuk mengendalikan hama seluas 0,5 ha

$$\text{Volpestisida} = \frac{\text{Keb cairan semprot 0,5 ha x konsentrasi yang dianjurkan}}{\%\text{ bahan aktif dalam formulasi}}$$

$$\text{Volpestisida} = \frac{160 \text{ liter} \times 0{,}04}{45} = 0{,}142 \text{ liter}$$

c. Kebutuhan pestisida (formulasi dagang) untuk pengisian alat semprot yaitu:

$$\text{Vol pestisida per pengisian sprayer} = \frac{\text{Vol formulasi komersial utk 0,5 ha x kapasitas sprayer (lt)}}{\text{Kebutuhan cairan semprot untuk 0,5 ha}}$$

$$= \frac{0{,}142 \times 8}{160} = 0{,}007 \text{ liter}$$

3. Evaluasi pelaksanaan pengendalian hama

Setelah pelaksanaan pengendalian serangga hama dengan metode tertentu maka dilakukan evaluasi berdasarkan hasilnya. Evaluasi tersebut harus menjawab beberapa aspek antara lain:

- Keberadaan serangga hama sebagai penyebab kerusakan tanaman
- tingkat kerusakan tanaman; semakin menurun atau sebaliknya
- jumalh biaya yang dikeluarkan

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah membaca uraian materi di atas minimal diperoleh gambaran berkaitan dengan pengelolaan pengendalian hama. Untuk mempertajam pemahaman dan pengalaman, maka lakukanlah aktivtas pembelajaran dengan pendekatan pembelajaran saintifik. Dalam pembelajaran ini diharapkan mampu membuat perencanaan, pelaksanaan, dan mengevaluasi tindakan pengendalian dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Bentuklah kelompok (2-3) orang dan bekerja secara tim yang solid.
2. Jika disediakan areal tanaman perkebunan kakao dan kelapa sawit maka lakukanlah observasi terhadap tanda-tanda dan gejala kerusakan yang terjadi pada organ tanaman akibat serangan serangga hama!
3. Diskusikan dengan ~~a~~nggotakelompok tentang persiapan alat dan bahan untuk keperluan observasi tersebut.
4. Buatlah petak sampel (secara diagonal atau bentuk huruf U atau secara acak bebas) pada areal tanaman perkebunan yang akan dilakukan observasi.

    a. Gunakan contoh format 1 observasi terhadap tanda-tanda dan gejala kerusakan.

b. Lakukanlah observasi (simulasi selama 3-5 hari rutin setiap hari) secara cermat dan teliti bekas tusuk/gigitan/gerekan, pada semua bagian tanaman. Dan catatlah pada form yang ada (bisa dikembangkan).
c. Berdasarkan hasil catatan yang Anda temukan, lakukan diskusi terhadap fakta-fakta yang berupa tanda-tanda dan atau gejala kerusakan tanaman danserangga hama yang ditemukan di area tanaman perkebunan kakao atau kelapa sawit.

Format1. Observasi tanda-tanda dan gejala kerusakan tanaman

No	Nama Tanaman dan bagian tanaman yang rusak	Gambar/ foto tanda-tanda dan gejala tanaman yang rusak serta jumlah bagian tanamanyang rusak	Jenisserangga atau benda-benda yang ditemukan pada tanaman,	Jumlah (populasi) serangga hama
dst				

d. Berdasarkan data hasil pengamatan hitung populasi serangga hama yang ~~Anda~~ ditemukan.
e. Tentukan jenis serangga hama apa saja yang ~~Anda~~ditemukan dan manakah yang populasinya paling besar !
~~f.~~ Berdasarkan temuan jenis serangga hama dan catatan populasi serangga hama, diskusikan rencana tindakan dan metode pengendalian serangga hama apa yang paling tepat~~.~~
g. Lakukan percobaan metode pengendalian serangga hama pada areal tanaman yang terserang.
h. Amati dan catat hasil percobaan metode pengendalian serangga hama

i. Lakukan evaluasi metode pengendalian serangga hama yang Anda lakukan berdasarkan hasilnya.
j. Presentasikan pengalaman pembelajaran mulai dari perencanaan hingga pelaksanaandanmetode pengendalian organisme serangga hama.

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Judul : **Pengamatan/pemantauan kepadatan hama tanaman**
2. Tujuan : Peserta diklat mampu menentukan sampel pengamatan hama pada tanaman sesuai prosedur di lapangan.
3. Waktu 3 x JP
4. Alat dan Bahan :
   - Areal tanaman perkebunan kakao/kelapa sawit
   - Meteran
   - Tali rafia
   - Golok
   - Ajir
   - Kantong plastik
   - Gunting
   - Pisau
   - Loup
   - Alat Pelindung Diri (APD)
5. Keselamatan Kerja

   Dalam pelaksanaan pemantauan kepadatan hama tanaman ada beberapa hal yang harus diperhatikan:

   - Gunakan pakaian lapangan untuk bekerja di lahan
   - Pastikan semua peralatan yang digunakan dalam kondisi baik sesuai fungsinya
   - Gunakan alat pelindung diri secara lengkap dan benar
   - Siapkan persediaan obat luka

- Setelah selesai pelaksanaan kegiatan pastikan semua peralatan dalam keadaan bersih dan berfungsi baik kembali, kemudian catatlah kegiatan penggunaan dan kondisi alat sesuai format kartu yang tersedia.
- Kembalikan dan atur penempatan peralatan seperti semula

6. Langkah Kerja
   a. Bentuklah kelompok beranggotakan 2-3 orang;
   b. Bagi tugas setiap anggota kelompok sehingga masing-masing memiliki peran dan tanggungjawab yang jelas;
   c. Keberhasilan tugas merupakan hasil kerja tim;
   d. Persiapkan semua peralatan pengolahan tanah dan perlengkapan APD;
   e. Lakukan pada permulaan dan pengakiran bekerja dengan berdoa;
   f. Tentukan ukuran sampel 50% dari 30 tanaman yang ada di lahan
   g. Pola pengambilan sampel secara diagonal atau huruf U
   h. Interval pengambilan sampel 1 minggu sekali selama satu bulan
   i. Tentukan ambang tindakan 5 ekor hama per bagian tanaman
   j. Pengamatan dilakukan di lahan berbeda untuk kelompok yang berbeda. Data hasil pengamatan secara rutin pagi hari (6 hari) dicatat menggunakan Format 2.

Format2. Pengamatan Kepadatan Populasi Hama
(Rutin setiap pagi hari selama 6 hari)

Lokasi areal tanaman: .....

Nama Tanaman: .....

Hari/Tanggal : .....

Pengamatan ke: .....

No	Nama serangga hama	Deskripsi kerusakan tanaman	Jumlah (populasi) hama	Keterangan

F. Rangkuman

Pengelolaan pengendalian hama pada tanaman perkebunan secara garis besar meliputi tahap perencanaan pengendalian hama, melakukan tindakan pengendalian hama, dan evaluasi pelaksanaan pengendalian hama berdasarkan hasil. Berikut rangkuman dari kegiatan pengelolaan pengendalian hama pada tanaman perkebunan.

1. Perencanaan pengendalian hama pada tanaman

   Di antara ketiga tahap tersebut perencanaan pengendalian hama merupakan langkah penting dan sangat menentukan untuk melaksanakan tahap berikutnya.Untuk dapat membuat perencanaan pengendalian hama tanaman yang baik harus menguasai pemahaman dan keterampilan:

   a. Mengidentifikasi hama termasuk didalamnya morfologi dan anatomi perkembang biakkan, siklus hidup, dan ekologi serangga.
   b. Mengidentifikasi tanda-tanda kerusakan tanaman akibat serangga hama
   c. Mendiagnosa kerusakan tanaman untuk menentukan organisme hama sebagai penyebabnya.

   Setelah diketahui organisme hama tertentu sebagai penyebab kerusakan tanaman maka berikutnya disusun perencanaan metode pengendaliannya. Ada beberapa metode pengendalian hama yaitu:

a. Pengendalian secara bercocok tanam
b. Pengendalian dengan varietas tahan
c. Pengendalian secara fisik dan mekanik
d. Pengendalian secara biologi (hayati)
e. Pengendalian hama terpadu
f. Pengendalian secara kimiawi

Di antara beberapa metode pengendalian hama dianalisis dan dipilih dengan mempertimbangkan antara lain:

- Kesesuaian serangga hama sebagai penyebab kerusakan tanaman,
- Besarnya biaya,
- Kebutuhan tenaga kerja
- Aspek kelestarian lingkungan hidup

2. Pelaksanaan pengendalian hama pada tanaman perkebunan

   Setelah dipastikan metode pengendalian hama yang dipilih maka dilaksanakan tindakan pengendalian. Proses pelaksanaan pengendalian hama pada tanaman perkebunan mengikuti katentuan yang ada pada masing-masing metode pengendalian hama.

3. Evaluasi pengendalian hama

   Setelah pelaksanaan pengendalian serangga hama dengan metode tertentu maka dilakukan evaluasi berdasarkan hasilnya. Evaluasi tersebut harus menjawab beberapa aspek antara lain:

   - keberadaan serangga hama sebagai penyebab kerusakan tanaman
   - tingkat kerusakan tanaman; semakin menurun atau sebaliknya
   - biaya yang dikeluarkan

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Sebagaimana diıketahui bahwa hama, tanaman, dan lingkungan memiliki hubungan yang saling mempengaruhicontoh aktivitas tanaman dipengaruhi oleh

kondisi lingkungan, dan kondisi tertentu pada tanaman akan menarik hama untuk mengkonsumsinya. Berkaitan dengan interaksi ketiga komponen tersebut lakukanlah tugas sebagai berikut:

Dari pengalaman belajar :

1. Kelompok hama manakah yang banyak ditemukan di lapangan. Jelaskan!
2. Kondisi tanaman seperti apa yang banyak terserang hama. Jelaskan!
3. Tingkat kepadatan populasi hama berapakah yang di atas ambang ekonomi. Jelaskan!

H. Kunci Jawaban

1. Kelompok hama yang banyak ditemukan di lapangan adalah insekta atau serangga. Karena, serangga sebagian besar (dominan) merupakan hama di daerah daratan.
2. Kondisi fisik tanaman terlalau subur dan lingkungan lembab. Karena kelebihan unsur hara tertentu menghasilkan senyawa tertentu yang menarik serangga hama.
3. Tingkat kepadatan populasi hama di atas ambang ekonomijika populasi serangga hama pada sampel tanaman yang diamati melebihi jumlah populasi yang sudah ditetapkan.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2.
PENGENDALIAN PENYAKIT TANAMAN PERKEBUNAN

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran 2, peserta pelatihan diharapkan mampu:

1. Menyusun perencanaan pengendalian penyakit pada tanaman perkebunan berdasarkan hasil observasi lapangan secara benar.
2. Melaksanakan pengendalian penyebab penyakit pada tanaman perkebunan secara benar.
3. Mengevaluasi tindakan pengendalian penyebab penyakit padatanaman perkebunan berdasarkan hasilnyasecara benar.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Merencanakan pengendalian penyebab penyakit sesuai intensitas serangan.
2. Menentukan jenis penyebab penyakit berdasarkan spesifikasinya.
3. Menganalisis kerusakan tanaman akibat gangguan penyebab penyakit.
4. Menentukan metode pengendalian penyebab penyakit berdasarkan kerusakan tanaman.
5. Mengevaluasi hasil pengendalian penyebab penyakit berdasarkan keberhasilannya.

C. Uraian Materi

Masalah penyakit tanaman yang diakibatkanolehinfeksi patogen merupakan hal yang menarik untuk dipelajari dan dicari alternatif solusinya. Jika masalah penyakit tidak segera mendapat penanganan pengendalian secara serius maka dapat menimbulkan kerugian ekonomi sebesar 100 %. Karena itu langkah awal diperlukan perencanaan pengendalian, berikutnya pelaksanaan tindakan pengendalian dan evaluasi pelaksanaan tindakan pengendalian penyakit tanaman berdasarkan hasilnya.

Kemampuan membuat suatu perencanaan pengendalian suatu penyakit tanaman dimulai dari kemampuan untuk melakukan diagnosis penyebab penyakit tanaman perkebunan sehingga dapat diduga/diketahui penyebab penyakitnya. Untuk itu diperlukan kemampuan mengenal tanda-tanda dan gejala tanaman yang terinfeksi penyebab penyakit (patogen).

Bertitik tolak dari identifikasi tanda-tanda dan gejala tanaman yang terinfeksi penyebab penyakit di lapangan dan dilengkapi dengan hasil pengamatan di laboratorium, dapatdiperkirakanjenis penyakit dan penyebabnya. Berdasarkan jenis penyakit tanaman dan penyebabnya maka disusunlah rencana tindakan pengendaliannya.

Berikut ini 3 hal penting yaitu perencanaan pengendalian, pelaksanaan tindakan pengendalian dan evaluasi pelaksanaan tindakan pengendalian suatu penyakit tanaman berdasarkan hasilnya.

1. Perencanaan pengendalian suatu penyakit pada tanaman perkebunan

Untuk dapat membuat suatu perencanaan pengendalian penyakit diperlukan pemahaman suatu pengetahuan dan keterampilan tentang mengidentifikasi tanda-tanda dan gejala tanaman terinfeksi penyebab penyakit (patogen).Dengan kata lain, tahap awal mampu membedakan tanaman sehat dan tanaman yang diduga terinfeksi patogen, kemudian ditelusuri penyebab penyakitnya melalui uji laboratorium secara rumit dan kompleks untuk jenis penyebab penyakit virus.

a. Identifkasi tanda-tanda dan gejala tanaman terinfeksi patogen

Tanaman yang daunnya bercak kecoklatan dan layu menandakan adanya gangguan dalam tubuh tanaman. Gangguan tersebut dapat disebabkan oleh faktor abiotik dan faktor biotik. Gangguan yang disebabkan faktor abiotik

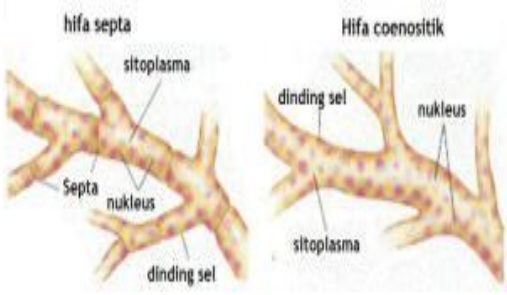
adalah gangguan fisiologi tanaman akibat kelebihan atau kekurangan unsur hara tanaman, lingkungan yang tidak sesuai. Sedangkan gangguan yang disebabkan faktor biotik adalah gangguan fisiologi tanaman akibat serangan penyebab penyakit atau infeksi patogen. Kedua penyebab gangguan fisiologi tanaman tersebut menarik untuk dipelajari, namun pada modul ini hanya dibahas tentang gangguan fisiologi tanaman akibat serangan atau infeksi penyebab penyakit (patogen).

Penyakit tanaman perkebunan dapat dikelompokkan berdasarkan faktor penyebabnya seperti; faktor fisiologis dan faktor patologis. Faktor fisiologis dapat berupa; iklim, lingkungan, unsur hara dan lain sebagainya. Sedangkan faktor patologis, atau patogen dapat berupa; cendawan, bakteri, mikoplasma, dan virus. Berikut akan dibahas tanda-tanda dan gejala tanaman terinfeksi penyebab penyakit (patogen).

Pengamatan tanda-tanda dan gejala tanaman perkebunan yang terinfeksi patogen dapat dilakukan melalui dua cara yaitu menyimak tulisan yang ada dalam buku atau lainnya danmelihat objek langsung tanaman yang mengalami sakit.

Tanaman sakit merupakan tanaman yang mengalami perubahan sifat fisiologis, perubahan pertumbuhan, perubahan morfologis sampai tingkat tertentu. Pada tingkat telah terjadi dan terlihat gejala dan tanda-tanda sebagai akibat terjadinya perubahan, baik secara histologis (jaringan), maupun yang tampak dari luarnya. Perubahan yang terjadi dalam jaringan tersebut merupakan gejala utama/pokok yang mengakibatkan penampakan tubuh tanaman sakit, mulai dari pertumbuhannya karena kerusakan secara histologis akibat dari adanya suatu penyakit, adanya tanda-tandasampai kepada gejala lapangan.

Untuk dapat menentukan tanda–tanda dan gejala penyakit tanaman maka terlebih dahulu memahami arti tanda-tanda (*sign*) penyakit tanaman dan gejala (*symptom*) penyakit tanaman. Djafaruddin (2004) menjelaskan bahwa yang dimaksud tanda-tanda penyakit ialah adanya terlihat pada tubuh atau bagian tubuh tanaman yang sakit dapat berupa benda-benda ataupun zat yang terdiri dari alat-alat tubuh dan alat pembiakan dari parasit atau patogen penyebabnya, terdapat di permukaan atau tampak dari luar. Misalnya, pada tubuh dan di pangkal tanaman sakit terlihat miselia putih berbentuk susunan kipas oleh jamur Rhizoctonia. Turrini Yudiarti (2007) menjelaskan bahwa tanda-tanda penyakit dapat berupa miselium di permukaan tanaman seperti yang terjadi pada penyakit jamur upas (*powdery mildew*), sklerotia, atau berbagai bentukan dari struktur spora (contohnya askocarp, atau badan buah seperti piknidia atau acervuli). Bentuk miselium tersebut dapat dilihat pada Gambar 11.



https://ameliadewi205.wordpress.com/2012/10/06

Gambar 11. Miselia jamur bersekat dan tanpa sekat

Struktur jamur dalam bentuk piknidia dapat ditemukan pada permukaan daun berupa bintik-bintik berwarna hitam yang merupakan piknidia cendawan. Piknidia-piknidia ini sering ditemukan sejajar dengan ibu tulang daun. Pada serangan berat, seluruh daun mengalami malformasi (mengeriting) karena pertumbuhan yang tidak seimbang antara bagian mati dan bagian yang masih hidup Daun terinfeksi sebagian besar terdapat di bagian bawah tanaman. Penyerangan biasanya diawali dari tajuk bagian bawah. Contoh piknidia pada penyakit cacar daun cengkehyang disebabkan oleh *Phyllosticta syzygii* dapat dilihat pada Gambar 12.

Gambar 12. Piknidia pada penyakit cacar daun cengkeh

Gejala penyakit tanaman sangat penting peranannya jika digunakan untuk mengidentifikasi organisme penyebab penyakit. Karena itu, gejala penyakit tanaman perlu dipahami secara benar. Gejala penyakit merupakan perwujudan secara nyata dari interaksi antara patogen dan tanaman inang. Djafaruddin (2004) mengelompokkan gejala tanaman menjadi dua hal yaitu gejala utama/pokok (*main symptoms*) dan gejala lapangan (*field symptoms*) yaitu sebagai berikut.

Gejala Utama/Pokok (M*ain Symptoms*)

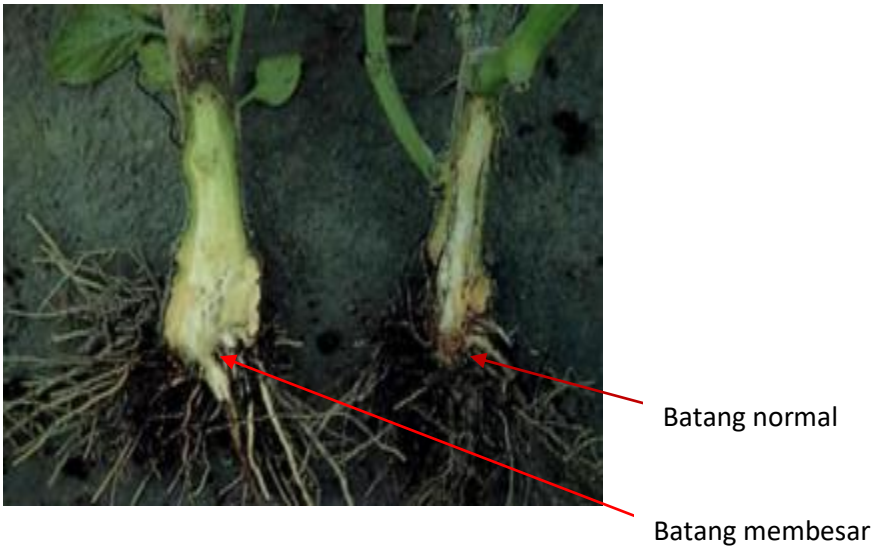
Gejala lapangan yang tampak pada tanaman sakit merupakan proses dan dampak dari gejala utama/pokok yang dialami oleh jaringan tanaman yaitu pertumbuhan tanaman tidak normal. Contoh pertumbuhan tidak normal yaitu penyimpangan dari yang biasa, dapat berupa ~~a)~~. a).Pertumbuhan yang luar biasa melebihi dari ukuran normal; dapat terjadi dengan proses hyperplasia yang dapat dikategorikan ke dalam :

1) *hyperplasia* dalam arti sempit, yaitu pertambahan ukuran jaringan dari keadaan normal disebabkan bertambahnya jumlahsel penyusun suatu jaringan, tetapi ukuransel-selnya tetap..

2) *hypertrophy* ialah bertambahnya ukuran jaringan dari keadaan normal, disebabkan bertambahnya ukuranselnya, tetapi jumlah sel-selnya tetap saja.

b). Pertumbuhan yang lebih kecil dari pada normal, dapat terjadi dengan proses yang disebut *hypoplasia.* Proses *hypoplasia* dalam arti sempit 1) *hypoplasia* yaitu berkurangnya ukuran jaringan/ organisme dari keadaan normal disebabkan berkurangnya "jumlah" dari sel-sel jaringan penyusunnya, tetapi "ukuran"nya tetap saja sel-sel tersebut.

2) *hypotrophy* ialah berkurangnya "ukuran" jaringan dari keadaan normal, disebabkan berkurangnya "ukuran" sel, tetapi "jumlah" nya tetap. Gejala penyakit tanaman yang bersifat *hyperplasia* dapat dilihat pada Gambar 13.



http://www.mysearchresults.com/search

Gambar 13. Gejala hyperplasia

Gejala penyakit tanaman dapat diamati dari terjadinya perubahan warna, umumnya yang mudah terlihat ialah daun hijau berubah menjadi kuning, merah, coklat, dan sebagainya. Selain itu, juga terjadi perubahan pada bagian lain yakni batang, akar, buah, dan bunga. Perubahan pada daun dikenal dengan klorosis yaitu hilangnya atau berkurangnya klorofil pada bagian lain sehingga

tampak pucat, becak atau berubah menjadi kotor dan sebagainya. Gejala terjadinya perubahan warna daun dapat dilihat pada Gambar 14.

http://mukegile08.files.wordpress.com/2012

Gambar 14. Gejala perubahan warna daun

Gejala suatu penyakit tanaman dapat diamati dari matinya jaringan, artinya mengering, baik pada daun, ranting dan sebagainya yang dikenal dengan istilah nekrose, artinya sel-sel jaringannya mati. Gejala nekrose dapat dilihat pada Gambar 15.

http://blog.ub.ac.id/oyizone/files/2010/05/pyricularia-oryzae-01.jpg

Gambar 15. Gejala Nekrose

Layunya tanaman atau bagian dari tubuh tanaman, biasanya juga terlihat pada daun, yang terkenal dengan nama *wilt.* Kondisi ini dapat terjadi pada bagian lain yaitu keropos dan keringnya ranting, tangkai, dan sebagainya. Layu ini dapat bersifat permanen karena hilangnya turgor di dalam sel daun, tangkai dan batang (Gambar 16).

http://vedca.siap.web.id/files/2012/03/Tanaman-Layu1.jpg

Gambar 16. Gejala penyakit layu

Gejala lapangan (*Field Symptoms*)

Gejala lapangan merupakan gejala pada tanaman yang tampak di lapangan secara menonjol yang diakibatkan karena rusak atau tak normalnya pertumbuhan tanaman dan karena pengaruh keracunan serta perangsangan tumbuh akibat zat-zat yang dihasilkan oleh parasit atau patogen. Beberapa contoh gejala lapangan sebagai berikut.

a. Layunya tanaman secara keseluruhan
b. Klorosis (pucat daun) karena terinfeksi virus mosaik
c. Nekrosis (matinya jaringan)
d. Perforasi (berlubangnya) daun
e. Gall (bengkak) atau bintil dan bisul yaitu terjadinya benjolan pada daun
f. Kanker yaitu terjadinya tukak pada kayu atau batang hingga tampak keluar cairan di dalamnya.
g. Becak daun yaitu perubahan daun menjadi coklat.
h. Busuk buah, yaitu berair dan busuknya jaringan
i. Busuk kering, yaitu busuknya jaringan tetapi kering.

j. Malformasi (perubahan bentuk) yaitu berubah bentuk tanaman atau alat organnya.
k. Oedeem yaitu bengkaknya bagian batang
l. Mumifikasi yaitu terjadi seperti mumi, yaitu rapuh, kering dan mudah dicabut.
m. Mengeritingnya daun.
n. Erinose yaitu keluarnya cairan dari kulit batang
o. Kerdil yaitu pertumbuhan dibawah normal

Berkaitan dengan tanda-tanda dan gejala penyakit berikut ini disajikan contoh penyakit pada tanaman karet, kelapa sawit, dan kakao.

1). Penyakit pada tanaman karet

Penyakit pada tanaman karet dapat digolongkan menjadi penyakit akar, penyakit bidang sadap, penyakit cabang atau batang, dan penyakit daun yaitu sebagai berikut.

(a). Penyakit Akar Putihpada tanaman karet

Penyakit Akar Putihpada tanaman karet disebabkan oleh cendawan *Rigidoporus lignosus*,

Gejala penyakit

Jamur *Rigidoporus lignosus* membentuk tubuh buah berbentuk kipas tebal, agak berkayu, mempunyai zona-zona pertumbuhan, sering mempunyai struktur serat yangradier, mempunyai tepi yang tipis. Warna permukaan tubuh buah dapat berubahtergantung dari umur dan kandungan airnya. Pada permukaan tubuh buah terdapat benangbenang jamur berwarna kuning jingga, tebalnya 2,8-4,5 µm, mempunyai banyak sekat (septum) yang tebal. Pada waktu masih muda berwarna jingga jernih sampai merah

kecokelatandengan zona gelap yang agak menonjol. Permukaan bawah berwarna jingga, bagian tepinyaberwarna kuning jernih atau putih kekuningan. Jika menjadi tua atau kering tubuh buah.

Gejala serangan lain yaitu daun-daun tanaman karet yang semula tampak hijau segar berubah menjadiberwarna hijau gelap kusam, layu akhirnya kering dan gugur kemudian diikuti kematian tanaman. Pada bagian akar menjadi busuk dan apabila perakaran dibuka maka pada permukaan akar terdapat semacam benang-benang berwarna putih kekuningan dan pipih menyerupai akar rambut yang menempel kuat dan sulit dilepas.Gejala lanjut akar membusuk, lunak dan berwarna coklat (Gambar 17).

Gambar 17. Penyakit jamur akar putih (JAP) pada tanaman karet

Fase pertumbuhan jamur akar putih (JAP)

Berdasarkan pada tingkat perkembangannya, serangan JAP di kebun dapat dikelompokkan ke dalam beberapa fase:

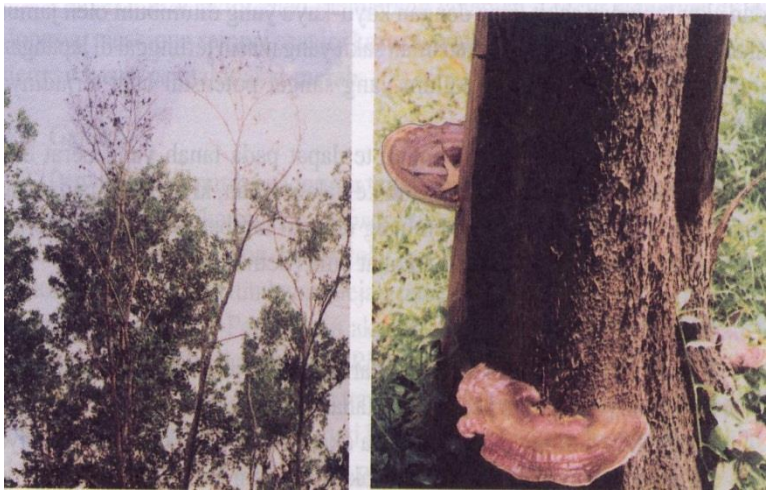
1. Belum ditemukan rizomorf atau miselium JAP pada permukaan akar,
2. Rizomorf atau miselium melekat pada permukaan leher akar,
3. Infeksi JAP telah menimbulkan kerusakan pada jaringan kulit,
4. Infeksi JAP telah menimbulkan kerusakan pada jaringan kayu,
5. Infeksi JAP telah mematikan tanaman.

(b). Penyakit Jamur Akar Merah pada tanaman karet

Penyakit Jamur Akar Merah pada tanaman karet disebabkan oleh *Ganoderma Pseudoferreum*

Gejala penyakit

Pada tahap awal, dipermukaan akar karet yang terserang G *pseudoferreum* akan terlihat adanya rizomorpha yang berwarna putih.**Rizomorpha** adalah paduan kompak benang-benang jamur yang menyerupai akar tanaman Pada tahap serangan lanjutan, rizomorpha jamur berubah menjadi kerak tipis yang berwarna gelap kehitaman. Kerak tersebut apabila dibasahi dengan air akan berwarna merah anggur. Perubahan warna ini merupakan ciri khas dari penyakit jamur akar merah G pseudoferreum. Gejala penyakit jamur merah terlihat pada daun sama dengan gejala penyakit akar lainnya, yaitu yang semula berwarna hijau berubah menjadi kusam dan akhirnya kering. Sama halnya dengan penyakit jamur akar putih, pada keadaan tersebut tanaman yang sakit tidak dapat lagi diselamatkan (Gambar 18).



Gambar 18. Penyakit jamur akar merah pada tanaman karet

Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit

Berbeda dengan jamur akar putih, umumnya jamur akan menjadi merah diketahui menyerang pohon-pohon yang telah disadap (tua). Hal ini disebabakan serangan jamur G *pseudoferreum* sangat lambat, sehingga gejala baru akan terlihat beberapa tahun kemudian, walaupun pohon sebenarnya telah terinfeksi pada waktu masih muda. Kasus penyakit jamur akar merah jarang terjadi pada tanaman muda. Tunggul karet, dadap, teh, Albizzia spp, dan lain sebagainya dapat menjadi sumber penyakit jamur akar merah G pseudoferreum, Tanah berat yaitu tanah yang kandungan fraksi liatnya tinggi (diatas 50 %) dan selalu lembab merupakan kondisi lingkungan yang sesuai bagi jamur akar merah G pseudoferreum.

Dibandingkan kerugian yang diakibatkan oleh penyakit jamur akar putih Rigidoporus microporus, kerugian yang diakibatkan oleh penyakit jamur akar merah G pseudoferreum dapat dikatakan kurang berarti. Namun demikian hal tersebut tidaklah berarti bahwa penyakit tersebut dapat diabaikan. Dalam proses penyeranganny G pseudoferreum sangat lambat tetapi secara pasti mengakibatkan tanaman menjadi mati. Hal tersebut dapat sangat merugikan apabila terjadi pada tanaman yang sedang berproduksi tinggi.

(c) .Penyakit Kanker Garis pada bidang sadap tanaman karet

Penyakit kanker garis pada bidang sadap tanaman tanaman karet disebabkan oleh *Phytophtora palmivora*

Gejala penyakit

Kulit bidang sadap yang mudah terinfeksi P.*palmivora* adalah kulit yang luka baru (segar) akibat penyadapan, tepatnya diatas alur sadap. Kulit bidang sadap yang telah membentuk gabus yaitu pada daerah lebih dari 5 cm di atas alur sadap biasanya bebas dari serangan P.palmivora.

Pada tingkat awal, penyakit kanker garis ditandai dengan adanya garis-garis vertikal yang halus, berwarna hitam, dan mudah diketahui bagi tenaga yang telah terlatih. Pada tingkat lanjut garis-garis vertikal yang berdekatan bergabung menjadi satu membentuk jalur atau bercak yang berwarna hitam dan pada ahirnya berbentuk luka cekung yang tidak beraturan. Pada keadaan tersebut kulit dan kambium telah busuk. Pada keadaan yang lebih parah, seluruh jaringan kulit dan sebagian jaringan kayu yang berada dibawahnya membusuk. Kulit yang telah rusak parah tidak dapat pulih seperti semula. Kayu yang membusuk mengundang penggerek kayu dan sebagai akibatnya tanaman menjadi mudah patah karena angin. Pembusukan kulit dan atau kayu kadang-kadang dapat menjalar diatas atau dibawah bidang sadap. Pada kasus penyakit ini sering dijumpai adanya lateks yang keluar dari kulit diluar bidang sadap (Gambar 19).

(a) (b)

Gambar 19. Penyakit kanker garis pada bidang (a) sadap karet
(b) jamur *Phytophtora palmivora*

Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit

Penyakit kanker garis timbul dan berkembang dengan baik pada lingkungan yang lembab, terutama selama musim hujan. Terdapat petunjuk bahwa penyadapan yang sembarangan dapat membantu timbulnya penyakit. Penularan penyakit dari satu pohon ke pohon yang lain terjadi melalui pisau sadap. Pada klon yang rentan, penyakit tersebut mudah menular dan

berkembang dengan cepat. Klon karet yang rentanterhadap penyakit kanker garis antara lain adalah PR 107, WR 101, RRIM 600 PR 255, dan PB 86.

Pada musim kamarau, perkembangan penyakit kanker garis terhambat. Pohon sakit yang ternyata tidak tersembuhkan secara tuntas merupakan sumber penyakit yang bersifat laten.

Secara ekonomi kerugian yang diakibatkan oleh penyakit kanker garis sulit ditetapkan. Namun demikian mudahlah dipahami apabila penyakit tersebut dapat menimbulkan kerugian yang berarti. Hal ini didukung kenyataan bahwa kulit pohon yang telah rusak akan mempersulit atau bahkan tidak dapat disadap, sehingga lateks yang diperoleh menjadi sangat berkurang atau sama sekali tidak diperoleh lateks dari pohon tersebut.

(d). Penyakit *Mouldi Rot* pada bidang sadap karet

Penyakit Mouldi Rot pada bidang sadap tanaman karet disebabkan oleh *Ceratrocysistis Fimbriata*

Gejala penyakit

Seperti halnya pada kasus penyakit kanker garis, kulit bidang sadap yang mudah terinfeksi C. *fimbriata* adalah kulit yang luka baru (segar) luka penyadapan, tepatnya alur sadap. Kulit bidang sadap yang telah pulih (membentuk gabus) yaitu daerah lebih dari 5 cm di atas alur sadap biasanya bebas dari serangan C *fimbriata*.

Awalnya serangan C *fimbriata* pada bidang sadap ditandai dengan adanya jalinan benang cendawan yang berwarna kelabu muda tepat diatas alur sadap. Gejala penyakit pada tingkat yang lebih lanjut ditandai dengan adanya warna kelabu kehitaman, yang terdiri dari cendawan patogen dan cendawan sekunder. Pada tahap tersebut umumnya bagian kambium kulit telah busuk. Pada serangan yang berat akan mengakibatkan timbulnya lika-luka yang dalam dan besar dan tidak beraturan seperti halnya pada penyakit kanker

garis. Kulit yang busuk dan lapuk akan terkelupas dan sebagai akibatnya kayu akan tampak, dengan demikian kulit bidang sadap telah rusak sama sekali (Gambar 20).

Gambar 20. Penyakit Mouldi Rot pada bidang sadap karet oleh *Ceratrocysistis Fimbriata*

Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit

Penyakit *Mouldy-rot* timbul dan berkembang dengan baik pada musim hujan atau di daerah yang keadaannya selalu lembab sepanjang hari, misalnya daerah yang dikelilingi persawahan. Pada musim kemarau Mouldy-rot cenderung berkurang. Penularan penyakit dari pohon ke pohon yang lain terjadi melalui pisau sadap. Disamping itu karena spora dibentuk di permukaan kulit, spora mudah tersebar oleh angin atau serangga.

Sama halnya dengan penyakit kanker garis, kerugian yang ditimbulkan oleh Mouldy-rot sulit ditetapkan. Semakin rusak kulit bidang sadap pada suatu pohon, berarti semakin sulit pula diperoleh lateks dari pohon yang bersangkutan. Dengan demikian mudahlah dipahami bahwa penyakit Mouldy-rot adalah merupakan penyakit yang penting.

(e) Penyakit Jamur Upas pada batang atau cabang tanaman karet

Penyakit Jamur Upas pada batang atau cabang tanaman karet disebabkan oleh *Corticium salmonocolor*

Gejala penyakit

Biasanya penyakit ditemukan pada percabangan atau pada bagian bawah percabangan dan atau ranting. Serangan awal dari *Corticium salmonicolor* ditandai dengan adanya benang–benang halus yang mirip dengan benang-benang laba-laba pada bagian cabang yang diserang. Pada tahap ini pengamat yang belum terlatih akan mengalami kesulitan untuk menetapkan gejala penyakit tersebut. Tahap selanjutnya patogen membentuk kumpulan hypha yang dilanjutkan dengan pembentukan kerak yang berwarna merah jambu (salmon). Disamping ditandai oleh kerak tersebut kadang-kadang permukaan keluar lateks. Pada tahap tersebut kulit dan kayu yang ada di bawahnya telah membusuk. Untuk mengimbangi adanya kerusakan tersebut, biasanya pada jaringan yang masih sehat tumbuh tunas-tunas baru. Pembusukan kulit dan kayu yang meluas sering mengakibatkan kematian sebagian dari pohon yang diserang. Pada pohon yang terserang hebat dan tidak sempat diperlakukan dengan fungisida dapat mengakibatkan kematian. (Gambar 21).

Gambar 21. Penyakit Jamur Upas pada batang atau cabang tanaman karet oleh *Corticium salmonocolor*

Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit

Penyakit jamur upas banyak dijumpai pada klon-klon yang bertajuk rindang dan pada tanaman muda berumur 4 – 12 tahun yang ditanam pada areal yang selalu lembab. Didaerah dekat persawahan atau rawa dan sungai merupakan daerah yang selalu lembab. Penyakit jamur upas biasanya berjangkit pada musim hujan atau pada keadaan yang sangat lembab atau berkabut. Disamping faktor-faktor tersebut kerentanan klon karet juga sangat berpengaruh terhadap perkembangan penyakit. Klon-klon karet yang rentan terhadap jamur upas antara lain GT 1, RRIM 600, RRIM 623, PR 255, PR 300, PR 226, dan PR 228.

Serangan yang berat mengakibatkan tanaman mati sebagian atau seluruhnya. Dengan demikian akan mempengaruhi populasi tanaman per hektar, sehingga hasil yang diperoleh tidak optimal, kerugian secara tepat memang sulit untuk ditentukan, tetapi penyakit ini tidak berarti tidak penting dan kadang-kadang sangat merugikan.

Cabang-cabang yang mati akibat gangguan jamur upas seyogyanya dipotong. Untuk menghindarkan terhamburnya spora cendawan sewaktu pohon dipotong, permukaan kayu/kulit yang berwarna salmon diulas terlebih dahulu dengan fungisida. Cabang-cabang yang menderita gangguan jamur dan belum parah dapat diselamatkan dengan mengulas dengan fungisida pada permukaan kulit/kayu yna sakit dan yang sehatdisekitarnya. Fungisida yangefektif untuk memberantas jamur upas adalah Calixin ready mixed. Untuk daerah-daerah yang rawan bagi penyakit jamur upas, seyogyanya tidak menanam klon-klon yang rentan. Untuk menghindari berjangkitnya penyakit jamur upas secara meluas, pengamatan secara dini terhadap penyakit ini perlu dilakukan dengan menugaskan pengamat khusus. Hal tersebut dikemukakan mengingat dalam kondisi yang memungkinkan perkembangan penyakit ini sangat cepat.

(f). Penyakit Lapuk Cabang/Batangpada tanaman karet

Penyakit Lapuk Cabang/Batangpada tanaman karet disebabkan oleh ***Fusarium sp.***

Gejala penyakit

Fusarium sp dapat disebabkan lapuk cabang, lapuk cabang batang dan nekrosis kulit pada tanaman karet. Tanaman entres yang terserang Fusarium pada jaringan kulit nampak berkudias, mulai dari pertautan sampai ke jaringan opikalis, dan menyebabkan patah. *Fusaium sp* dapat mematikan tanaman belum menghasilkan TBM yang diserang, dengan gejala daun mengering, tidak gugur atau tajuk menjadi tidak berdaun. Serangan pada jaringan batang menyebabkan luka lebar dan busuk kering. Pada tanaman menghasilkan (TM) apabila cabang utamanya terserang berat Fusarium daerah serangan akan sampai jalur sadap, dengan gejala adanya nekrosis. Adanya serangan Fusarium cabang-cabang baru akan terangsang tumbuh dibagian bawah daerah serangan. Gejala ini menampakkan salah satu ciri khas serangan Fusarium (Gambar 22).

Gambar 22. Fusarium penyebab Penyakit Lapuk Cabang/Batangpada tanaman karet

Faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit

Sebagai jamur potogenik, Fusarium sp dapat berkembang baik didaerah yang lembab dan panas. Fusarium sp, banyak terdapat didaerah dengan ketinggian

0 – 300 m di atas permukaan laut. Pada wilayah ini dijumpai berbagai komoditas perkebunan dan tanaman pangan/hortikultura yang sering ditanam sebagai tanaman sela karet. Diberbagai daerah sentra pertanaman karet di Sumatera bagian Selatan yaitu Lampung Sumatera Selatan, Jambi, Bengkulu dan Kalimantan Selatan telah ditemukan adanya serangan jamur Fusarium. Berbagai klon karet terserang fusarium antara lain GT 1, RRIM 600, RRIM 712, PR 107, PR 255, PR 300, RRIC 100, TM 6, TM 8, BPM 1, BPM 24 dan PB 260.

Insensitas serangan *Fusarium sp* pada pertanaman karet di beberapa daerah yang disebabkan di atas sangat bervariasi dari ringan sampai berat. Pada tanaman yang terserang karet dapat mengakibatkan kematian.

(h). Penyakit Gugur DaunTanaman Karet

Penyakit Gugur Daun pada tanaman karet yang disebabkan oleh ***Oidium heveae.***

Gejala penyakit

Penyakit ini dikenal juga sebagai penyakit embun tepung. Oidium beveae dapat menyerang daun karet yang berumur 1- 12 hari. Daun-daun yang berumur 1- 9 hari bila terserang oidium heveae akan menjadi cacat yaitu mengeriput permukaan daunnya, ujung daun mengering dan akhirnya gugur. Daun-daun yang berumur 10-15 hari yang terserang *O heveae* akan menjadi cacat, yaitu pada jaringan daun tampak adanya bercak tranlusen dan daun tidak gugur. Cacar daun yang timbul pada daun yang berumur lebih dari 15 hari bila terserang *O heveae* tidak separah pada daun-daun disebut dimuka. Pada permukaan daun di bawah/atas tersebut tumbuh konidiophora cendawan. Serangan yang berat pada daun-daun muda berumur 1-9 hari menyebabkan tanaman menjadi gundul. Bunga dan bakal buah yang terserang *O heveae* akan menjadi gugur (Gambar 23)

Gambar 23. Penyakit gugur daun pada tanaman karet

Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit

Di Jawa dan Sumatera Selatan penyakit gugur daun *Odium heveae* pada bulan Juni- Juli- Agustus bersamaan dengan waktu gugur daun alami dan timbulnya flash baru pada beberapa klon karet. Klon-klon karet yang gugur daun alaminya lebih awal dari waktu berjangkitnya penyakit gugur daun Oidium, berarti klon tersebut dapat terhindar dari gangguan penyakit tersebut (escafe). Tetapi klon tersebut tidak berarti tahanterhadap penyakit gugur daun Oidium. Tunas yang baru mekar, daun muda, bunga dan bakal buah merupakan organ tanaman yang rentan terhadap penyakitgugur daun Oidium. Perkembangan penyakit ini sangat dibantu oleh sedikit hujan, tidak banyak sinar matahari, dan suhu yang agak rendah. Cuaca kering tidak menghambat penyakit asal tidak disertai oleh suhu tinggi. Setelah hujan turun cukup banyak, biasanya penyakit gugur daun Oidium mereda karena konidia dipermukaan daun tercuci. Di kebun-kebun yang letaknya lebih dari 300 m dari permukaan laut akan mengalami serangan O hevae lebih berat jika dibandingkan dengan kebun yang letaknya lebih rendah. Penyakit gugur daun Oidium dapat berjangkit dibelahan biji, pembibitan, tanaman entres, tanaman yang belum menghasilkan, dan bahkan tanaman tua.

2) **Penyakit pada tanaman kelapa sawit**

Penyakit pada tanaman kelapa sawit dapat menyerang/ menginfeksipembibitan, tanaman belum menghasilkan (TBM) dan tanaman menghasilkan (TM)

a) Penyakit di pembibitan tanaman kelapa sawit

Beberapa penyakit yang terjadi pada pembibitan kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Jenis penyakit dan gejala kerusakan tanaman

Penyakit	**Patogen**	**Gejala kerusakan**
Pada daun muda	*Glomerella cingulata*	- Bercak kecil pucat berubah menjadi coklat dengan pinggir yang pucat. - Ujung daun dapat mengalami nekrosis yang berat.
	Botryodiplodia spp	- Umumnya muncul pada pembibitan awal yang kondisinya lebih hangat dan lembab
	Melanconium spp	
Blast (hawar)	*Pythium sp*	Penyakit akar yang menyebabkan nekrosis (kematian jaringan), daun tua dan daun muda menjadi kerdil, hijau olive dengan ujung daun yang mengalami nekrosis
Curvularia blight	*Curvularia sp*	- Muncul terutama pada pembibitan utama dengan pertumbuhan yang buruk. - Bercak-bercak kecil dan coklat tua dengan

Penyakit	Patogen	Gejala kerusakan
		lingkaran halo kuning/coklat yang tegas, pada kondisi lanjut/berat, keseluruhan daun mengering
Bercak Corticum	*Corticum sp*	- Penyakit pada pembibitan utama. - Daun tua menunjukkan gejala luka berbentuk garis berwarna coklat yang kemudian mengering dan meninggalkan gejala daun dengan warna abu-abu sampai abu-abu keputihan dengan pinggir keunguan
Bercak Helmintho-sporium	*Helminthosporium sp*	- Penyakit pada bibit tua ketika kondisi pembibitan menjadi rapat (crowded). - Bercak coklat tua yang dikelilingi lingkaran klorotik yang berubah warna menjadi kuning. - Daun mengering mulai dari pinggir
Busuk daun atau umbut	*Fusarium sp*	- Jarang muncul pada pembibitan yang diperlakukan dengan baik - Pucuk daun yang baru muncul menjadi kuning dan akarnya hitam - Pucuk daun dan daun yang terserang mudah dicabut dengan tanah. - Pada bagian pangkal dari daun yang terinfeksi berbau menyengat

Penyakit pada tanaman belum menghasilkan (TBM}

Penyakit yang menyerang tanaman kelapa sawit sebelum menghasilkan buah adalah penyakit busuk pangkal batang (BPB). Penyakit ini disebabkan oleh *Ganoderma boninense*. Penyakit ini juga dapat menyerang tanaman menghasilkan(TM)*Ganoderma boninense* yang merupakan jamur tanah hutan hujan tropis. Jamur *G. boninense* bersifat saprofit (dapat hidup pada sisa tanaman) dan akan berubah menjadi patogenik apabila bertemu dengan akar tanaman kelapa sawit yang tumbuh di dekatnya. Serangan BPB dapat terjadi sejak bibit sampai tanaman tua, tetapi gejala penyakit biasanya baru terlihat setelah bibit ditanam di lapangan. Penyakit ini dijumpai pada tanaman berumur 5 tahun. Serangan penyakit ini yang paling tinggi dijumpai pada umur 10-15 tahun, tetapi hal ini bervariasi *tergantung pada kebersihan kebun dan sejarah tanaman di kebun tersebut*.

Gejala Serangan

- Penyakit ini umumnya menyerang pangkal batang tanaman
- Gejala yang tampak pertama kali adalah adanya bercak kekuningan pada pelepah muda. Begitu penyakit ini berkembang warna kuning semakin jelas.
- Daun yang tua menjadi layu, patah pada pelepahnya dan menggantung pada batang. Sedang pangkal batang menghitam, getah keluar dari tempat yang terinfeksi dan akhirnya batang membusuk dengan warna coklat muda.
- Serangan penyakit ini pada bagian atas tanaman dapat terjadi dimana saja pada batang tanaman. Gejala pertama yang dapat dilihat adalah adanya bagian atas tajuk patah
- Tanda pertama adanya infeksi adalah munculnya bagian busuk pada pangkal batang. Bagian yang busuk ini kemudian berkembang ke atas dan sekitar batang (Gambar 24).
-

Gambar 24. Penyakit busuk pangkal batang dan gejala serangannya

b) Penyakit pada tanaman kelapa sawit setelah menghasilkan buah (TM)

Ada beberapa penyakit yang menyerang tanaman kelapa sawit setelah menghasilkan buah, diantaranya:

(1) Penyakit garis kuning pada daun sawit (*Vascular Wilt Disease*)

Penyakit ini belum menjadi penyakit utama pada perkebunan kelapa sawit di Indonesia, Malaysia maupun di negara-negara sekitarnya. Penyebab penyakit adalah *Fusariumoxysporum*. Patogen ini masuk kedalam akar tanaman melalui jaringan yang rusak atau busuk. Kondisi yang lembab dan hangat merangsang perkembangan patogen ini lebih cepat.

Gejala serangan VWD

Beberapa tanda yang dapat digunakan untuk mengetahui gejala serangan penyakit garis kuning pada daun sawit adalah sebagai berikut (Gambar 25).

- Penyakit biasanya menyerang pada tanaman yang berumur kurang dari 6 tahun, Gejala ditandai dengan adanya pelepah tanaman yang berwarna kuning terang, gejala lanjutnya ujung daun mengering dan akhirnya mati
- Tanaman yang terserang/ terinfeksi biasanya akan mati 12 bulan setelah gejala pertama

- Jaringan pengangkut air berubah warna dari orange menjadi coklat dan akhirnya mati
- Jaringan-jaringan pengangkut lainnya akan terganggu pada daerah yang terserang dan akhirnya menjadi nekrotik dan membusuk
- Pada tahap awal gejala serangan tampak pada daun muda, sejalan dengan tingkat serangan, gejala ini kemudian berkembang dan menyebar keseluruh daun ditajuk tanaman
- Daun-daun tua yang terserang menjadi layu, berubah warna menjadi kuning kecoklatan dan akhirnya mati. Daun ini biasanya patah lebih kurang 60 cm dari pangkal dan menggantung secara vertikal di sekitar batang tanaman
- Tanaman yang terserang atau terinfeksi penyakit ini jarang yang dapat bertahan hidup lama.

Gambar 25. Penyakit garis kuning pada daun kelapa sawit

(2) Penyakit Busuk Tandan Buah

Penyebab utama dari penyakit busuk tandan buah adalah patogen saprophytic, *Marasmius palmivorus*, yang umum berkembang pada tumpukan daun dan serasah tanaman kelapa sawit. Jaringan yang mati maupun bahan organik merupakan tempat terkumpulnya inokulum dalam jumlah yang besar, yang selanjutnya akan menginfeksi tandan buah yang sedang berkembang. Tandan buah yang membusuk dan areal-areal disekitarnya merupakan sumber inokulum penyakit busuk tandan buah. Penyakit ini

banyak dijumpai pada saat musim basah yang panjang khususnya pada lahan yang didominasi tanah sulfat masam (Gambar 26).

Gejala Serangan

- Penyakit ini awalnya berkembang pada ujung tandan buah segar (TBS), yakni pada bagian buah yang terjepit/tergencet antara batang dan pelepah daun diatasnya. Jaringan miselium berwarna putih akan berkembang pada permukaan kulit buah
- Selanjutnya penyakit ini masuk kedalam jaringan kulit buah dan menghasilkan jaringan busuk bewarna coklat muda dan basah.
- Sprora berwarna putih maupun kemerahan akan dihasilkan apabila seruluh buah telah terinfeksi / terserang
- Kerusakan buah ini akan menyebabkan kandungan asam lemak bebas menjadi tinggi pada minyak kelapa sawit yang dihasilkan
- Penyakit ini lebih banyak dijumpai pada saat musim basah/ hujan yang panjang khususnya pada lahan yang umumnya tanah sulfat asam
- Penyakit ini sering terjadi pada permulaan pada panen, karena polinasi tidak terjadi sempurna

http://jacq-planter.blogspot.co.id/2014/09/penyakit-pada-tanaman-kelapa-sawit.html
Gambar 26.Penyakit busuk tandan buah kelapa sawit.

3) Penyakit pada tanaman kakao

Penyakit penting pada tanaman kakao di Indonesia meliputi penyakit busuk buah (*Phytophthora palmivora*), penyakit kanker batang (*Phytophthora palmivora*), penyakit antraknose-colletotrichum (*Colletotrichum*

gloeosporioides), penyakit vascular streak dieback (*Oncobasidium theobromae*), penyakit jamur upas (*Corticium salmonicolor*) dan penyakit jamur akar.

a) Penyakit Busuk Buah

Penyakit busuk buah pada tanaman kakao disebakan oleh *Phytophthora palmivora*

Penyakit ini menyerang buah kakao yang masih muda sampai dewasa. Tetapi persentase serangan lebih banyak pada buah yang sudah dewasa. Buah yang terinfeksi menunjukkan gejala terjadinya pembusukan disertai bercak kakao kehitaman dengan batas yang tegas. Serangan biasanya dimulai dari ujung atau berapa hari seluruh permukaan buah menjadi busuk, Perkembangan bercak kakao cukup cepat, sehingga dalam waktu beberapa hari seluruh permukaan buah menjadi busuk, basah dan berwama kehitaman(Gambar 27).

Gambar 27. Penyakit busuk buah pada tanaman kakao

Jamur palmivora menyebar dari satu buah ke buah lain melalui beberapa cara, terutama melalui percikan air hujan, hubungan langsung antara buah sakit dan buah sehat, dan melalui perantara binatang, Percikan air hujan dapat menyebarkan spora jamur P palmivola dari buah sakit ke buah sehat atau spora yang berasal dari tanah ke buah. Serangan penyakit pada buah muda akan menyebabkan busuk. Terjadinya serangan penyakit hanya berlangsung

dalam waktu beberapa hari hingga menyebabkan buah rusak dan tidak bisa dipanen. Sedangkan serangan pada buah dewasa menimbulkan kerusakan pada biji, tetapi buah masih dapat dipanen, walaupun kualitas biji kakao tidak bagus.

b) Penyakit Kanker Batang

Penyakit kanker batang pada tanaman kakao disebakan oleh *Phytophthora palmivora*

Gejala khusus pada kulit batangtampak adanya warna gelap atau kehitaman dan agak bertekuk. Pada bercak hitam ini sering ditemukan cairan kemerahan yang lama kelamaan menjadi seperti lapisan karat. Apabila kulit batang yang terserang dikupas akan terlihat lapisan di bawahnya membusuk dan berwarna merah anggur.

Penyebaran penyakit kanker batang berkaitan erat dengan penyakit busuk buah. Buah kakao yang busuk jika tidak dipetik akan berkembang ke tangkai buah. Dari tangkai buah inilah patogen menjalar dan menginfeksi batang dan akhirnya terjadi kanker batang. Batang yang diserang biasanya batang pokok walaupun tidak menutup kemungkinan cabang yang besar juga bisa terinfeksi. Penyakit mudah berkembang pada kebun yang lembab dengan curah hujan tinggi atau daerah yang sering tergenang air sampai berhari-hari,

Serangan penyakit kanker batang akan mengakibatkan jaringan kayu rusak, batang menjadi busuk dan berlendir. Jika dilihat dari luar gejala bercak yang tampak berukuran kecil, tetapi apabila dikupas kerusakan jaringan kayu meluas sampai ke dalam batang. Kerusakan pada cabang menyebabkan busuk dan seluruh cabang bisa mati. Apabila serangan terjadi pada batang pokok lama-kelamaan tanaman akan mati keseluruhan (Gambar 28)

bbpptpambon/berita-181-penyakit-kanker-batang-pada-tanaman-kakao.html

Gambar 28. Penyakit kanker batang pada tanaman kakao

c) Penyakit Antraknose-Colletotrichum

Penyakit antraknose-colletotrichum pada tanaman kakao disebabkan oleh *Colletotrichum gloeosporioides*.

Penyakit ini menyebabkan daun gugur, ranting meranggas dan mati. Akibat serangan penyakit ini tanaman kakao menjadi kehilangan daun. Gejala khusus pada bagian daun muda pada tanaman yang terserang tampak bintik-bintik nekrosis (kematian jaringan) berwarna kakao. Setelah daun berkembang, bintik nekrosis menjadi bercak berlubang dengan halo (jalur di sekitar bercak akibat klorofil yang rusak) berwarna kuning. Pada daun yang lebih tua bintik nekrosis berkembang menjadi bercak nekrosis yang beraturan. Serangan penyakit yang cukup berat menyebabkan daun-daun muda mengalami kerontokan dan menyebabkan ranting menjadi gundul.

Buah-buah muda lebih rentan (peka) terhadap infeksi jamur dari pada buah dewasa. Infeksi jamur pada buah muda menimbulkan gejala kelayuan dengan bintik-bintik kakao. Bintik tersebut segara berkembang menjadi bercak kakao yang berlekuk (antraknose). Akhirnya buah mengering menjadi mumi (buah yang mengeras, mengecil, dan kering). Buah dewasa yang terinfeksi tidak menjadi layu, hanya mengalami mengerut pada bagian ujung (Gambar 29).

bbpptpmedan/berita-264-acaman-penyakit-antraknosa-pada-kakao.html

Gambar 29. Penyakit antraknose-colletotrichum pada kakao

Pada keadaan yang cukup lembab, daun atau buah yang terinfeksi banyak menghasilkan konidia. Bercak-bercak pada daun menghasilkan kumpulan konidia yang berwana putih dan tidak berlendir. Konidia dapat disebarkan oleh air hujan, angin, dan serangga. Penyakit antraknose-colletotrichum dapat bertahan secara laten pada kakao sepanjang tahun, yaitu pada daun sakit yang tidak gugur atau pada ranting sakit yang masih hidup.

4) Penyakit Vascular Streak Dieback (*Oncobasidium theobromae*)

Penyakit Vascular Streak Dieback pada tanaman kakao disebabkan oleh *Oncobasidium theobromae*

Gejala penyakit Vascular Streak Dieback (VSD) di kebun menunjukkan gejala meranting. Gejala khusus adalah daun menguning dengan bercak-bercak berwarna hijau. Bercak daun tersebut biasanya terletak pada seri daun kedua

atau ketiga dari titik tumbuh. Daun-daun yang menguning akhirnya gugur sehingga tampak gejala ranting ompong (Gambar 30)

perkebunan_Infotek5_8_2013-31.pdf

Gambar 30.Penyakit Vascular Streak Dieback pada kakao

.

Penyakit VSD menular dari tanaman satu ke tanaman lain melalui spora yang diterbangkan oleh angin pada tengah malam, Pada saat itu angin biasanya bertiup perlahan-lahan sehingga spora yang diterbangkan juga tidak jauh, kira-kira hanya 10 m dari sumbernya.

a. Identifikasi Penyebab Penyakit

Setelah mengetahui/ memahami tanda-tanda dan gejala penyakit tanaman maka berikut ini dibahas tentang penyebab penyakit yang berasal dari faktor biotik (patogen). Turrini(2007) menjelaskan bahwa penyebab penyakit tanaman yang tergolong kedalam patogen atau dari faktor biotik adalah organisme hidup yang sebagian besar bersifat mikro dan mampu menimbulkan penyakit pada tanaman. Mikroorganisme tersebut antara lain dari golongan jamur, bakteri, virus, mikoplasma, spiroplasma, dan riketsia. Kemudian Djafaruddin (2004) memberikan contoh penyebab penyakit biotis (parasit/patogen) adalah sebagai berikut.

1) Jamur/cendawan, misalnya *Phytophthora infestans,* menyerang tanaman kentang dan tomat;
2) Bakteri, misalnya *Pseudomonas solanacearum*, menyerang tanaman tomat, kentang, tembakau, kacang tanah;
3) Ganggang/Algae, misalnya *Cephaleuros mycodea*, menyerang tanaman teh, kayu manis, dan cengkeh;
4) Virus, misalnya Vierus kerdil rumput atau Grassy Stunt Virus, menyerang tanaman padi;
5) Viroid, misalnya Cadang-cadang Disease, menyerang tanaman kelapa terutama di Filipina;
6) Mikoplasma, misalnya Mikoplasma, menyerang jeruk penyebab penyakit CVPD pada tanaman jeruk;
7) Spiroplasma, misalnya *Spiroplasma zeae*, menyerang tanaman jagung;
8) Protozoa, misalnya *Protozoa caffeicola* atau *Flagella sp*, menyerang tanaman kopi;
9) Rickettsia Like Bacterium (RLB), misalnya RLB, menyerang tanaman cengkeh, dan pear.
10) Xylem Limited Bacterium (XLB), misalnya XLB, menyerang tanaman cengkeh;
11) Nematoda (sejenis cacing halus), misalnya *Meloidogyne hapla*, menyerang tanaman tembakau, tomat, dan kentang

Penyebab penyakit tanaman ditinjau berdasarkan bagian tanaman/organ yang diserangnya, Djafaruddin (2004) menjelaskan sebagai berikut.

1) Parasit akar, yaitu parasit yang terkenal menyerang bagian akar saja, hingga disebut dengan nama jamur akar. Misalnya, jamur akar putih (*Leptoporus lignosus*=*Fomes lognosus* = *Rigidoporuslignosus*) penyebab penyakit akar pada tanaman karet, kopi, teh, kelapa sawit, coklat, kina,

dan lain sebagainya. Jamur akar terdiri dari jamur akar merah (*Ganoderma pesudofferum),* jamur akar hitam, dan jamur akar coklat.

2) Parasit leher akar, ialah parasit yang menyerang pada bagian leher akar (batas batang pokok dan dngan akar tunggang), misalnya jamur Ustulina maxima yang menyerang leher akar tanaman karet, kopi, dan teh.

3) Parasit batang, ialah parasit yang menyerang pada bagian batang atau sering disebut penyebab penyakit kanker batang kaena yang diserang selalu pada bagian batang saja. Misalnya kanker batang jeruk disebabkan oleh parasit sebangsa jamur *Diplodia natalensis*, kanker batang tomat disebabkan oleh bakteri *Corynebacterium michiganense.*

4) Parasit daun, ialah parasit yang hanya menyerang pada bagian daun saja, sehingga dikenal dengan nama becak daun (*leaf spot*), misalnya pada tanaman kacang tanah disebabkan oleh *Cercospora arachidicola, Cerccospora personata.*
5) Parasit biji atau malai, ialah parasit yang selalu menyerang biji atau malai saja seperti pada jagung yaitu parasit *Ustilago zeae,* dan pada padi *Ustilago virescens.*
6) Parasit buah, ialah parasit yang khusu menyerang pada bagian buah saja sehingga terkenal penyebab busuk buah (fruit rot), misalnya Pennicilium sp menyerng buah nangka, pepaya, dan mentimun.
7) Parasit pembuluh kayu, ialah parasit yang selalu menyerang pada bagian pembuluh kayu saja, misalnya *Pseudomonas solanacearum* penyebab layu bakteri pada tanaman tomat, tembakau, kentang, dan lain sebagainya. Penyakit pembuluh kayu tanaman cengkeh yaitu disebabkan oleh *Rickettsia Like Bacterium* (RLB), penyakit pembuluh kayu tanaman coklat yaitu *Onchabacidium theobromae* (*xylem vascular).*

8) Parasit pembuluh ayak/tapisan/floeem, ialah parasit yang menyerang pada bagian jaringan atau pembuluh tapisan seperti CVPD (Citrus Vein Phloem Degeneration) pada tanaman jeruk yang disebabkan oleh Mikoplasma (phloem vascular).
9) Parasit aneka bagian tanaman, ialah parasit yang dapat menyerang beberapa bagian dari tubuh tanaman seperti *Pyricularis oryzae* pada tanaman pai, dapat menyerang daun, menyerang leher malai, menyerang upih daun, dan bagian lain seperti bulir, tangkai, cabang tangkai bulir.

Beberapa contoh penyebab penyakit tanaman dengan tanda-tanda dan gejala yang tampak adalah sebagai berikut.

Penyebab Penyakit Golongan Cendawan/Jamur :

Di antara penyebab penyakit golongan cendawan/jamur pada tanaman kakao adalah Phytophthora palmivora. Jamur ini menimbulkan penyakit busuk buah. Jamur ini berukuran sangat kecil danpenyebarannya melalui angin.

Gejalanya mudah terlihat yaitu pada buah yang terinfeksi menunjukanterjadinya pembusukan disertai bercak coklat kehitaman dengan batas yang tegas. Serangan jamur ini biasanya dimulai dari ujung atau pangkal buah. Perkembangan bercak coklat cukup cepat, sehinggadalam waktu beberapa hari seluruh permukaan buah menjadi busuk, basah dan berwarna coklatkehitaman.Pada kondisi lembab pada permukaan buah akan muncul serbuk berwarna putih, serbukini adalah spora*Phytophthora.palmivora* yang sering kali bercampur dengan jamur sekunder (jamur lain) hal ini dapat dilihat pada Gambar 31.

Gambar 31. Penyakit busuk buah kakao disebabkan *Phytophthora palmivora*

Berikutnya penyebab penyakit jamur *Phytophthorapalmivora* juga menimbulkan penyakit pada tanaman kakao yang dikenal dengan penyakit kanker batang. Gejala khusus yang tampak pada kulit batangtampak adanya warna gelap atau kehitaman dan agak berlekuk.Pada bercak hitam ini seringditemukan cairan kemerahan yang lama kelamaan menjadi seperti lapisan karat. Apabila kulit batang dikupas akan terlihat lapisan di bawahnya membusuk dan berwarna merah anggur (Gambar 32)

Gambar 32.Penyakit kanker batang kakao disebabkan *Phytophthora palmivora*

Penyebab Penyakit Golongan Bakteri

Jumlah jenis bakteri yang dapat menyebabkan penyakit tumbuhan memang tidak sebanyak jumlah jenis jamur, tetapi penyakit yang disebabkan oleh bakteri pada umumnya merupakan penyakit yang mematikan. Bakteri penyebab penyakit tumbuhan menimbulkan gejala dan tanda penyakit khas yang berbeda dengan gejala dan tanda penyakit yang disebabkan oleh jamur. Untuk mengetahui penyebab penyakit apakah dari golongan bakteri atau tidak, maka dapat dikenali dari tanda dan gejala yang muncul pada tanaman. Gejala yang ditunjukkan dari penyebab penyakit dari golongan bakteri yaitu adanya eksudat di dalam jaringan tanaman yang terserang.

Kokus

Penyebab penyakit dari golongan bakteri, berdasarkan bentuknyadibagi menjadi tiga golongan besar, yaitu:

a (Coccus) dalah bakteri yang berbentuk bulat seperti bola, dan mempunyai beberapa variasi sebagai berikut:
- Mikrococcus, jika kecil dan tunggal
- Diplococcus, jka bergandanya dua-dua
- Tetracoccus, jika bergandengan empat dan membentuk bujursangkar
- Sarcina, jika bergerombol membentuk kubus
- Staphylococcus, jika bergerombol
- Streptococcus, jika bergandengan membentuk rantai

b. Basil. (Bacillus) adalah kelompok bakteri yang berbentuk batang atau silinder, dan mempunyai variasi sebagai berikut:

- Diplobacillus, jika bergandengan dua-dua
- Streptobacillus, jika bergandengan membentuk rantai

c. Spiril (Spirilum) adalah bakteri yang berbentuk lengkung dan mempunyai variasi sebagai berikut:
   - Vibrio, (bentuk koma), jika lengkung kurang dari setengah lingkaran
   - Spiral, jika lengkung lebih dari setengah lingkaran

   Bentuk tubuh bakteri dipengaruhi oleh keadaan lingkungan, medium dan usia. Oleh karena itu untuk membandingkan bentuk serta ukuran bakteri, kondisinya harus sama. Pada umumnya bakteri yang usianya lebih muda ukurannya relatif lebih besar daripada yang sudah tua.

   Bakteri merupakan mikroorganisme prokaryotik yaitu organisme yang materi intinya tidak terbungkus oleh membran. Rata-rata bakteri berukuran antara 0.2 sampai 1.5 µm. Bakteri patogen tanaman berukuran panjang antara 0.6- 3.5 µm dan diameternya antara 0.5-1.0 µm. Beberapa bakteri bergerak menggunakan flagella dan banyak juga yang tidak mempunyai flagella sehingga tidak dapat bergerak dengan aktif. Bakteriberkembang biak hanya secara vegetatif dengan cara membelah atau bertunas, menghasil keturunan yang merupakan klon dari induknya dengan sangat cepat. Untuk bertahan terhadap lingkungan yang tidak cocok, bakteri dapat membentuk spora yang disebut endospora yang tahan terhadap panas, radiasi dan berbagai pengaruh kimia. Hampir semua bakteri mempunyai dinding sel yang berfungsi untuk melindungi isi sel dan memberi bentuk bakteri. Kebanyakan dinding sel bakteri mengandung polimer yang disebut Peptidoglikan. Bakteri dibedakan menjadi bakteri gram positif dan negatif. Umumnya bakteri gram negatif mempunyai lapisan peptidoglikan tipis. Contoh genera yang dapat membentuk endospora antara lain Clostridium dan Bacillus.

   Bakteri bertahan dari musim ke musim pada sisa-sisa tanaman sakit dan dalambiji. Setelah biji berkecambah bakteri menginfeksi kecambah dengan melaluimulut kulit. Bakteri dapat menyebar dari petak ke petak karena terbawa oleh airirigasi.Bakteri masuk melalui hidatoda, kemudian bakteri

berkembangbiak di dalamepitheme dan menyerang jaringan pembuluh hingga menimbulkan penyakit. Padatanaman muda, bakteri sering dapat masuk ke dalam daun melalui stomata danberkembang di dalam ruang intraselular dari parenkim tanpa menimbulkan gejala.Cara masuk lainnya adalah melalui luka mekanis yang sering terjadi pada daundan akar.

Kondisi lingkungan yang mendukung dapat memacu pertumbuhan dan reproduksi bakteri. Faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan reproduksi bakteri adalah suhu, kelembapan, dan cahaya.

- Suhu.Berdasarkan kisaran suhu aktivitasnya, bakteri dibagi menjadi 3 golongan yaitu
  - Bakteri psikrofil, yaitu bakteri yang hidup pada daerah suhu antara 0°– 30°C, dengan suhu optimum 15°C.
  - Bakteri mesofil, yaitu bakteri yang hidup di daerah suhu antara 15°- 55°C, dengan suhu optimum 25°-40°C.
  - Bakteri termofil, yaitu bakteri yang dapat hidup di daerah suhu tinggi antara 40° -75°C, dengan suhu optimum 50 – 65°C.
- Kelembaban: Secara umum, bakteri memerlukan kelembapan yang cukup tinggi, kira-kira 85%. Pengurangan kadar air dari protoplasma menyebabkan kegiatan metabolisme terhenti, misalnya pada proses pembekuan dan pengeringan.
- Cahaya sangat berpengaruh pada proses pertumbuhan bakteri. Umumnya cahaya merusak sel mikroorganisme yang tidak berklorofil. Sinar ultraviolet dapat menyebabkan terjadinya ionisasi komponen sel yang berakibat menghambat pertumbuhan atau mengakibatkan kematian. Pengaruh cahaya terhadap bakteri dapat digunakan sebagai dasar sterilisasi atau pengawetan bahan makanan.

Jika kondisi lingkungan tidak menguntungkan bagi bakteri, seperti suhu tinggi, kekeringan atau zat-zat kimia tertentu, beberapa spesies dari

Bacillus yang aerob dan beberapa spesies dari Clostridium yang anaerob dapat mempertahankan diri dengan spora. Spora tersebut dibentuk dalam sel yang disebut endospora. Endospora dibentuk oleh penggumpalan protoplasma yang sedikit sekali mengandung air. Oleh karena itu endospora lebih tahan terhadap keadaan lingkungan yang tidak menguntungkan dibandingkan dengan bakteri aktif. Apabila keadaan lingkungan membaik kembali, endospora dapat tumbuh menjadi satu sel bakteri biasa. Letak endospora di tengah-tengah sel bakteri atau pada salah satu ujungnya.

Salah satu contoh penyebab penyakit layu bakteri yaitu menyerang tanaman jahe. Penyakit ini merupakan penyakit yang cukup penting pada jahe di Indonesia. Gejala-gejala yang nampak yaitu daun-daun bawah menjadi kuning dan layu, yang cepat meluas ke atas. Pada tingkat yang lebih lanjut pangkal batang palsu menjadi kebasah-basahan dan mudah patah dari akar rimpangnya. Berkas pembuluh menjadi coklat tua atau hitam. Jika dipotong batang palsu dan akar rimpang akan mengeluarkan lendir yang seperti susu. Penyebab penyakit layu bakteri ialah*Pseudomonas solanacearum*. Bakteri ini dapat bertahan lama di dalam tanah, khususnya jika sebelumnya di lahan tersebut ditanami tanaman yang rentan. Di dalam pertanaman penyakit ini dapat berkembang dengan cepat. Dari beberapa tanaman yang sakit dalam waktu beberapa minggu penyakit dapat menyebar pada suatu areal yang luas. Umumnya penyakit ini terdapat pada tanaman muda yang berumur 3-4 bulan, lihat Gambar 33.

http://usahabudidaya.com/wp-content/uploads/2014/05/penyakit-tanaman-jahe-pada-daun.png

Gambar 33. Bercak daun tanaman Jahe disebabkan Bakteri *Ralstonia solanacearum*

Penyebab Penyakit Golongan Virus

Penyebab penyakit tanaman dari golongan virus adalah bersifat parasit obligat yaitu hanya dapat hidup pada inang yang hidup. Virus tidak menyerap cairan atau nutrisi tanaman, tetapi virus menyerang dengan cara memasuki sel inang dan memperbanyak diri di dalamnya. Jika tanaman inangnya mati, maka virus tersebut akan mati. Pemberantasan virus nyaris tidak mungkin dilakukan karena virus sangat mudah bermutasi. Pengendalian virus hanya dilakukan terhadap serangga vektor penularannya.

Gejala tanaman yang terinfeksi oleh virus biasanya dapat diamati pada bagian daun, buah, batang, cabang, maupun akar. Gejala tersebut ditunjukkan dengan ukuran yang mengecil (mengeriting), perubahan bentuk atau perubahan bagian tanaman, perubahan warna, kematian jaringan tanaman

(misalnya bercak bercincin), dan tanaman mengalami hambatan pertumbuhan.

Penyebaran penyebab penyakit dari golongan virus dapat menular dari satu tanaman ke tanaman lain melalui aktivitas serangga penular (vektor), antara lain kutu daun, kutu kebul, dan Thrips. Proses terjadinya luka dapat disebabkan oleh serangga penular, kegiatan budidiaya tanaman, misalnya perlakuan fisik terhadap tanaman yakni pengikatan, perempelan, dan pemotongan. Proses pelukaan tersebut dapat menimbulkan penularan sekaligus penyebaran virus. Penularan melalui pelukaan tanaman juga bisa terjadi karena gesekan antara tanaman yang terserang virus dengan tanaman sehat. Contoh daun tanaman nilam yang terinfeksi oleh penyebab penyakit dari golongan virus dapat dilihat pada Gambar 34.

(a) (b)
http://perkebunan.litbang.pertanian.go.id/?p=10807

Gambar 34.Penyebab penyakit virus pada nilam
(a) gejala mosaik (b) gejala nekrotik

b. Identifikasi Penyebab Penyakit secara Laboratorium

Setelah ~~Anda~~ mengetahui atau mengenal beberapa penyebab penyakit biotik (patogen) seperti jamur/cendawan, bakteri, dan virus yang tampak dari tanda-tanda atau gejala dari bagian tanaman yang terinfeksi patogen maka ~~Anda~~ perlu diuji secara laboratorium dengan menggunakan fasiltas laboratorium misalnya mikroskop.

Pertanyaan yang sering muncul pada benak kita setelah mengetahui fakta tanda atau gejala yang tampak pada bagian tanaman di lapangan adalah penyebab penyakit jenis apa yang terkait dengan tanda-tanda dan gejala tanaman yang terinfeksi suatu patogen? Apakah dari penyebab penyakit jenis cendawan/jamur, bakteri, virus? Pertanyaan inilah yang memotivasi ~~Anda~~ untuk mencari tahu dari berbagai sumber perpustakaan, internet, dan praktisi lapangan. Untuk melengkapi, memastikantentang tanda-tanda dan gejala penyakit tanaman maka diperlukan kegiatan percobaan di laboratorium.

Kegiatan pengamatan/percobaan di laboratorium ini dimaksudkan untuk menindaklajuti proses diagnosis yang telah dilakukan di lapangan, tujuannya adalah memastikan jenis penyebab penyakit (patogen) tertentu. Penyebab penyakit tersebut apakah dari golongan cendawan/jamur, bakteri, virus, dan atau penyebab penyakit lainnya. Untuk melakukan kegiatan ini diperlukan pengetahuan tentang **Postulat Koch**.

Dalam Postulat Koch dijelaskan bahwa mikroorganisme dikatakan sebagai penyebab penyakit bila memenuhi kriteria berikut

a). mikroorganisme penyebab penyakit selalu berasosiasi dengan gejala penyakit yang bersangkutan.

b). mikroorganisme penyebab penyakit harus dapat diisolasi pada media buatan secara murni.

c). mikroorganisme penyebab penyakit hasil isolasi harus dapat menimbulkan gejala yang sama dengan gejala penyakitnya, apabila diinokulasikan.

d). mikroorganisme penyebab penyakit harus dapat direisolasi dari gejala yang timbul hasil lnokulasi.

Untuk melakukan kegiatan percobaan di laboratorium diperlukan pengetahuan dan keterampilan sebagai berikut.

Pembuatan media biakan penyebab penyakit/patogen

Untuk melakukan proses identifikasi mikroorgansime penyebab penyakit yang menunjukkan tanda-tanda dan gejala di lapangan yaitu harus dilakukan penyiapan medium yang meliputi kegiatan pembuatan medium dan sterilisasi terhadap bahan dan peralatan terkait.

a). Jenis jenis medium

Medium adalah bahan yang digunakan untuk menumbuhkan mikroorganisme penyebab penyakit yang menginfeksi tanaman. Meskipun mikroorganisme mempunyai persyaratan nutrien yang beragam, namun secara umum mempunyai kebutuhan dasar yang sama yaitu meliputi air, karbon, energi, mineral, dan faktor tumbuh. Pengetahuan nutrisi untuk pertumbuhan mikroorganisme sangat diperlukan di dalam menumbuhkan, mengidentifikasi dan mengisolasi mikroorganisme penyebab penyakit tanaman dari golongan jamur, bakteri, dan virus.

Mikroorganisme memiliki karakteristik dan ciri yang berbeda-beda di dalam persyaratan pertumbuh annya. Karakteristik persyaratan pertumbuhan mikroorganisme inilah yang menyebabkan bermacam-macamnya media sebagai penunjang pertumbuhan mikroorganisme. Namun demikian, mikroorganisme sebagai makhluk hidup secara umum mempunyai

kebutuhan dasar yang sama, yaitu air, karbon, energi, mineral, dan faktor tumbuh. Salah satu contoh media tumbuh mikroorganisme golongan jamur adalah potato dextrose agar (PDA) atau dikenal dengan nama media agar. Media yang paling umum digunakan untuk menumbuhkan jamur/kapang/fungi adalah media PDA (Potato Dextrose Agar). Bahan baku utama media ini adalah ekstrak kentang dengan penambahan sumber karbon berupa dextrose. Untuk menghemat biaya, dextrose dapat diganti dengan sucrose sehingga diberi nama PSA (Potato Sucrose Agar).

b).Pembuatan media tumbuh mikroba penyebab penyakit tanaman

Untuk kegiatan ini dibatasi pada pembuat media PSA diperlukan bahan yaitu kentang 200 gram, gula pasir 100 gram, agar 14-15 gram (tergantung pada agar yang digunakan), dan aquades 1000 ml. Peralatan yang digunakan adalah pisau, telenan, panci, gelas erlenmeyer, pengaduk dan kompor. Sedangkan cara pembuatan media PDA yaitu kentang dikupas bersih dan dicuci, kentang yang sudah bersih dipotong berbentuk dadu kecil-kecil, menimbang kentang sebanyak 200 gram, merebus kentang dengan aquades hingga lunak, saring air rebusan kentang dan dimasukkan ke dalam gelas Beker, tambahkan gula pasir sebanyak 100 gram dan diaduk (dapat menggunakan stirer) sampai tercampur merata, tambahkan agar sebanyak 14-15 gram, tambahkan aquades hingga volume total menjadi 1000 ml, panaskan dengan api kecil atau suhu sekitar 100 ^{o}C hingga semua agar dan gula larut, masukkan ke dalam labu Erlenmeyer, tutup erlenmeyer dengan kapas.Sterilkan media dengan autoclave pada suhu 121^{o}C selama 15 menit.

Sterilisasi Alat dan Bahan

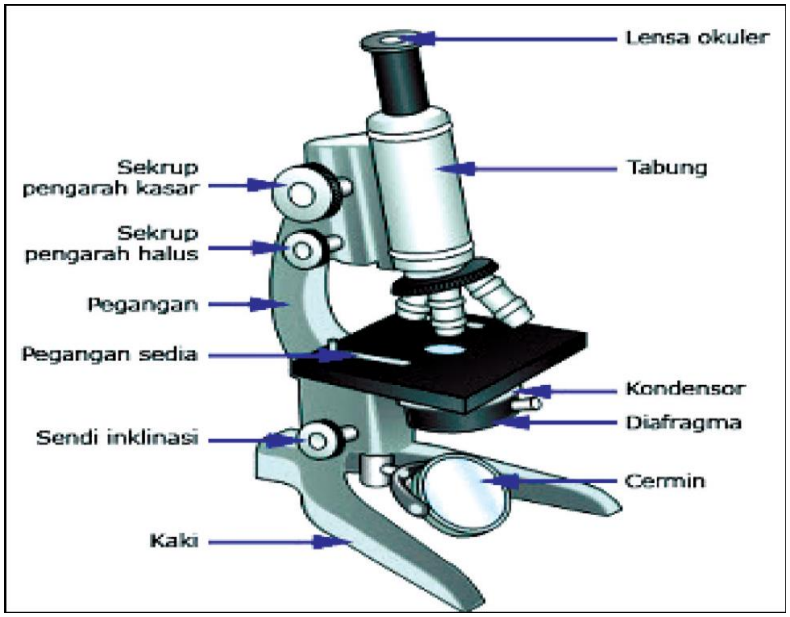
Alat dan bahan yang akan digunakan untuk percobaan identifikasi penyebab penyakit di laboratorium harus dilakukan sterilisasi. Terdapat tiga cara yang umum dipakai dalam sterilisasi yaitu penggunaan panas, bahan kimia dan

penyaringan (filtrasi). Sterilisasi panas dengan menggunakan uap air disebut sterilisasi panas lembab atau sterilisasi basah, sedangkan sterilisasi dengan panas kering disebut dengan sterilisasi panas kering atau sterilisasi kering. Sterilisasi kimiawi dapat dilakukan dengan menggunakan bahan kimia baik berupa cairan, gas atau radiasi. Pemilihan metode sterilisasi tersebut disesuaikan dengan sifat bahan yang akan disterilisasi.

Sterilisasi basah dilakukan dengan menggunakan autoklaf atau sterilisator uap dengan menggunakan uap air jenuh bertekanan pada suhu 121^{o}C selama 15 menit.Hal tersebut dikarenakan naiknya titik didih air menjadi 121^{o}C disebabkan oleh tekanan 1 atm pada ketinggian permukaan air laut, maka daur sterilisasi tersebut seringkali dinyatakan sebagai 1 atm selama 15 menit. Pada tempat tempat yang lebih tinggi diperlukan tekanan yang lebih besar untuk mencapai suhu 121^{o}C.

Pengoperasian mikroskop

Kegiatan diagnosis penyebab penyakit tanaman di laboraorium erat kaitannya dengan penggunaan mikroskop. Karena itu, Anda harus mampu mengoperasikan mikroskop secara baik dan benar sehingga diperoleh hasil pemeriksaan yang tepat dan kesimpulan hasil identikasi penyebab penyakit secara benar. Selain itu, dengan pengoperasian mikroskop secara benar sehingga alat tidak mudah rusak. Berikut ini Anda simak bagian-bagian mikroskop seperti pada Gambar 35.



http://nabilasyalalala.blogspot.com/2012/02/bagian-bagian-mikroskop-dan-fungsinya.html

Gambar 35. Mikroskop cahaya dan bagian-bagiannya

Sebelum menggunakan mikroskop, sebaiknya kenali bagian-bagian mikroskop dan fungsinya seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Bagian Mikroskop dan Fungsinya

Bagian Mikroskop		Fungsi
Optik	Mekanik	
Diafragma		Untuk mengatur intensitas cahaya yang masuk ke lensa objektif
Cermin ada dua yaitu datar dan cembung		Cermin berfungsi untuk mengarahkan cahaya pada objek. Cermin datar digunakan ketika cahaya yang dibutuhkan terpenuhi, sedangkan cermin cekung digunakan untuk

		mengumpulkan cahaya.
	Tabung mikroskop	Untuk menghubungkan lensa okuler dan lensa objektif
	Meja sediaan (meja preparat)	Sebagai tempat meletakkan objek atau preparat yang diamati. Bagian tengah meja terdapat lubang untuk melewatkan sinar.
	Klip (penjepit objek)	Untuk menjepit preparat agar kedudukannya tidak bergeser ketika sedang diamati.
	Lengan mikroskop	Untuk pegangan pada saat memindahkan atau membawa mikroskop.
	Pemutar halus (mikrometer)	Untuk menggerakkan (menjauhkan/ mendekatkan) lensa objektif terhadap preparat secara pelan/halus.
	Pemutar kasar (makrometer)	Untuk menggerakkan tubus ke atas dan ke bawah secara cepat.
	Kondensor	Untuk mengumpulkan cahayayang masuk, alat ini dapat diputar dan dinaikturunkan
	Sekrup (engsel inklinasi)	Untuk mengatur sudut atau tegaknya mikroskop
	Kaki mikroskop	Untuk menyangga atau menopang mikroskop

Kegiatan berikutnya Anda dapat menyimak cara menggunakan mikroskop sebagai berikut.

a). Mengambil mikroskop dari kotak penyimpanannya! Tangan kanan memegang bagian lengan mikroskop dan tangan kiri memegang alas mikroskop. Kemudian, mikroskop diletakkan di tempat yang datar, kering, dan memiliki cahaya yang cukup seperti pada Gambar 36 a.

b). Pasang lensa okuler dengan lensa yang memiliki ukuran perbesaran sedang. Kemudian, putar revolver sehingga lensa objektif dengan perbesaran lemah berada pada posisi satu poros dengan lensa okuler yang ditandai bunyi ”klik” pada revolver seperti pada Gambar 36 b.

c). Cahaya tampak terang berbentuk bulat (lapang pandang), seperti yang terlihat pada gambar, dapat diperoleh dengan cara berikut seperti pada Gambar 36 c.

- Mengatur diafragma untuk mendapatkan cahaya yang terang.
- Mengatur cermin untuk mendapatkan cahaya yang akan dipantulkan ke diafragma sesuai kondisi ruangan. Pengaturan dilakukan dengan cara melihat melalui lensa okuler (apakah lapang pandang sudah terang/jelas?). Harap diperhatikan bahwa beberapa mikroskop telah dilengkapi lampu sehingga tidak perlu mencari cahaya, cukup mengatur posisi diafragma yang sesuai dengan kebutuhan cahaya terang dan lurus dengan lensa okuler dan objektif.

d). Siapkan preparat yang akan diamati, lalu letakkan di meja. Aturlah agar bagian yang akan diamati tepat di tengah lubang meja preparat. Kemudian, jepitlah preparat itu dengan penjepit objek seperti pada Gambar 36 d.

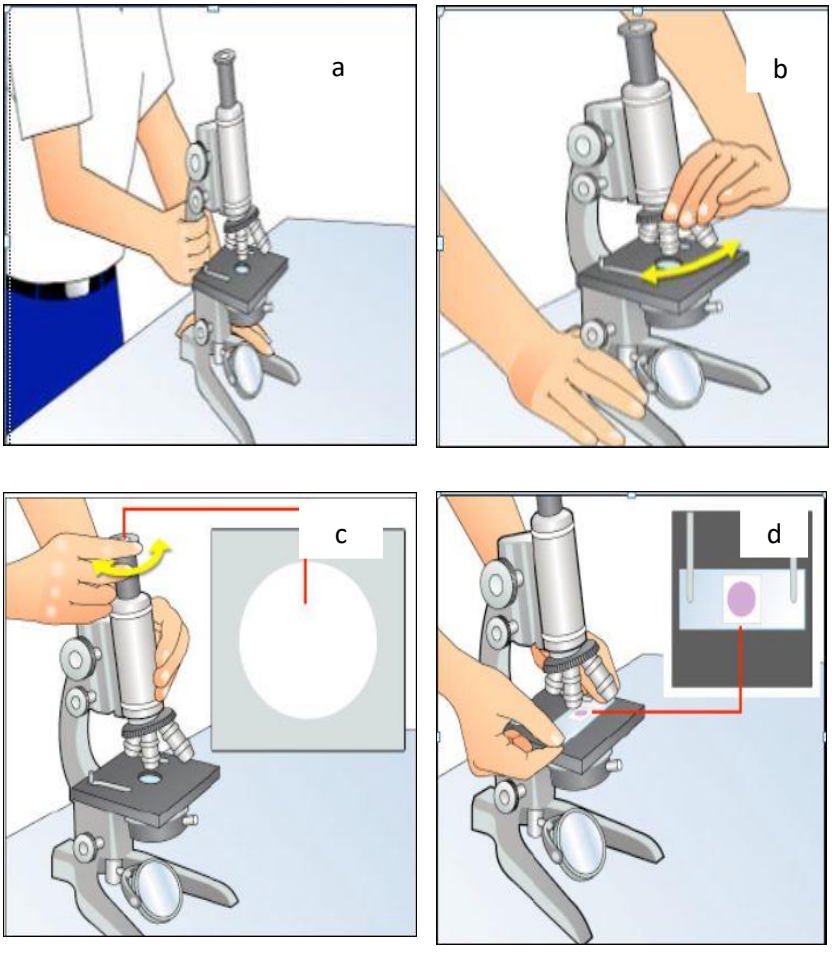
e). Aturlah fokus untuk memperjelas gambar objek dengan cara: (seperti pada Gambar 36 e)

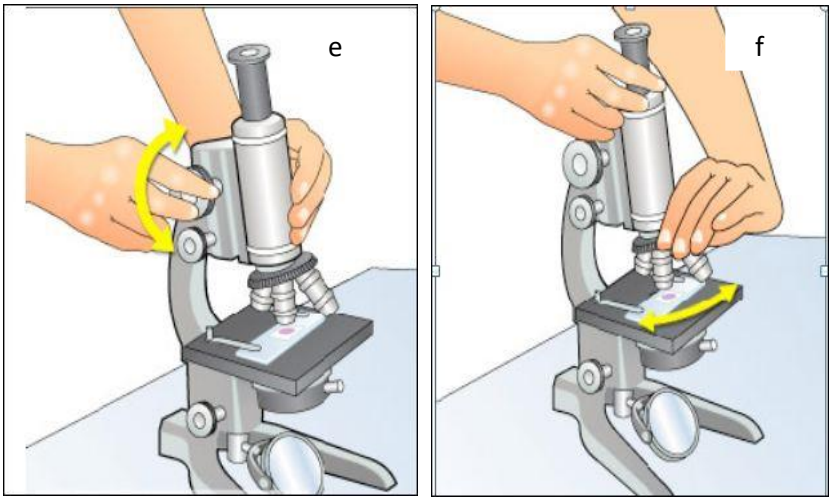
- Putar pemutar kasar (makrometer) secara perlahan sambil dilihat dari lensa okuler. Pemutaran dengan makrometer dilakukan sampai lensa objektif berada pada posisi terdekat dengan meja preparat.

- PERHATIAN: Jangan memutar makrometer secara paksa karena akan menekan preparat dan menyebabkan peparat rusak/pecah/patah.
- Lanjutkan dengan memutar pemutar halus (mikrometer), untuk memperjelas bayangan objek.
- Jika letak preparat belum tepat, kaca objek dapat digeser dengan lengan yang berhubungan dengan penjepit. Jika tidak tersedia, preparat dapat digeser secara langsung.

f). Setelah preparat terlihat, untuk memperoleh perbesaran kuat, gantilah lensa objektif dengan ukuran dari 10 x, 40 x, atau 100 x dengan cara memutar revolver hingga bunyi klik. Usahakan agar posisi preparat tidak bergeser seperti pada Gambar 36 f. Jika hal ini terjadi, Anda harus mengulangi dari awal.

g). Setelah selesai menggunakan mikroskop, bersihkan mikroskop dan simpan pada tempat penyimpanan.





Dokumen, Kemdikbud
Gambar 36. Penggunaan mikroskop

a. Peletakan mikroskop b. Pengaturan cahaya
c. Penyetelan lensa, d. Pemasangan preaparat
e. Pengaturan fokus obyek, f. Pembesaran obyek

Perhitungan kerusakan tanaman akibat penyakit biotik

Tingkat kerusakan tanaman yang disebabkan oleh penyakit tanaman disebut intensitas penyakit. Untuk menentukan tingkat serangan umumnya ditekankan pada berapa persen bagian jaringan tanaman yang rusak dengan asumsi bahwa bagian tersebut secara otomatis tidak mampu melakukan fungsi fisiologis (fotosintesis). Secara normal agar memudahkan dalam mendapatkan cara pengukuran, maka dibuat grading dalam bentuk kategori. Dengan menghitung tingkat intensitas kerusakan tanaman dapat diketahui nilai kehilangan hasil tanaman secara ekonomis.

Akibat serangan/infeksi patogen menimbulkan dua gejala kerusakan, yaitu gejala kerusakan mutlak (persentase kerusakan) dan gejala kerusakan bervariasi(intensitas serangan). Gejala kerusakan mutlak atau dikenal dengan jenis serangan sistemik adalah gejala rusaknya secara mutlak dari

tanaman, atau bagian tanaman, batang, malai, daun serta dapat menyebabkan kematian tanaman secara mutlak. Gejala kerusakan bervariasi atau dikenal dengan jenis serangan non sistemik adalah gejala rusaknya tanaman atau bagian tanaman seperti daun dan dapat menimbulkan kerusakan bervariasi.

Persentase kerusakan tanaman/ tingkat serangan patogendari gejala kerusakan mutlak atau dikenal dengan jenis serangan sistemik dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{n}{N} \times 100\ \%$$

P = Persentase kerusakan tanaman/tingkat seragan patogen
n = jumlah tanaman yang terserang/terinfeksi patogen
N = jumlah tanaman yang diamati

Misal : Berdasarkan data hasil pengamatan dan penilaian contoh petak tanaman di lapangan diperoleh data hasil pencatatan yaitu terdapat 7 dari 15 tanaman dalam suatu petak yang terserang penyakit secara menyeluruh sehingga menyebabkan tanaman mati. Dengan demikian persentase kerusakan tanaman/ tingkat serangan patogen dapat dihitung berdasarkan rumus di atas adalah sebagai berikut.

n = jumlah tanaman yang terseang/terinfeksi patogen = 7
N = jumlah tanaman yang diamati = 15

$$P = \frac{7}{15} \times 100\ \% = 46.67\ \%$$

Kemudian jika gejala kerusakan bervariasi atau dikenal dengan jenis serangan non sistemik dapat dihitung tingkat serangan patogen dengan menggunakan rumus:

$$I = \frac{\sum(n \; x \; v)}{Z \; x \; N} \; x \; 100 \; \%$$

I = tingkat serangan
n = jumlah tanaman/ bagian tanaman dari tiap kategori serangan dengan skala kerusakan yang sama
v = nilai skala tiap kategori serangan
N = jumlah tanaman/ bagian tanaman yang diamati
Z = jumlah skor tertinggi

Untuk dapat menghtiung tingkat serangan patogen dari jenis serangan non sistemik, terlebih dahulu Anda membuat skoring kerusakan tanaman.

c. Perencanaan metode pengendalian penyakit tanaman

Penyusunan perencanaan metode pengendalian penyakit tanaman secara prinsip tidak berbeda dengan metode pengendalian hama yang menyerang tanaman. Karena itu, Anda dapat menyimak uraian metode pengendalian hama. Metode pengendalian penyakit adalah sebagai:

a). Pengendalian secara bercocok tanam
b). Pengendalian dengan varietas tahan
c). Pengendalian secara fisik dan mekanik
d). Pengendalian secara biologi (hayati)
e). Pengendalian secara kimiawi

Uraian dari metode pengendalian penyebab penyakit adalah sebagai berikut:

a) Metode pengendalian secara bercocok tanam

Prinsip pengendalianpenyakit secara bercocok tanam adalah menciptakan kondisi agro ekosistem tidak sesuai untuk kehidupan dan perkembangbiakan penyebab penyakit tanaman. Sehingga dapat nengurangi laju peningkatan populasi penyebab penyakit. Selain itu juga menciptakan kondisi lingkungan

yang sesuai untuk perkembangan tanaman dan sebaliknya tidak mnguntungkan bagi perkembangan penyebab penyakit (patogen). Pengendalian hama secara bercocok tanam merupakan tindakan preventif atau pencegahan sehingga harus dilakukan jauh-jauh hari sebelum ada infeksi patogen.

Beberapa teknik pengendalian penyakit secara bercocok tanam yaitu:

(1)Sanitasi; membersihkan sisa-sisa atau bagian-bagian tanaman setelah panen. Sisa-sisa atau bagian-bagian tanaman tersebut seringkali menyebabkan kondisi lembab sehingga menjadi sarang penyebab penyakit atau sumber penyebab penyakit (inokulum). Musnahkan tanaman terserang, usahakan agar tanah pada tanaman terserang tidak tercecer. Masukkan tanaman dalam wadah agar tanahnya tidak tercecer. Berikan kapur pada bekas tanaman yang dicabut

(2) Pengolahan tanah; ada beberapa jenis penyebab penyakit seperti Fusarium sp. Cendawan ini mampu menghasilkan tiga tipe spora, yaitu mikrokonidia, makrokonidia, dan klamidospora. Mikrokondidia spora diproduksi oleh cendawan ini di dalam jaringan tanaman terserang. Sementara makrokonidia spora diproduksi dipermukaan tanaman yang mati setelah terserang atau terinfeksi. Sedangkan klamidospora merupakan spora yang terdapat pada tanah yang sudah terinfeksi. Klamidospora mampu bertahan selama 30 tahun di dalam tanah.Baik mikrokonidia, makrokonidia, dan klamidospora dapat menyebar dengan bantuan air, peralatan pertanian, maupun kegiatan budidaya. Klamidospora merupakan jenis spora yang sangat aktif menginfeksi tanaman sehat melalui luka pada akar, maupun titik tumbuh akar lateral. Setelah masuk xilem, miselium bercabang dan menghasilkan mikrokondidia yang akan terus berkecambah di dalam jaringan tanaman. Pertumbuhan mikrokonidia spora ini mempengaruhi pasokan air, sehingga tanaman menjadi lemas dan akhirnya mati.

Pengolahan lahan dengan pencangkulan dan pembalikan tanah, agar bibit penyakit terkena sinar matahari. Pengapuran lahan untuk meningkatkan pH tanah. Pada pH mendekati normal, cendawan tidak begitu aktif menyerang. Jaga kelembaban di areal pertanaman, hindari adanya genangan air yang berpotensi meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan spora.

b). Pengendalian dengan varietas tahan

Penggunaan varietas tanaman antara lain dilakukan dengan menggunakan benih unggul sehingga dapat mewujudkan tanaman bebas patogen. Penyebab penyakit dapat berasal dari benih hasil panen. Patogen yang terdapat pada benih ada yang hanya menempel pada benih tetapi ada juga yang menyerang bagian luar benih, bahkan ada yang sudah berada dalam benih. Oleh karena itu pada saat mengadakan perlakuan benih atau perawatan benih harus dipilih cara yang tepat, sesuai dengan keadaan patogen yang terdapat dalam benih. Untuk menghilangkan patogen ada beberapa cara, misalnya pada pathogen yang hanya menempel atau menyerang pada bagian luar benih digunakan perawatan benih, sebab umumnya cara ini hanya mampu mengendalikan pathogen yang berada diluar benih saja, meskipun bila digunakan fungisida sistematik dapat pula mencapai bagian dalam benih dan mengendalikan patogennya. Untuk menghilangkan pathogen yang berada dalam benih umumnya menggunakan perlakuan benih, sebab cara ini dapat membunuh pathogen, baik yang diluar maupun yang didalam benih. Jadi jika bandingkanantara perlakuan benih dan perawatan benih pada umumnya, kebaikan perlakuan benih dapat membunuh patogen baik yang diluar maupun yang didalam benih, sedangkan kebaikan perawatan benih selain membunuh patogen pada bagian luar benih dapat mencegah infeksi patogen dari dalam tanah.

Perlakuan benih dilaksanakan secara fisik, misalnya menggunakan air panas, uap air, udara panas dan lain-lain. Benih yang dipakai untuk penanaman

sudah selayaknya kalau merupakan benih unggul, yang minimal mempunyai sifat mampu berproduksi tinggi dan tahan gangguan baik hama, penyakit maupun gulma. Disamping itu ada syarat lain yaitu harus bersih, murni dan sehat atau bebas dari patogen.

Ciri-ciri benih yang baik adalah sebagai berikut:

- Mutu Genetik

  Merupakan penampilan benih murni dari spesies atau varietas tertentu mulai dari benih penjenis, benih dasar, benih pokok sampai benih dasar.

- Mutu Fisiologik

  Merupakan tampilan kemampuan daya hidup atau viabilitas benih yang mencakup daya kecambah dan kekuatan tumbuh benih.

- Mutu Fisik

  Menampilkan penampilan benih secara prima bila dilihat secara fisik, antara lain ukuran yang homogeny, bernas, bersih dari campuran benih yang lain, biji gulma dan dari berbagai kontaminan lainnya, serta kemasan yang menarik.

Sehingga dapat dinyatakan bahwa mutu suatu benih dapat dilihat dari faktor-faktor sebagai berikut : kebenaran varietas, kemurnian benih, daya hidup (daya kecambah dan kekuatan tumbuh), serta bebas dari hama dan penyakit.

c). Pengendalian secara fisik dan mekanik

Pengendalian secara fisik adalah teknik pengendalian menggunakan atau mengubah lingkungan fisik sehingga dapat menimbulkan kematian pada jasad pengganggu dan mengurangi populasinya. Sedangkan pengendalian secara mekanik adalah suatu cara pengendalian menggunakan cara-cara mekanik dengan tangan ataupun dengan alat dan bahan lain, dengan tujuan

mematikan atau memindahkan jasad pengganggu tanaman. Misal bagian tanaman yang terinfeksi tanaman segera dicabut dan dimasukkan dalam kantong plastik jangan sampai tercecer, kemudian bekas tanaman yang dicabut ditaburkan kapur atau fungisida.

d). Pengendalian penyakit secara biologi

Pengendalian secara biologi adalah suatu teknik pengendalian yang dengan sengaja menggunakan organisme hidup (makhluk hidup) yang bukan dari jasad pengganggu tanaman, dengan tujuan untuk mengendalikan serangan penyakit. Misalnya Trichoderma spp. yang diaplikasikan di persemaian untuk menekan pertumbuhan Ganoderma sp.

Pengendalian biologi terhadap penyakit pada umumnya terjadi melalui mekanisme antagonisme, yaitu melalui peristiwa dimana organisme yang satu menghambat perkembangan pertumbuhan organisme lain. Antagonisme terjadi dengan tiga cara, yaitu :

- Kompetisi, adalah antar organisme terjadi persaingan atau perebutan ruangan atau keadaan
- yang telah tersedia secara langsung, yaitu perebutan terhadap nutrisi, cahaya, air, oksigen,
- dan sebagainya.
- Antibiosis, adalah suatu mikroorganisme antagonis menghasilkan senyawa kimia
- (antibiotik) yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme lainnya yang
- bertindak sebagai patogen penyebab penyakit.
- Parasitisme, adalah mikroorganisme yang dapat langsung menghisap makanan dari
- organisme lain yang bertindak sebagai patogen penyebab penyakit.

e). Pengendalian penyakit secara kimiawi

Pengendalian secara kimiawi adalah suatu teknik pengendalian penyakit dengan menggunakan bahan kimia agar tidak menimbulkan kerusakan pada tanaman dan kerugian ekonomis Secara umum bahan kimia yang digunakan adalah pestisida, di antaranya fungisida, dan bakterisida.

2. Pelaksanaan pengendalian penyakit tanaman

Beberapa contoh metode pengendalian suatu penyakit pada tanaman perkebunan adalah sebagai berikut.

a. Pengendalian penyakit kanker garis pada tanaman kakao

Usaha-usaha yang dapat dilakukan dalam rangka penanggulangan penyakit kanker garis antara lain adalah:

- Tidak menanam klon yang rentan didaerah yang rawan penyakit bidang sadap.
- Tidak menerapkan sistem sadap yang terlampau berat
- Melumaskan fungisida + 5 cm di atas alur sadap dengan interval 5-7 hari selama periode dimana penyakit tersebut berjangkit.
- Untuk mencegah penularan penyakit kanker garis melalui pisau sadap, pisau sadap tersebut dicelupkan ke dalam disinfektan sebelum menyadap pohon berikutnya.

Umumnya penyakit kanker garis berjangkit pada musim hujan. Pelumasan fungisida dilakukan pada waktu tidak bertepatan dengan hari sadap. Jenis fungisida yang efektif untuk mengendalikan penyakit kanker garis adalah Difotan 4 F (2,0 %) dan Actidione 4,2 % EC (0 30 %). Larutan disinfektan yang dapat digunakan antara lain adalah fomalin 4- 5 % suspensi fungisida Difolatan 4 f (2 %)

b. Pengendalian penyakit Mouldy rot pada tanaman kakao

Penyakit Mouldy rot di lapangan dengan mudah diketahui jika dibandingkan dengan penyakit kanker garis. Hal tersebut mempermudah penanggulangan penyakit secara dini.
Usaha-usaha yang dapat dilakukan dalam rangka penanggulangan penyakit kanker garis yaitu secara kimia dengan menggunakan fungisida yakni Actidione, Benlate, Bavistin, Derozal dan Defolatan.

c. Pengendalian busuk pangkal batang pada tanaman kelapa sawit (TBM)

Beberapa tindakan yang dapat dilakukan untuk mencegah penyakit busuk pangkal batang sebagai berikut :

- Melakukan pembersihan lahan terutama terhadap sisa-sisa tanaman kelapa atau kelapa sawit
- Menghindari penanaman kelapa sawit dekat dengan perkebunan kelapa
- Melakukan sensus terhadap tanaman setiap 6 bulan sekali, untuk mengidentifikasi tanaman yang terserang/terinfeksi jamur

Tindakan pengendalian dapat dilakukan antara lain:

- Pengendalian *secara mekanis* yakni membongkar, mengumpulkan dan membakar tanaman yang terserang penyakit terutama bagi tanaman yang terinfeksi *ada jamur*
- Pangkal batang dan perakarannya dibongkar hingga kedalaman 15 - 20 cm serta dikeluarkan dari lahan perkebunan kelapa sawit
- Tanaman yang terinfeksi *tanpa ada jamur*, tetapi masih tetap berproduksi, harus dimonitor / kontrol terus

- Pengendalian secara kimiawi yakni sekitar pohon yang terserang digali parit selebar 30 cm, dalamnya 1 m (parit isolasi), kemudian pinggir parit disemprot dengan fungisida
- Menggunakan biofungisida Marfu-P

Bahan aktif yang digunakan untuk biofungisida Marfu-P adalah sporakonidia dan klamidospora jamur *Trichoderma koningii* (isolat MR 14). Hasil uji aplikasi Marfu-P menunjukkan bahwa satu bulan setelah perlakuan masih dijumpai adanya Ganoderma dan Trichoderma pada potongan akar yang sama. Ganoderma pada akar kelapa sawit dan pada potongan akar karet sudah melapuk setelah 3 bulan perlakuan Trichoderma. Biofungisida Marfu-P banyak digunakan oleh perusahaan perkebunan kelapa sawit milik negara dan swasta. Manfaat yang diperoleh dengan adanya aplikasi biofungisida Marfu-P adalah pengendalian BPB bersifat ramah lingkungan, sehingga bahaya pencemaran lingkungan oleh insektisida kimiawi dapat dihindari.

d. Pengendalian penyakit busuk tandan buah pada kelapa sawit

Beberapa tindakan yang dapat dilakukan untuk mencegah dan penularan penyakit busuk pembuluh yakni :

- Penggunaan benih yang sehat dan bebas dari patogen busuk pembuluh
- Melaksanakan kultur teknis yang tepat seperti waktu penanaman yang tepat, penyiraman tanaman, pemupukan serta pemeliharaan lingkungan perkebunan kelapa sawit yang optimal.

Sedangkan beberapa tindakan yang dapat dilakukan untuk menncegah dan mengendalikan penyakit busuk tandan buah sebagai berikut :

- Melakukan sanitasi /pembersihan kebun dari sisa-sisa bagian tanaman yang menjadi sumber inokulum terutama pada musim hujan

- Pengendalian *secara mekanis* yakni dengan cara mengumpulkan dan membakar tandan buah yang terserang
- Pengendalian *secara kimiawi* yakni dengan menggunakan fungisida yang selektif sehingga tidak mematikan serangga atau kumbang yang membantu dalam penyerbukan. Fungisida yang biasa digunakan adalah Difolatan 0,2 – 07,%, dengan interval 2 minggu sekali

3. Evaluasi pelaksanaan pengendalian penyakit tanaman

Setelah pelaksanaan pengendalian penyakit tanaman dengan metode tertentu maka dilakukan evaluasi berdasarkan hasilnya. Evaluasi tersebut harus menjawab beberapa aspek antara lain:

- keberadaanpenyakit tanaman dan penyebab penyakitnya
- tingkat infeksi penyakit tanaman; semakin menurun atau sebaliknya
- besarnya biaya yang dikeluarkan

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah Anda membaca uraian materi di atas minimal diperoleh gambaran berkaitan dengan pengelolaan pengendalian penyakit pada tanaman perkebunan. Untuk mempertajam pemahaman dan pengalaman ~~Anda~~ maka lakukanah aktivtas pembelajaran dengan pendekatan pembelajaran saintifik.

Bentuklah kelompok (2-3) orang dan bekerja secara tim yang solid.Jika disediakan areal tanaman perkebunan karet, kakao dan kelapa sawit lakukanlah.

1. Identifikasi tanda-tanda dan gejala penyakit tanaman di lapang

a. observasi tanda-tanda dan gejala kerusakan yang terjadi pada organ tanaman akibat infeksi patogen!
b. Diskusikan dengan anggota teman Anda dalam kelompok tentang persiapan alat dan bahan untuk keperluan observasi tersebut.

c. Buatlah petak sampel (secara diagonal atau bentuk huruf U atau secara acak bebas) pada areal tanaman perkebunan yang akan dilakukan observasi.
d. Siapkanlah semua perlengkapan ke lapangan (termasuk keselamatan kerja),
e. Amatilah tanda-tanda dan gejala kerusakan tanaman akibat patogen yang tampak pada bagian tanaman, dapat menggunakan kaca pembesar dengan obyek:
   - bagian daun
   - bagian buah
   - bagian cabang
   - bagian batang
   - bagian akar/leher akar
f. Hasil pengamatan didokumentasikan berupa foto dari semua kelainan tanaman yang ditemukan baik perubahan warna, perubahan bentuk, timbulnya cairan, bau, dan benda-benda lain yang ditemukan pada bagian tanaman.
g. Hasil pengamatan dapat menggunakan Format 3. (dapat dikembangkan)
h. Berdasarkan temuan fakta dan hasil catatan, buatlah suatu pertanyaan dan ~~Anda~~ diskusikan hal tersebut!

Format 3. Pengamatan Tanda-tanda dan Gejala Tanaman Terinfeksi Patogen

Nama Kelompok: .....
Nama Anggota Kelompok: .....
Lokasi kebun: .....
Petak Tanaman : ..... (kode A, B, C, dst)
Jumlah Tanaman per petak : .....jmlh tanaman dalam satu petak)
Nama Tanaman : .....
Jumlah Tanaman yang diamati: ..... (jmlh tan yang diamati satu petak)

No. Tanaman	Bagian tanaman yang diamati (dilengkapi foto)	Jumlah bagian tanaman yang terinfeksi patogen	Uraian Secara Rinci Hasil Pengamatan Tanda-tanda dan Gejala-gejala Tanaman terinfeksi Patogen
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			

2. Perhtungan Intensitas serangan penyakit tanaman

a. Tetapkan petak contoh yang akan dijdikan fokus pengamatan

b. Buatlah ketentuan skoring kerusakan tanaman misal sebagai berikut:

Nilai Skala Kategori serangan (V)	Tingkat kerusakan tanaman (%)
0	Tidak ada gejala serangan
1	> 0 – 20
2	> 20 – 40
3	>40 – 60
4	>60 – 80
5	>80 – 100

c. Hitung dan catatlah jumlah tanaman yang ditetapkan sebagai tanaman sampel/contoh tanaman yang akan diamati/observasi.

d. Hitung kerusakan tanaman secara sistematis dan catat menggunakan Format 4.

e. Hitung kerusakan tanaman secara non sistematik menggunakan Format 5.
f. Berdasarkan hasil perhitungan sistematik dan non sistematik., pertanyaan apa yang dapat Anda ajukan dan diskusikan**!**

Format 4. Pengamatan kerusakan tanaman dengan gejala serangan non sistemik

Nama Kelompok : .....
Nama Anggota Kelompok: .....
Lokasi kebun: .....
Petak Tanaman : .....

No.	n (Jumlah tanaman terserang/infeksi patogen)	N (Jumlah tanaman yang diamati)

Format 5. Pengamatan kerusakan tanaman dengan gejala serangan sistemik

Nama Kelompok: .....
Nama Anggota Kelompok: .....
Lokasi kebun: .....
Petak Tanaman : .....

N0.	n *jumlah tanaman/ bagian tanaman dari tiap kategori serangan dengan skala kerusakan yang sama*	V *nilai skala tiap kategori serangan*	N *jumlah tanaman/ bagian tanaman yang diamati*	Z *jumlah skor tertinggi*

3. Pengujian/pengamatan di laboratorium

Untuk menindaklajuti dan memastikan hasil pengamatan tanda-tanda dan gejala tanaman yang terinfeksi patogen dilapangan, selanjutnya dilakukan uji secara laboraorium untuk mengetahui penyebab penyakit (patogen). Dalam latihan ini akan dilakukan uji fungi. sebagai berikut:

a. Pembuatan media tumbuh/agar seperti lembar kerja berikut.
b. Tumbuhkan inokulum yang ditemukan di lapangan dengan lembar kerja yang disediakan.
c. Buatlah preparat, dan lakukan pengamatan di bawah mikroskop dengan cara menggunakan mikroskop seperti pada lembar kerja yang disediakan
d. Tentukan organime penyebab penyakit jenis jamur/fungi apa?
e. Cocokkan gambar mikroskopis dengan informasi lain (cari dari berbagai sumber informasi).
f. Berdasarkan hasil temuan, coba diskusikan!

4. Perencanaan pengendalian penyakit tanaman

Berdasarkan wawasan yang telah Anda miliki dari hasil mencermati uraian materi dan pengalaman Anda mulai dari pengamatan tanda-tanda dan gejala-gejala yang tampak pada bagian tubuh tanaman dilapangan, hasil perhitungan kerusakan tanaman, hasil uji laboratorium, maka buatlah tindakan pengendalian apa yang seharusnya dilakukan.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Lembar Kerja 1.

Judul: Pembuatan Media PSA (Potato Sucrosa Agar)

Tujuan : Menyiapkan media tumbuh penyebab penyakit golongan jamur

Alat dan Bahan : Alat dan bahan yang harus disediakan sebagai berikut.

- pisau,
- telenan,
- panci,
- gelas beker
- gelas erlenmeyer,
- pengaduk dan
- kompor
- kentang 200 gr
- gula pasir 100 gr
- agar 14-15 gr (tergantung pada agar yang digunakqn
- aquades 1000 ml

Langkah Kerja: Kegiatan ini dilakukan dengan memperhatikan keselamatan kerja dengan cara;

1. Untuk 1 resep dikerjakan secara berkelompok
2. Kupas kulit kentang dan dicuci,
3. Potong kentang berbentuk dadu berukuran 1cm x1 cm x 1 cm,
4. Timbang kentang sebanyak 200 gram,
5. Rebus kentang dengan aquades hingga lunak,
6. Saring air rebusan kentang dan dimasukkan ke dalam gelas Beker,
7. Tambahkan gula pasir sebanyak 100 gram dan diaduk (dapat menggunakan stirer) sampai tercampur merata,
8. Tambahkan agar sebanyak 14-15 gram,
9. Tambahkan aquades hingga volume total menjadi 1000 ml, panaskan dengan api kecil atau suhu sekitar 100^{o}C hingga semua agar dan gula

larut, masukkan ke dalam labu Erlenmeyer, tutup erlenmeyer dengan kapas.

10. Sterilkan media dengan autoclave pada suhu 121^{o}C selama 15 menit

Hasil Kerja:

1. Setiap kelompok kecil membuat catatan tertulis tentang proses dan hasil dari pengalaman belajar ini!
2. Diskusikan proses dan hasil pengalaman belajar dalam kelompok

Lembar Kerja 2.

Judul: Penumbuhan Inokulum (Isolasi Penyebab Penyakit Tanaman)

Tujuan: Menumbuhkan inokulum penyebab penyakit dari lapangan ke dalam media agar

Alat dan Bahan : Alat dan bahan yang harus disediakan sebagai berikut.

1. Cawan Petri yang telah disterilkan
2. Tabung reaksi yang telah disterilkan
3. Pinset
4. Pisau
5. Jarum
6. Enkas
7. Inkubator
8. Sprayer
9. Lampu bunsen
10. Rak tempat tabung reaksi
11. Kertas label
12. Tissu gulung
13. Alkohol 95 %
14. Media agar yang telah disterilkan

Langkah Kerja : Kegiatan ini dilakukan dengan memperhatikan keselamatan kerja dengan cara;

1. Setiap peserta didik berlatihlah membuka dan menutup cawan Petri

2. Setiap kelompok menyiapkan 3-5 cawan Petri steril dan 3-5 tabung reaksi steril
3. Isilah cawan Petri dengan agar steril yang telah dicairkan sebanyak sekitar 10-15 ml di dekatnya api bunsen. Demikian pula tabung reaksi steril diisi dengan agar steril yang telah dicairkan sekitar 5 ml di dekatnya api bunsen dan letakkan pada posisi miring. Biarkan media agar dalam cawan Petri dan tabung reaksi sampai dingin.
4. Sediakan bahan (bagian tanaman yang terinfeksi patogen dari lapangan yang telah diberi kode identitas) yang akan diisolasi jasad penyebab penyakit (patogen), bersihkan kotoran-kotoran dengan air.
5. Bahan yang telah dibersihkan, pada batas antara yang sehat dan yang sakit, kulitnya di ulas dengan alcohol 95% kemudian dikupas dengan menggunakan jarum atau pisau.
6. Ambillah bagian bawah kulit yang sudah dikupas tersebut beberapa potong dan diletakkan pada agar didalam cawan Petri yang sudah disiapkan tersebut.
7. Tempatkanlah cawan Petri dalam inkubator pada suhu kamar selama 2-4 hari.
8. Amatilah biakan mikroorganisme yang muncul
9. Pindahkan biakan yang muncul dengan menggunakan jarum ent steril ke dalam tabung reaksi berisi agar yang telah disiapkan di atas dan tutup tabung rekasi dengan kapas.
10. Berilah label sesuai dengan identitas bahan uji dari lapangan
11. Simpanlah biakan dalam tabung reaksi pada suhu kamar. Biakan yang tumbuh siap diperiksa di bawah mikroskop.

Hasil Kerja :

1. Setiap kelompok kecil membuat catatan tertulis tentang proses dan hasil dari pengalaman belajar ini!
2. Diskusikan proses dan hasil pengalaman belajar dalam kelompok kecil Anda!

Lembar Kerja 3.

Judul: Identifikasi Penyebab Penyakit Tanaman secara Mikroskopis

Tujuan: Menumbuhkan inokulum penyebab penyakit dari lapangan ke dalam media agar

Alat dan Bahan: Alat dan bahan yang harus disediakan sebagai berikut.

- Mikroskop
- Kaca obyek
- Kaca penutup obyek
- Pipet tetes
- Sprayer
- Jarum ent
- Biakan penyebab penyakit/ patogen
- Aquadest
- Tisu gulung

Langkah Kerja: Lakukan kegiatan dengan memperhatikan cara penggunaan mikroskop secara benar;

1. Sediakan biakan murni penyebab penyakit yang telah disiapkan sebelumnya.
2. Ambil kaca obyek, kemudian tetesilah satu tetes aquadest dengan menggunakan pipet tetes pada bagian tengah-tengah kaca.
3. Ambilah biakan murni dengan jarum ent. tempatkam pada setetes air dan tutuplah dengan kaca penutup obyek (preparat).
4. Amati preparat dengan mikroskop dimulai dari perbesaran lemah ke perbesaran kuat dan perhatikan hifa dan lain-lain badan yang dapat mencirikan penyebab penyakit (patogen)
5. Jika belum ditemukan mahkluk hidup yang dicari, ulangi kembali
6. Jika sudah menemukan hifa dan lain-lain badan yang dapat mencirikan penyebab penyakit, catatlah hasilnya dengan menggunakan Format 6.

Nama Kelompok : .....

Nama Anggota Kelompok.....

Lokasi kebun: .....

Petak Tanaman : .....

Format 6. Pengamatan mikroorganisme penyebab penyakit secara Mikroskopis

No.	Kode Biakan dalam Tabung Reaksi/ Cawan Petri	Catatan pengamatan secara fisik kondisi biakan	Gambar Hasil Pengamatan secara Mikroskopis dan Perkiraan Golongan Penyebab Penyakit Tanaman

F. Rangkuman

Diagnosis penyebab penyakit tanaman dapat dilakukan dengan mengenali:

- tanda-tanda tanaman terinfeksi penyebab penyakit tanaman
- gejala-gejala tanaman terinfeksi penyebab penyakit tanaman

Untuk membedakan tanda-tanda dan gejala tanaman terinfeksi penyebab penyakit yaitu:

- tanda-tanda tanaman terinfeksi penyebab penyakit tanaman dapat dicirikan adanya terlihat pada tubuh atau bagian tubuh tanaman yang sakit dapat berupa benda-benda ataupun zat yang terdiri dari alat-alat tubuh dan alat pembiakan dari parasit atau patogen penyebabnya, terdapat di permukaan atau tampak dari luar
- gejala-gejala tanaman terinfeksi penyebab penyakit tanaman merupakan perwujudan secara nyata dari interaksi antara patogen dan tanaman inang yang ditandai pertumbuhan tanaman tidak normal misalnya kerdil atau sebaliknya, layu, terjadinya perubahan warna, umumnya yang mudah terlihat ialah daun hijau berubah menjadi kuning, merah, coklat, dan sebagainya

Diagnosis penyebab penyakit dilakukan dua tahap yaitu:

- Pengamatan langsung di lapangan
- Pengamatan secara tidak langsung dengan mengisolasi penyebab penyakit di laboratorium dan pengamatan menggunakan mikroskop

Penumbuhan mikroorganisme penyebab penyakit tanaman dilakukan dengan menggunakan media PSA (*Potato Sucrose Agar*) atau PDA (*Potato Dextrose Agar*) dalam kondisi aseptik

Melalui pengamatan lapangan dan mikroskopis dapat diduga secara akurat organisme penyebab penyakit (patogen) yang menginfeksi tanaman di lapangan.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

1. Memahami tanda-tanda dan gejala tanaman terinfeksi penyebab penyakit adalah penting. Jelaskan !
2. Jelaskan gejala-gejala tanaman terinfeksi penyebab penyakit!
3. Berikan contoh tanda-tanda dan gejala tanaman terinfeksi penyebab penyakit golongan cendawan/jamur!
4. Perhitungan kerusakan tanaman akibat infeksi patogen dapat dihitung dengan menggunakan pendekatan jenis serangan sistemik. Jelaskan rumus perhitungan tersebut!
5. Perhitungan kerusakan tanaman akibat infeksi patogen dapat dihitung dengan menggunakan pendekatan jenis serangan non sistemik. Jelaskan rumus perhitungan tersebut

H. Kunci Jawaban

1. Setiap penyakit tanaman tertentu memiliki tanda-tanda dan gejala spesifik sehingga perlu memahami ciri-ciri khusus sehingga memudahkan dalam diagnosis penyakit di lapangan.
2. Gejala-gejala tanaman terinfeksi penyebab penyakit biasanya dalam tubuh tanaman terdapat cairan atau aroma spesifik atau adanya hifa atau miselium..
3. tanda-tanda dan gejala tanaman terinfeksi penyebab penyakit golongan cendawan/jamur yaitu tampak benda–benda yang menempel berupa hifa atau miselium berwarna putih.
4. Perhitungan kerusakan tanaman pendekatan jenis serangan sistemik (kerusakan mutlak) yaitu dengan rumus $P = n/N \times 100\ \%$
5. Perhitungan kerusakan tanaman pendekatan jenis serangan non sistemik (kerusakan bervariasi) yaitu dengan rumus :

   $I = \sum (n \times v)/N.Z \times 100\ \%$

   I= tingkat serangan
   n=(jumlah tanaman/ bagian tanaman dari tiap kategori serangan dengan skala kerusakan yang sama)

v= nilai skala tiap kategori serangan
N= jumlah tanaman/ bagian tanaman yang diamati
Z= jumlah skor tertinggi

EVALUASI

Untuk mengetahui tingkat penguasaan materi yang Anda pelajari dalam modul Pengelolaan Pengendalian Hama dan Penyakit pada Tanaman Perkebunan maka jawablah pertanyaan di bawah ini secara singkat, jelas dan benar.

1. OPT yakni penggerek buah kakao (PBK) merupakan salah satu hama penting, hama tersebut dapat diidentifikasi berdasarkan tipe alat mulutnya. Jelaskan proses serangannya dan sebutkan nama hama tersebut!
2. Apa yang terjadi pada buah-buah kakao yang terserang hama Helopeltis sp ini? Sejauhmana kerugian yang ditimbulkannya. Berikan penjelasan!
3. Fase apakah penggerek buah kakao aktif menginfestasi tanaman kakao?
4. Tindakan pengendalian manakah yang paling tepat bagi penggerek buah kakao?
5. Penyakit akar putih pada tanaman karet disebabkan oleh organisme hidup dari golongan? Jelaskan tanda-tanda dan gejala-gejala tanaman yang terinfeksi penyebab penyakit tersebut!
6. Tindakan apa yang akandiłakukan jika di antara pohon karet ada yang terinfeksi penyebab penyakit akar putih? Jelaskan!
7. Tanda-tanda dan gejala-gejala tanaman kelapa sawit terinfeksi Ganoderma sp? Jelaskan!
8. Tingkat kerusakan tanaman terinfeksi penyakit dapat dilakukan perhitungan gejala serangan secara sistematik (kerusakan mutlak) dengan menggunakan rumus tertentu. Jelaskan
9. Tingkat kerusakan tanaman terinfeksi penyakit dapat dilakukan perhitungan gejala serangan secara non sistematik (kerusakan bervariasi) dengan menggunakan rumus tertentu. Jelaskan
10. Pengujian penyebab penyakit tanaman hasil observasi lapang ke laboratorium dilakukan dengan menerapkan Postulat Koch. Jelaskan!

PENUTUP

Modul diklat Keahlian Ganda Guru SMK yang berjudul Agribisnis Tanaman Perkebunan KK G dikembangkan berdasarkan Naskah Standar Kompetensi Guru Permendiknas Nomor 16 tahun 2007 khususnya kompetensi profesional pada paket keahlian perkebunan. Melalui modul ini diharapkan dapat membantu Guru yang mengampu paket paket keahlian perkebunan. Modul ini menerapkan pembelajaran dengan pendekatan ilmiah (*scientific approach*) yaitu dimulai dari kegiatan peserta pelatihan melakukan pengamatan fakta atau referensi, membuat pertanyaan, melakukan percobaan/praktik, melakukan penalaran dari hasil belajar sebelumnya kemudian membuat suatu kesimpulan dan akhirnya peserta pelatihan mampu mengkomunikasikan hasil-hasil belajar yang telah dicapai. Untuk mengetahui penguasaan hasil belajar peserta pelatihan diberikan kesempatan melakukan umpan balik dan tindak lanjut. Akhir modul ini peserta pelatihan diberikan kesempatan untuk menjawab evaluasi.

Semoga modul Agribisnis Tanaman Perkebunan KK G ini dapat bermanfaat bagi peserta pelatihan dalam penguasaan kompetensi pengelolaan hama dan penyakit tanaman perkebunan. Akhirnya saya ucapkan selamat belajar semoga sukses.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2002.Musuh Alami, Hama dan Penyakit Tanaman Kakao. Edisi kedua Proyek Pengendalian Hama Terpadu Perkebunan RakyatDirektorat Perlindungan Perkebunan, Direktorat Jenderal Bina ProduksiPerkebunanDepartemen PertanianJakarta.

Anonim, 2007. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 16 tahun 2007 tentang Standar Kompetensi Guru.

Anonim,2012.Penerapan Budidaya Terbaik Tanaman Kakao. SCPP. Swisscontact. SECO

Anonim, 2012. Hama Penggerek Buah Kakao. Kumpulan Materi Pelatihan Budidaya dan Pengolahan Kakao, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2012

Djafaruddin.2004. Dasar-dasar Perlindungan Tanaman. Cetakan ketiga. PT.Bumi Aksara. Jakarta

*elisa.ugm.ac.id/.../409993c1e65d8cedcccac9de979cb4.*diunduh pukul 9.00 tanggal 15 desember 2015

Gembong T. 2005. Morfologi Tumbuhan. Gajah Mada Press. Yogyakarta

http://www.tanijogonegoro.com/2013/06/virus.html di unduh pukul 10.00 tanggal 25 desember 2015

http://www.tanotofoundation.org/id/en/ruang-berita/siaran-pers/443-penelitian-metode-pengendalian-ganoderma-sp-pada-tanaman-perkebunan-dan-kehutanandi unduh pukul 14.00 tanggal 25 desember 2015.

http://mutiaragumilang.blogspot.co.id/diunduh pukul 14.00 tanggal 25 desember 2015.

Pracaya. (2008). Hama dan Penyakit Tanaman. Edisi Revisi. Cetakan ke 11. Penebar Swadaya.

Pujiyanto, dkk., 2008. Panduan Lengkap Kakao. Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir . Penebar Swadaya. Jakarta

.

Tjahjadi., 2008. Hama dan Penyakit Tanaman. Kanisius. Yogyakarta.

Turrini Yudiarti.2007. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Graha Ilmu.Yogyakarta

Untung, K.,1993. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Gadjah Mada University Press. Yogjakarta.

----------,2010.- Buku Diklat Hama dan Penyakit Tanaman.. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian UGM

GLOSARIUM

Agro-Ekosistem	:	Pertanian yang bersifat hubungan timbal balikanatara sekolompok manusia (masyarakat) dan lingkungan fisik dari lingkungan hidupnya guna kelangsungan hidup kelompok manusia.
Akarisida	:	Pestisida untuk membunuh kutu
Atraktan	:	Zat kimia yang baunya dapat menyebabkan serangga
Nozel	:	Alat yang berfungsi untuk mengarahkan pancaranair kesudu turbin, mengubah tekanan menjadi energi kinetik untuk memutar sudu turbin
Nimfa	:	Kepik penghisab buah kakao muda.
Phytoptora Palmivora butl		Penyakit yang disebkan oleh Jamur Phytophtora Palmivora (Sejenis jamur berukurankecil,penyebarannya melalui angin).
Phytoptora Palmivora	:	Jamur penyebab busuk buah dan kanker batang pada tanaman kakao.

LAMPIRAN

Standar Kompetensi Guru Dimensi Kompetensi Profesional Paket Keahlian Agribisnis Tanaman Perkebunan

20.Menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.		
NO	**KOMPETENSI GURU PAKET KEAHLIANAGRIBISNIS TANAMAN PERKEBUNAN**	**INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI**
20.1.	Mengaplikasikan keselamatan, kesehatan kerja dalam kegiatan agribisnis tanaman perkebunan.	20.1.1. Menerapkan peraturan perundangan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) 20.1.2. Menganalisis permasalahan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) sesuai dengan bidang pekerjaan. 20.1.3. Menggunakan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja sesuai dengan bidang pekerjaan. 20.1.4. Menerapkan prosedur keselamatan dan kesehatan kerja (k3) 20.1.5. Menanggulangi pertolongan pertama pada kecelakaan sesuai dengan jenis kecelakaan.
20.2.	Mengelola pelestarian lingkungan	20.2.1. Menciptakan green school mengacu keindahan, kerindangan, kenyamanan dan kesehatan. 20.2.2. Mengelola sumber daya alam (SDA) berdasarkan jenis, jumlah dan karakter SDA. 20.2.3. Mengelola limbah berdasarkan sumber dan karakteristik limbah.

20.3.	Menganalisis penentuan komoditas tanaman perkebunan yang akan diusahakan.	20.3.1. Menganalisispotensi unggulan daerah komoditas tanaman (perkebunan tahunan, semusim dan herbal/atsiri) berdasarkan data dan kondisi daerah. 20.3.2. Menentukan kesesuaian persyaratan teknis sesuai komoditas yang akan diusahakan. 20.3.3. Menganalisis kelayakan ekonomis sesuai kebutuhan pasar. 20.3.4. Menganalisis kelayakan sosial/ hukum sesuai budaya masyarakat. 20.3.5. Menentukan tanaman yang akan diusahakanberdasarkan hasil studi kelayakan.
20.4.	Menyiapan alat dan mesin pertanian.	20.4.1. Mengidentifikasi jenis, bagian dan fungsi alat dan mesin pengolahan lahan, pemeliharaan, panen dan pascapanen 20.4.2. Mengoperasikan alat dan mesin pengolahan lahan, pemeliharaan, panen dan pascapanen 20.4.3. Merawat alat dan mesin pengolahan lahan, pemeliharaan, panen dan pascapanen.
20.5.	Menyiapkan lahan produksi tanaman perkebunan	20.5.1. Merencanakan sistem pengolahan tanah. 20.5.2. Menentukan peralatan pengolahan tanah sesuai spesifikasi. 20.5.3. Menelaah faktor-faktoryang mempengaruhi keberhasilan pengolahan tanah berdasarkan daya dukung yang ada. 20.5.4. Menyiapkan lahan tanaman (perkebunan tahunan, semusim dan herbal/atsiri)
20.6.	Mengelola pembibitan tanaman perkebunan	20.6.1. Merencanakan pembibitan tanaman (Perkebunan tahunan, semusim dan herbal/atsiri) sesuai persyaratan teknis. 20.6.2. Menyiapkan sarana dan prasarana pembibitan berdasarkan kebutuhan komoditas (Perkebunan tahunan, semusim dan

		herbal/atsiri) 20.6.3. Menyiapkan pembibitan tanaman (Perkebunan tahunan, semusim dan herbal/atsiri) secara generatifdan vegetatif. 20.6.4. Mengevaluasi hasil pembibitan berdasarkan keberhasilannya.
20.7.	Mengelola penanaman tanaman perkebunan dan tanaman penutup tanah.	20.7.1. Merencanakan penanaman tanaman (perkebunan tahunan, semusim dan atsiri) dan tanaman penutup tanah sesuai persyaratan teknis. 20.7.2. Menyiapkan bibit tanaman(Perkebunan tahunan, semusim dan herbal/atsiri) sesuai persyaratan teknis. 20.7.3. Menentukan populasi tanaman (Perkebunan tahunan, semusim dan herbal/atsiri) sesuai pola tanam yang direncanakan. 20.7.4. Mengelola distribusi bibit/benih sesuai kebutuhan tanam (Perkebunan tahunan, semusim dan herbal/atsiri). 20.7.5. Menanam tanaman (Perkebunan tahunan, semusim dan herbal/atsiri)dan tanaman penutup tanah 20.7.6. Mengevaluasi hasil penanaman berdasarkan keberhasilannya
20.8.	Mengelola pengairan tanaman perkebunan. *)	20.8.1. Merencanakan pengairan pada perkebunan semusim dan herbal/atsiri. 20.8.2. Menganalisis kebutuhan airbagi tanaman berdasarkan komoditas tanaman perkebunan semusim dan herbal/atsiri 20.8.3. Menentukan metode pemberian air berdasarkan system irigasi. 20.8.4. Mengairi tanaman perkebunan. 20.8.5. Mengevaluasi pengelolaan pengairan berdasarkan keberhasilannya.
20.9.	Mengelola pengendalian gulma tanaman perkebunan.	20.9.1. Merencanakan pengendalian gulma sesuai ambang ekonomi. 20.9.2. Menelaah macam-macam gulma

		sesuai karakteristik. 20.9.3. Menentukan peralatan pengendalian gulma sesuai spesifikasi. 20.9.4. Menentukan bahan pengendalian gulma sesuai karakteristik. 20.9.5. Menentukan metode pengendalian gulma sesuai jenis dan kondisi gulma. 20.9.6. Mengelola pengendalian gulma 20.9.7. Mengevaluasi hasil pengendalian gulma berdasarkan keberhasilannya
20.10.	Mengelola kesuburan tanah tanaman perkebunan.	20.10.1. Merencanakan pelaksanaan kesuburan tanah. 20.10.2. Menganalisis unsur hara dalam tanah dan daun berdasarkan kandungan unsur hara. 20.10.3. Memelihara kesuburan tanah dan konservasi tanah. 20.10.4. Mengevaluasi hasil pengelolaan kesuburan tanah.
20.11.	Mengelola pengendalian hama tanaman perkebunan.	20.11.1. Merencanakan pengendalian hama sesuai ambang ekonomi. 20.11.2. Menentukan jenishama berdasarkan karakteristik. 20.11.3. Menganalisis kerusakan tanaman akibat gangguan hama. 20.11.4. Menentukan metode pengendalian hama berdasarkan kerusakan tanaman. 20.11.5. Mengelola pengendalianhama tanaman (Perkebunan tahunan, semusim dan herbal/atsiri) 20.11.6. Mengevaluasi hasil pengendalian hama berdasarkan keberhasilannya
20.12.	Mengelola pengendalian tanaman perkebunan akibat serangan penyebab penyakit.	20.12.1. Merencanakan pengendalian penyebab penyakit sesuai ambang ekonomi. 20.12.2. Menentukan jenis penyebab penyakit berdasarkan spesifikasinya. 20.12.3. Menganalisis kerusakan tanaman akibat gangguan penyebab

		penyakit. 20.12.4.Menentukan metode pengendalian penyebab penyakit berdasarkan kerusakan tanaman (Perkebunan tahunan, semusim dan herbal/atsiri). 20.12.5.Mengelola pengendalianpenyebab penyakit tanaman(Perkebunan tahunan, semusim dan herbal/atsiri). 20.12.6.Mengevaluasi hasil pengendalian penyebab penyakit berdasarkan keberhasilannya.
20.13.	Mengelola penyerbukan tanaman perkebunan. **)	20.13.1.Merencanakan penyerbukan buatan sesuai jenis tanaman. 20.13.2.Mengembangkan penyerbukan buatan. 20.13.3.Mengevaluasi hasil penyerbukan berdasarkan keberhasilannya.
20.14.	Mengelola pemangkasan tanaman perkebunan.**)	20.14.1.Merencanakan pemangkasan sesuai kebutuhan. 20.14.2.Menganalisis bagian tanaman yang akan dipangkas berdasarkan pertumbuhan dan perkembangannya. 20.14.3.Menentukan bahan dan peralatan pemangkasan berdasarkan tujuan pemangkasan. 20.14.4.Mengelola pemangkasan tanaman (Perkebunan tahunan, semusim dan herbal/atsiri) 20.14.5.Mengevaluasi hasil pemanangkasan berdasarkan kebutuhannya.
20.15.	Mengelola sensus tanaman perkebunan.**)	20.15.1.Merencanakan sensus tanaman berdasarkan kebutuhan. 20.15.2.Menentukan tanaman yang produktif dan kondisi tanaman berdasarkan pengamatan. 20.15.3.Melakukan sensus tanaman perkebunan tahunan. 20.15.4.Mengevaluasi hasil sensus dan recording
20.16.	Mengelola pemanenan	20.16.1.Merencanakan pemanenan sesuai

	tanaman perkebunan.	kondisi tanaman (Perkebunan tahunan, semusim dan herbal/atsiri). 20.16.2.Menganalisis tanaman (Perkebunan tahunan, semusim dan herbal/atsiri) siap panen berdasarkan kriteria panen. 20.16.3.Mengelola panen tanaman (Perkebunan tahunan, semusim dan herbal/atsiri) 20.16.4.Mengevaluasi hasil panen sesuai komoditas
20.17.	Mengelola pasca panen tanaman perkebunan.	20.17.1.Merencanakan pasca panen sesuai kebutuhan. 20.17.2.Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi hasil panen berdasarkan komoditas. 20.17.3.Mengelola pasca panen tanaman (Perkebunan tahunan, semusim dan herbal/atsiri) 20.17.4.Mengevaluasi kegiatan pasca panen berdasarkan komoditas.
20.18.	Mengelola pekerjaan kegiatan agribisnis tanaman perkebunan.	20.18.1.Merencanakan kebutuhan pekerjaan kebun berdasarkan jenjang. 20.18.2.Merencanakan sumber daya manusia (SDM) berdasarkan kualifikasi. 20.18.3.Menentukan jadwal kegiatan berdasarkan kebutuhan. 20.18.4.Menghitung kebutuhan sarana prasarana dan tenaga kerja berdasarkan kebutuhan. 20.18.5.Mengembangkan pengawasan pekerjaan. 20.18.6.Menentukan upah pekerja berdasarkan beban kerja. 20.18.7.Mengevaluasi hasil pelaksanaan kerja berdasarkan capaian hasil.
20.19.	Mengelola pemasaran hasil tanaman perkebunan.	20.19.1.Merencanakan kebutuhan pasar. 20.19.2.Memasarkan hasil. 20.19.3.Mengevaluasi hasil pemasaran.
20.20.	Mengembangkan penyusunan proposal usaha tanaman	20.20.1.Menelaah kegiatan agribisnis tanaman perkebunan. 20.20.2.Merencanakan agribisnis tanaman perkebunan berdasarkan

	perkebunan.	aspek ekonomi. 20.20.3. Merencanakan agribisnis tanaman perkebunan berdasarkan aspek teknis. 20.20.4. Merencanakan agribisnis tanaman perkebunan berdasarkan aspek sosial budaya. 20.20.5. Membuat proposal usaha tanaman perkebunan.

Catatan : ****)untuk tanaman perkebunan semusim dan herbal/atsiri***
*****)untuk tanaman perkebunan tahunan***

Kompetensi Inti Guru **21. Menguasai standar kompetensi dan kompetensi dasar mata pelajaran yang diampu diampu**		
No	**Kompetensi Guru Paket Keahlian**	**Indikator Pencapaian Kompetensi Essensial**
21.1	Memahami standar kompetensi mata pelajaran yang diampu.	21.1.1 Menguraikan tujuan mata pelajaran yang diampu. 21.1.2. Menguraikan ruang lingkup kompetensi dari mata pelajaran yang diampu. 21.1.3 Menguraikan hakikat dan fungsi mata pelajaran yang diampu
21.2	Memahami kompetensi dasar mata pelajaran yang diampu.	21.2.1 Menguraikan cakupan dimensi pengetahuan dan proses kognitif dari kompetensi dasar pada mata pelajaran yang diampu. 21.2.2 Menguraikan cakupan aspek keterampilan abstrak dan kongkrit dari kompetensi dasar pada mata pelajaran yang diampu. 21.2.3 Menguraikan cakupan sikap spiritual dan sosial dari kompetensi dasar pada mata pelajaran yang diampu.
21.3	Memahami tujuan pembelajaran yang diampu	21.3.1 Menguraiakan tujuan pembelajaran sesuai indikator pencapaian kompetensi (IPK) pada kompetensi dasar mata pelajaran yang diampu 21.3.2 Menguraiakan materi-materi pembelajaran sesuai tujuan pembelajaran.
Kompetensi Inti Guru		

22. Mengembangkan materi pembelajaran yang diampu secara kreatif		
No	**Kompetensi Guru Paket Keahlian**	**Indikator Pencapaian Kompetensi Essensial**
22.1	Memilih materi pembelajaran yang diampu sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik.	22.1.1 Menentukan materi pembelajaran yang diampu berdasarkan hasil analisis materi. 22.1.2 Menyusun materi pelajaran berdasarkan urutan logis berdasarkan tingkat kesulitan, keruntutan dan kedekatan proses.
22.2	Mengolah materi pelajaran yang diampu secara kreatif sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik	22.2.1 Menyusun materi pelajaran yang diampu secara kreatif, menyenangkan sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik 22.2.2 Mengembangkan materi pelajaran yang diampu secara kreatif, menarik dan menyenangkan sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik 22.2.3 Memutakhirkan materi pelajaran sesuai dengan perkembangan Iptek dan kebutuhan peserta didik
Kompetensi Inti Guru **23. Mengembangkan keprofesionalan secara berkelanjutan dengan melakukan tindakan reflektif**		
No	**Kompetensi Guru Paket Keahlian**	**Indikator Pencapaian Kompetensi Essensial**
23.1	Melakukan refleksi terhadap kinerja sendiri secara terus menerus	23.1.1 Memahami instrumen evaluasi diri 23.1.2 Melakukan evaluasi kinerja secara mandiri. 23.1.3 Melakukan refleksi hasil evaluasi kerja secara mandiri dan hasil evaluasi kinerja dari satuan pendidikan.
23.2	Memanfaatkan hasil refleksi dalam rangka peningkatan keprofesionalan	23.2.1 Menelaah hasil evaluasi kerja dan menentukan prioritas pengembangan keprofesian berkelanjutan. 23.2.2 Menyusun rencana program keprofesian berkelanjutan.
23.3	Melakukan penelitian	23.3.1 Menetapkan permasalahan

	tindakan kelas untuk peningkatan keprofesionalan	pembelajaran di kelas sesuai dengan mata pelajaran yang diampu. 23.3.2 Membuat proposal/rancangan penelitian tindakan kelas sesuai dengan mata pelajaran yang diampu. 23.3.3 Melaksanakan penelitian tindakan kelas sesuai dengan rancangan pada mata pelajaran yang diampu. 23.3.4 Menyusun karya tulis ilmiah hasil penelitian tindakan kelas pada mata pelajaran yang diampu.
23.4	Mengikuti kemajuan zaman dengan belajar dari berbagai sumber	23.4.1 Mengidentifikasi perkembangan Ipteksosbud terkait mata pelajaran yang diampu. 23.4.2 Memutakhirkan kompetensi dasar, materi pembelajaran, model pembelajaran, penilaian hasil belajar, sumer belajar sejalan dengan perkembangan Ipteksosbud.
Kompetensi Inti Guru **24.Memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk mengembangkan diri**		
No	**Kompetensi Guru Paket Keahlian**	**Indikator Pencapaian Kompetensi Essensial**
24.1	Memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dalam berkomunikasi	24.1.1 Menggunakan teknologi informasi dan komunikasi dalam berkomunikasi pada pembelajaran klasikal. 24.1.2 Menggunakan teknologi informasi dan komunikasi dalam berkomunikasi pada penilaian tugas.
24.2	Memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk pengembangan diri	24.2.1 Menggunakan teknologi informasi dan komunikasi untuk pengembangan bahan ajar. 24.2.2 Menggunakan teknologi informasi dan komunikasi untuk pengembangan bahan tayang. 24.2.3 Menggunakan teknologi informasi dan komunikasi untuk pembelajaran berbasis komputer.