

ISBN: 978-979-8275-36-4

TEKNOLOGI TEPAT GUNA

Teknik Pembesaran

# Bawal

Air Tawar  
di Kolam

& Panduan Pembuatan  
Pakan Ikan Bawal



Oleh:

Nur Bambang Priyo Utomo



Published by  
**SEAMEO BIOTROP**  
Southeast Asian Regional Centre for Tropical Biology  
Bogor, Indonesia  
[www.biotrop.org](http://www.biotrop.org)

TEKNOLOGI TEPAT GUNA

Teknik Pembesaran

# B ikan Bawal

Air Tawar

di Kolam

**& Panduan Pembuatan  
Pakan Ikan Bawal**

Oleh:

**Nur Bambang Priyo Utomo**



Published by  
**SEAMEO BIOTROP**  
Southeast Asian Regional Centre for Tropical Biology  
Bogor, Indonesia  
[www.biotrop.org](http://www.biotrop.org)

**TEKNOLOGI TEPAT GUNA  
TEKNIK PEMBESARAN IKAN BAWAL AIR TAWAR  
DI KOLAM & PANDUAN PEMBUATAN  
PAKAN IKAN BAWAL**

Copyright © SEAMEO BIOTROP 2012

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa ijin tertulis dari penerbit.

Diterbitkan pertamakali oleh:  
SEAMEO BIOTROP  
South East Asian Regional Centre for Tropical Biology  
Bogor, INDONESIA

ISBN 978-979-8275-36-4

## KATA PENGANTAR

SEAMEO BIOTROP adalah salah satu pusat penelitian regional di bawah Organisasi Menteri-menteri Pendidikan Negara-negara Asia Tenggara (*Southeast Asian Minister of Education Organization / SEAMEO*). Sesuai dengan mandatnya, sebagai pusat penelitian dalam bidang biologi tropika, SEAMEO BIOTROP diharapkan turut berperan dalam penanganan sumberdaya biologis di Asia Tenggara. Kontribusi SEAMEO BIOTROP dalam penanganan sumberdaya biologi yang sebagian dalam kondisi kritis dilakukan melalui penelitian, pengembangan dan peningkatan sumberdaya manusia. Disamping itu, diperlukan upaya penyebaran informasi hasil-hasil penelitian melalui penerbitan jurnal ilmiah, buku, prosiding, leaflet dan brosur.

Salah satu sumberdaya biologi tropis yang memerlukan pengkajian dan promosi adalah sumberdaya perairan, termasuk ikan. Ikan bawal air tawar (*Colossoma sp.*) merupakan ikan introduksi (bukan ikan asli Indonesia) yang berasal dari Brazil. Sebagai ikan asing, proses budidayanya harus memperhitungkan pula segi keamanan lingkungan. Disamping itu, pengembangan usaha budidaya ikan bawal tawar di masyarakat juga terkendala oleh biaya pengadaan pakan buatan. Oleh karena itu, SEAMEO BIOTROP sangat mendukung penulisan dan penerbitan buku berjudul “Teknik Pembesaran Ikan Bawal di Kolam dan Panduan Pembuatan Pakan Ikan Bawal” dan sekaligus menyampaikan apresiasi kepada penulis atas upaya dan kerja kerasnya. Pencetakan buku ini didanai melalui anggaran DIPA SEAMEO BIOTROP tahun 2012.

Kami berharap buku ini akan memberikan manfaat kepada para peneliti dan praktisi budidaya ikan air tawar untuk dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi usaha budidaya ikan bawal tawar. Semoga buku ini juga dapat menambah minat peneliti bidang perikanan untuk melakukan penelitian di bidang budidaya ikan air

tawar, mengingat Indonesia dan negara-negara Asia Tenggara lainnya memiliki sumberdaya alam perikanan air tawar yang sangat potensial untuk dikembangkan. Peningkatan produktivitas perikanan air tawar diharapkan dapat meningkatkan kesejahteraan pada para pelaku usaha budidaya ikan.

Bogor, Oktober 2012

**Dr Bambang Purwantara**  
Direktur SEAMEO BIOTROP

# DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar Direktur SEAME BIOTROP .....	i
Kata Pengantar .....	iii
Daftar Isi .....	v
Daftar Tabel .....	vii
Daftar Gambar .....	ix
PENDAHULUAN .....	1
1. Kenapa Ikan Bawal Tawar Bisa Cepat Populer? .....	1
2. Sentra Budidaya dan Pemasaran .....	1
3. Cara Budidaya Ikan yang Baik (CBIB) .....	2
MENGENAL IKAN BAWAL AIR TAWAR .....	3
1. Klasifikasi dan Tatanama Ikan Bawal Air Tawar .....	3
2. Mengapa Ikan Bawal Air Tawar Bersifat Pemakan Segala dan Memiliki Daya Tahan Kuat? .....	4
3. Apakah Ikan Bawal Air Tawar Bersifat Kanibal? .....	4
PEMILIHAN LOKASI BUDIDAYA .....	6
1. Bagaimana Memilih Lokasi yang Tepat? .....	6
2. Sumber Air .....	6
3. Kualitas Tanah .....	11
SARANA PRASARANA BUDIDAYA .....	13
1. Kolam .....	13
2. Bak .....	15
3. Pengairan .....	15
4. Energi .....	16
5. Bangunan Pendukung .....	16
PERSIAPAN KOLAM .....	17
1. Pengeringan .....	17
2. Pengapuran .....	18
3. Pemupukan .....	18
4. Pengisian Air .....	18

PENEBARAN BENIH .....	19
1. Memilih Benih Bermutu .....	19
2. Menebar Benih .....	20
PROSES PEMELIHARAAN .....	21
1. Pemberian Pakan .....	21
2. Pengelolaan Kualitas Air .....	26
3. Pencegahan dan Pengobatan Penyakit .....	26
PANEN DAN PENANGANAN PASCAPANEN .....	29
ANALISA USAHA .....	31
MEMBUAT PAKAN IKAN MANDIRI UNTUK USAHA BUDIDAYA IKAN BAWAL TAWAR .....	34
1. Mengenal pakan buatan untuk ikanbwal .....	34
2. Pemilihan bahan baku .....	39
3. Teknik Pengolahan Bahan Baku Pakan .....	44
4. Pembuatan Pakan Buatan dengan Bahan Baku Utama Keong Mas .....	50
5. Formulasi Pakan Ikan Buatan untuk Ikan Bawal ....	55
6. Teknik Pembuatan Pelet untuk Ikan Bawal .....	58
DAFTAR PUSTAKA .....	61

## DAFTAR TABEL

No	Nama	Halaman
1	Parameter kualitas air yang baik untuk budidaya ikan bawal air tawar .....	7
2	Sumber nutrisi dan bahan baku pakan ikan .....	40
3	Alternatif bahan baku sumber protein sebagai pengganti tepung ikan .....	45
4	Kandungan nutrisi berbagai bahan baku pakan ikan .	55
5	Contoh komposisi dan biaya produksi pelet .....	57

## DAFTAR GAMBAR

No	Nama	Halaman
1	Ikan bawal air tawar .....	3
2	Sumber air .....	7
3	Termometer untuk mengukur suhu air .....	8
4	Piring secchi .....	9
5	DO meter .....	10
6	pH meter .....	11
7	Metode sederhana penentuan jenis tanah .....	12
8	Kolam pembesaran .....	13
9	Kolam umumnya dibuat dengan kemiringan ( <i>slope</i> ) menuju satu arah .....	14
10	Bak semen .....	15
11	Saluran inlet .....	16
12	Pengeringan kolam .....	17
13	Proses aklimatisasi, suhu air dalam wadah angkut dibiarkan sama dengan suhu di kolam, kemudian ikan baru dilepas .....	20
14	Beberapa jenis pakan alami .....	22
15	Pelet .....	23
16	Proses pemanenan .....	29
17	Pakan berbentuk pelet .....	34
18	Tepung ikan .....	35
19	Pakan benih ikan .....	37
20	Tanaman gandum .....	39
21	Mesin pelet sederhana .....	60

## PENDAHULUAN

### 1. Kenapa Ikan Bawal Tawar Bisa Cepat Populer?

Ikan bawal air tawar (*Colossoma* sp.) merupakan salah satu komoditas perikanan yang bernilai ekonomis cukup tinggi. Pada mulanya ikan bawal air tawar diperdagangkan sebagai ikan hias, namun karena memiliki pertumbuhan relatif cepat dan rasa daging yang enak, maka masyarakat menjadikan ikan tersebut sebagai ikan konsumsi. Seiring dengan meningkatnya kegemaran masyarakat mengkonsumsi ikan, maka banyak konsumen mulai menyukai ikan bawal air tawar.

Usaha budidaya ikan bawal air tawar cepat populer di kalangan pembudidaya ikan terutama karena relatif mudah dipelihara dan cepat besar. Ikan ini dianggap mudah dipelihara karena termasuk ikan pemakan segala (*omnivora*) sehingga tidak semata-mata tergantung pada pakan ikan buatan atau lebih dikenal dengan sebutan pelet. Selain dapat diberi makan berupa pelet, ikan bawal juga tidak menolak jika diberi pakan berupa sisa limbah rumah tangga maupun aneka dedaunan. Harga pelet yang dirasa makin mahal dari tahun ke tahun membuat para pelaku usaha perikanan mulai berpaling ke komoditi perikanan yang tidak terlalu pemilih dalam pakan.

Selain kemudahan dalam pemberian pakan dan memiliki laju pertumbuhan yang cepat, ikan bawal air tawar juga mempunyai beberapa kelebihan lain yaitu dapat dipelihara dengan padat penebaran yang tinggi, relatif tahan terhadap serangan penyakit, serta dapat dipelihara dalam berbagai wadah budidaya seperti kolam air tenang, kolam air deras, maupun di keramba. Keunggulan lain yang juga menarik bagi para pembudidaya adalah ikan bawal juga relatif tahan terhadap kondisi kualitas air yang kurang baik.

### 2. Sentra Budidaya dan Pemasaran

Ikan bawal air tawar sebenarnya bukan ikan asli Indonesia, tetapi ikan yang berasal dari Brasil. Di Indonesia, ikan bawal air tawar dibudidayakan pertama kali di Jawa Barat, DKI Jakarta, Jawa Tengah, dan Jawa Timur. Dari empat propinsi tersebut, sekarang budidaya ikan bawal air tawar mulai berkembang di daerah-daerah lain.

Berdasarkan data dari Departemen Kelautan dan Perikanan (2008), jumlah produksi ikan bawal air tawar pada tahun 2006 baru mencapai 4.973 ton dimana 2.552 ton berasal dari Pulau Jawa, 2.264 ton Pulau Sumatera, 139 ton Pulau Kalimantan, 12 ton dari Pulau Sulawesi, serta 7 ton berasal dari Maluku dan Papua. Jumlah produksi yang masih rendah tersebut membuat peluang pasar ikan bawal air tawar masih cukup menjanjikan.

### 3. Cara Budidaya Ikan yang Baik (CBIB)

Budidaya ikan bawal air tawar umumnya dilakukan di kolam tanah, meskipun ikan ini juga dapat dipelihara di kolam beton, keramba tancap, maupun keramba apung. Kendala utama budidaya ikan bawal air tawar adalah serangan hama. Serangan hama dan penyakit biasanya terjadi pada saat stadia awal pemeliharaan di kolam. Budidaya ikan bawal dengan menerapkan teknologi budidaya yang tepat merupakan usaha yang menguntungkan bagi semua pihak terkait mulai dari pembudidaya ikan, penyedia sarana prasarana budidaya, sampai dengan pedagang ikan.

Buku ini berisi petunjuk praktis bagi pelaku usaha budidaya ikan bawal air tawar yang akan menerapkan teknologi budidaya yang sesuai dengan Cara Budidaya Ikan yang Baik (CBIB). Petunjuk praktis yang ada di dalam buku terdiri dari pengenalan jenis ikan bawal air tawar, pemilihan lokasi budidaya, sarana dan prasarana budidaya, memilih benih yang bermutu, melakukan persiapan kolam, kegiatan pemeliharaan, pemanenan dan pasca panen. Buku ini juga dilengkapi dengan petunjuk pembuatan pakan, pencegahan hama penyakit, pengelolaan kualitas air, dan analisis usaha budidaya ikan bawal air tawar yang dipaparkan secara sederhana dan mudah dimengerti. Buku ini juga dilengkapi dengan teknologi tepat guna pembuatan pakan ikan mandiri (*home made fish feed*) untuk menunjang usaha budidaya ikan bawal air tawar.

## MENGENAL IKAN BAWAL AIR TAWAR

### 1. Klasifikasi dan Tatanama Ikan Bawal Air Tawar

Apakah ikan bawal air tawar masih satu kerabat dengan ikan bawal laut? Pertanyaan tersebut umumnya selalu dikemukakan oleh orang yang baru pertama kali mendengar nama ikan bawal air tawar. Ikan bawal air tawar (*Colossoma* sp.) sebetulnya sama sekali tidak mempunyai hubungan keluarga dengan ikan bawal laut (*Parastromateus* sp.). Kedua jenis ikan tersebut sama-sama dipanggil ikan bawal semata-mata karena adanya beberapa kemiripan bentuk badan saja.

Ikan bawal air tawar memiliki badan agak bulat, bentuk tubuh pipih, sisik kecil, kepala hampir bulat, lubang hidung agak besar, sirip dada di bawah tutup insang, sirip perut dan sirip dubur terpisah, punggung berwarna abu-abu tua, serta perut putih abu-abu dan merah (Gambar 1). Sedangkan ikan bawal laut bentuk badan hampir membentuk belah ketupat, tinggi dan pipih. Lengkung badan bagian atas dan bawah hampir sama cembung. Sirip dada panjang dan hampir mencapai bagian lengkung garis rusuk.



Gambar 1. Ikan bawal air tawar

Ikan bawal air tawar memiliki 2 buah sirip punggung yang letaknya agak bergeser ke belakang. Sirip perut dan sirip dubur terpisah, sedangkan sirip ekor berbentuk *homocercal*. Klasifikasi dan tatanama ikan bawal air tawar menurut Saanin (1984) adalah sebagai berikut :

Filum : Chordata  
Subfilum : Craniata  
Kelas : Pisces  
Subkelas : Neopterigii  
Ordo : Cypriniformes  
Subordo : Cyprinoidea  
Famili : Characidae  
Genus : *Colossoma*  
Species : *Colossoma macropomum*  
*Colossoma bracipomum*

## 2. Mengapa Ikan Bawal Air Tawar Bersifat Pemakan Segala dan Memiliki Daya Tahan Kuat?

Pakan alami ikan bawal air tawar adalah ikan kecil, cacing, plankton, rumput-rumputan, biji-bijian, buah-buahan dan padi-padian liar. Ikan bawal memiliki bibir bawah menonjol dan memiliki gigi besar serta tajam untuk memecah biji-bijian atau buah-buahan yang ditelannya. Lambung ikan bawal air tawar berkembang baik dengan panjang usus berkisar 2-2,5 kali panjang badan. Itulah sebabnya ikan ini dijuluki ikan pemakan segala atau ikan *omnivora* cenderung *herbivora* karena selain makan cacing, ikan kecil, dan pakan buatan, dengan memiliki jenis gigi dan lambung sebagaimana tersebut di atas, ikan bawal juga bisa memakan dan mencerna dengan baik aneka dedaunan maupun biji-bijian.

Ikan bawal air tawar memiliki insang permukaan, sehingga permukaan pernapasannya lebih luas daripada jenis ikan lain. Permukaan pernapasan yang luas ini memungkinkan ikan bawal air tawar mampu bertahan hidup pada perairan yang memiliki kandungan oksigen rendah. Pada kondisi perairan dengan kandungan oksigen terlarut kurang dari 0,5 mg O<sub>2</sub>/liter masih memungkinkan ikan ini dapat bertahan selama beberapa jam.

## 3. Apakah Ikan Bawal Air Tawar Bersifat Kanibal?

Ikan bawal bersifat kanibal pada saat stadia larva. Jadi pada saat fase tersebut larva tidak boleh kekurangan makanan karena sifat kanibalnya akan muncul. Sifat kanibal atau suka memangsa ikan dari jenis yang sama tersebut akan berkurang pada saat stadia ikan bawal air tawar sudah menginjak fase pascalarva.

Ikan bawal yang dipelihara dalam kolam cenderung ganas dan buas, suka menyerang ikan-ikan lain yang lemah dan berukuran kecil. Oleh karena itu pembesaran ikan bawal sebaiknya dilakukan secara monokultur atau dipelihara secara tersendiri tanpa dicampur dengan jenis ikan lain. Ikan bawal sebetulnya bisa dipelihara hampir di semua wadah budidaya. Ikan bawal bisa dibudidayakan di kolam air tenang tanpa pergantian air, kolam air mengalir (kolam air deras) maupun jala apung yang dipasang di pinggir waduk atau danau. Belakangan ini memelihara ikan bawal di KJA tidak dianjurkan karena ikan bawal yang terlepas di perairan umum dan tumbuh besar umumnya mempunyai kecenderungan untuk merusak atau menyobek jaring di KJA dalam usahanya untuk memperoleh makanan.

## PEMILIHAN LOKASI BUDIDAYA

Pemilihan lokasi merupakan langkah pertama dan merupakan salah satu tahapan yang dapat menentukan keberhasilan atau kegagalan dalam usaha budidaya ikan bawal air tawar. Kesalahan memilih lokasi budidaya dapat menyebabkan kegagalan usaha.

### 1. Bagaimana Memilih Lokasi yang Tepat?

Lokasi budidaya ikan bawal air tawar yang baik harus memenuhi beberapa kriteria yaitu:

- Bebas dari banjir
- Aman dari cemaran limbah industri, pertanian, pertambangan dan pemukiman
- Berada di daerah yang mudah dijangkau serta tersedia sarana dan prasarana penunjang seperti jaringan listrik, sarana komunikasi dan transportasi
- Terjamin keamanannya

### 2. Sumber Air

Sumber air yang digunakan untuk proses pemeliharaan ikan harus tersedia sepanjang tahun serta bebas cemaran. Persyaratan kualitas air yang digunakan dalam proses pemeliharaan ikan bawal air tawar harus layak dan sesuai dengan kebutuhan hidup dan pertumbuhan ikan yang dipelihara. Kualitas dan kecukupan sumber air akan berdampak langsung terhadap mutu ikan dan keberlangsungan usaha budidaya.



Gambar 2. Sumber air

Kualitas air yang baik dapat menjadikan ikan hidup dengan baik dan tumbuh dengan cepat. Oleh karena itu kualitas air untuk ikan bawal air tawar harus sesuai dengan yang dibutuhkan. Tabel 1 menunjukkan kualitas air yang baik untuk ikan bawal air tawar.

Tabel 1. Parameter kualitas air yang baik untuk budidaya ikan bawal air tawar

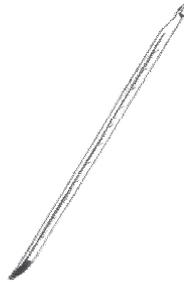
Parameter	Nilai
Suhu	25 – 30° C
Warna	Hijau kecoklatan
Kekeruhan	20 – 40 cm oleh plankton
Oksigen	Minimal 4 mg/l
Karbondioksida	Maksimal 25 mg/l
pH	7 – 8
Amonia	Maksimal 0,1 mg/l
Alkalinitas	50 – 300 mg/l

Suhu air mempunyai peranan yang penting dalam pertumbuhan ikan bawal yang dibudidayakan. Apabila pakan tersedia dalam jumlah yang cukup, maka ikan bawal yang dipelihara pada daerah yang lebih panas akan melakukan metabolisme yang

lebih cepat daripada ikan bawal yang dipelihara pada perairan yang lebih dingin. Dengan demikian ikan bawal yang hidup di perairan yang lebih panas akan lebih cepat pertumbuhannya dibanding yang hidup di daerah yang lebih dingin.

Cara mengukur suhu memakai termometer Celcius:

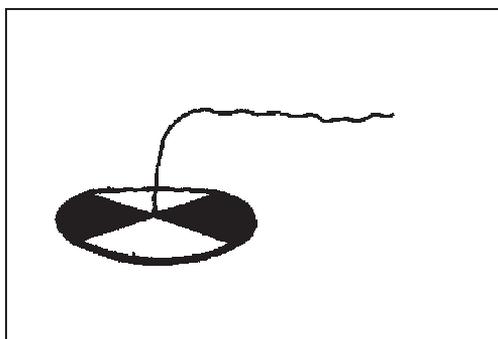
1. Penggunaan termometer dengan skala  $0^{\circ}\text{C}$  -  $50^{\circ}\text{C}$  dan tingkat ketelitian  $0,1^{\circ}\text{C}$
2. Suhu air maksimum diukur pada pukul 13.00-14.00
3. Suhu air minimum diukur pada pukul 05.00-06.00



Gambar 3. Termometer untuk mengukur suhu air

Warna air kolam yang hijau kecoklatan menunjukkan kolam tersebut memiliki pakan alami berupa plankton yang dapat dimanfaatkan oleh ikan bawal sebagai salah satu sumber makanannya. Warna air kolam yang keruh hitam apalagi bila berbau busuk memperlihatkan bahwa airnya keruh bukan oleh plankton tetapi oleh kotoran seperti lumpur dan berarti kurang baik untuk ikan bawal yang dipelihara. Kandungan padatan atau kotoran yang tinggi akan menghalangi masuknya oksigen ke dalam air sehingga biasanya oksigen terlarut dalam air rendah. Padatan atau kotoran tersebut juga dikhawatirkan dapat menutup pori-pori penyerapan oksigen yang ada pada telur maupun insang sehingga ikan dan telur akan mengalami kematian karena kekurangan oksigen.

Pengukuran kecerahan air dapat dilakukan secara sederhana menggunakan alat piring secchi. Piring secchi berupa plat bundar dengan diameter 20 cm, permukaannya dibagi empat dan diberi warna masing-masing hitam dan putih pada belahan yang berlawanan (Gambar 4).



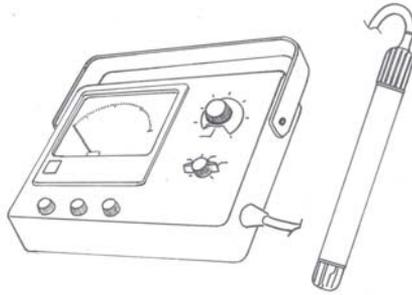
Gambar 4. Piring secchi

Cara pengukuran kecerahan air memakai alat piring secchi adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran kecerahan sebaiknya dilakukan pada saat cuaca cerah
2. Masukkan alat piring secchi secara perlahan-lahan ke dalam air
3. Catat kedalaman air pada saat alat piring secchi mulai tidak terlihat ( $X$  cm)
4. Tarik ke atas alat piring secchi secara perlahan-lahan
5. Catat kedalaman air pada saat alat piring secchi mulai terlihat lagi ( $Y$  cm)
6. Nilai kecerahan adalah  $(X + Y)/2$  cm.

Oksigen merupakan gas yang sangat penting dalam mendukung kehidupan ikan bawal. Respirasi dari sel untuk menghasilkan energi bagi kehidupan ikan tidak akan terjadi tanpa keberadaan oksigen. Selain itu oksigen merupakan gas yang mampu mengadakan oksidasi bahan-bahan beracun yang ada di perairan sehingga menjadi tidak beracun atau kurang beracun bagi ikan.

Kegunaan lain dari oksigen adalah sebagai gas yang mendukung terjadinya perombakan bahan organik secara sempurna sehingga bahan yang dihasilkan merupakan bahan yang ikut dalam ekosistem perairan dan tidak merupakan racun bagi ikan. Terhadap kehidupan ikan, oksigen sangat mendukung kelangsungan hidup maupun pertumbuhan ikan.



Gambar 5. DO meter

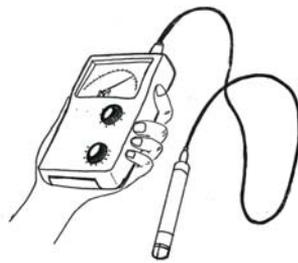
Jumlah oksigen yang rendah akan berdampak pada pertumbuhan yang rendah pula. Namun demikian konsentrasi oksigen dalam perairan yang terlalu tinggi kemungkinan akan mengakibatkan penyakit bagi ikan yang disebut penyakit *gas bubble disease*. Pengambilan contoh air dengan jalan mencelupkan alat pengambilan contoh air ke dalam air. Secara perlahan pindahkan contoh air ke dalam botol BOD kemudian segera dibawa ke laboratorium untuk pemeriksaan lebih lanjut. Oksigen yang terlarut di air (DO) dapat diukur langsung dengan memakai alat DO meter (Gambar 5) atau diukur di laboratorium dengan sistem titrasi.

Menentukan kriteria kualitas air bagi budidaya ikan bawal sangat perlu mempertimbangkan pengaruh amoniak. Pengaruh negatif amoniak terhadap ikan bawal berkaitan dengan nilai pH dan temperatur air. Daya racun amoniak meningkat dengan meningkatnya nilai pH sedangkan peningkatan kandungan karbondioksida akan mengakibatkan sebaliknya. Kandungan oksigen yang rendah akan meningkatkan daya racun amoniak.

Pengaruh langsung dari kadar amoniak yang tinggi, tetapi belum mematikan ikan adalah merusak jaringan insang. Daun dan lamella insang membengkak sehingga fungsinya terganggu. Tingginya kadar amoniak akan menyebabkan kerusakan yang dinamakan *hyperplasia* pada epitel insang sehingga akan mengakibatkan kesukaran dalam penyerapan oksigen. Amoniak dapat diukur di laboratorium dengan sistem titrasi. Pengambilan contoh air dengan jalan mencelupkan alat pengambilan contoh air ke dalam air. Secara perlahan pindahkan contoh air ke dalam botol atau tempat lainnya (biasanya botol kemasan air mineral) kemudian segera dibawa ke laboratorium untuk pemeriksaan lebih lanjut.

Di dalam air kolam karbon dapat berbentuk karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ). Karbon di perairan ini ikut berperan juga dalam proses fotosintesis dan perombakan bahan-bahan organik yang dilakukan oleh bakteri. Dengan demikian proses siklus karbon di perairan sangat terkait dengan ekosistem yang terjadi di perairan tersebut. Pengambilan contoh air dengan jalan mencelupkan alat pengambilan contoh air ke dalam air. Secara perlahan pindahkan contoh air ke dalam botol atau tempat lainnya (biasanya botol kemasan air mineral) kemudian segera dibawa ke laboratorium untuk pemeriksaan lebih lanjut. Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) di air kolam dapat diukur di laboratorium dengan sistem titrasi.

Dalam budidaya ikan bawal nilai alkalinitas sangat penting karena merupakan ukuran bagi besarnya nilai buffer pH yang ada di perairan tersebut. Semakin besar nilai buffer pH suatu perairan, maka semakin kecil perubahan pH harian yang terjadi dalam perairan tersebut. Pengambilan contoh air dengan jalan mencelupkan alat pengambilan contoh air ke dalam air. Secara perlahan pindahkan contoh air ke dalam botol atau tempat lainnya (biasanya botol kemasan air mineral) kemudian segera dibawa ke laboratorium untuk pemeriksaan lebih lanjut. Kandungan alkalinitas di air kolam dapat diukur di laboratorium dengan sistem titrasi.



Gambar 6. pH meter

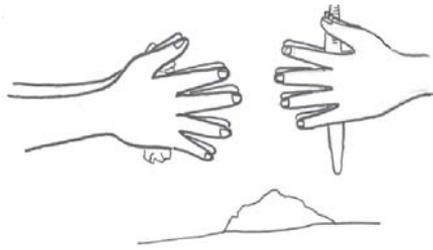
Nilai pH secara sederhana dapat diukur menggunakan kertas lakmus yang mempunyai gradasi warna. Alat ukur pH yang lain adalah pH meter.

### 3. Kualitas Tanah

Kolam ikan bawal pada umumnya dibuat secara alami artinya tidak dilapisi dengan tembok, sehingga jenis tanah sangat

menentukan dalam memilih lokasi kolam yang baik. Jenis tanah yang dipilih harus dapat menyimpan air atau kedap air sehingga kolam yang akan dibuat tidak bocor.

Jenis tanah yang baik untuk membuat kolam adalah campuran tanah liat dan endapan lempung yang mengandung bahan organik. Tanah liat berlempung tersebut dikenal dengan *silty loam*. Untuk mengetahui jenis tanah ini dapat diketahui dengan menggunakan alat ukur atau secara manual. Tanah yang mengandung liat tinggi akan dapat dipilin memanjang. Namun, tanah yang mengandung debu atau pasir tinggi hanya akan menghasilkan pilinan tanah yang pendek saja (Gambar 7).



Gambar 7. Metode sederhana penentuan jenis tanah

Jenis tanah liat saja kurang baik untuk dijadikan lokasi kolam, karena jenis tanah ini bersifat kaku kalau kering dan lekat/lengket kalau becek dan menjadi lembek kalau diairi. Oleh karena itu jika tanah liat ini bercampur dengan tanah dan endapan, maka kekakuannya akan berkurang dan kemampuan memegang airnya lebih besar.

## SARANA PRASARANA BUDIDAYA

Fasilitas fisik yang diperlukan untuk budidaya ikan bawal air tawar bawal di kolam meliputi fasilitas utama dan fasilitas pendukung. Fasilitas utama pembesaran ikan bawal air tawar terdiri atas wadah dan air.

Wadah terdiri dari kolam, bak penampungan ikan atau bak kontrol, dan bak penampungan air. Sedangkan yang termasuk air adalah sistem pengairan di kompleks kolam. Fasilitas pendukung adalah fasilitas yang berhubungan tidak langsung dengan kegiatan pembenihan yang terdiri dari energi/listrik dan bangunan.

### 1. Kolam

Pada dasarnya tidak ada standar baku dalam ukuran sebuah kolam untuk budidaya ikan bawal. Umumnya kolam dibuat dengan pertimbangan bahwa ukurannya tidak terlalu kecil sehingga tidak ekonomis untuk dibangun atau terlalu besar sehingga menyulitkan dalam pemanenan, pengeringan, pengisian air serta pemberian pakan. Biasanya kolam untuk pembesaran ikan bawal mempunyai ukuran kolam (10x5x1) m<sup>3</sup> sampai dengan (20x20x1,5) m<sup>3</sup>.



Gambar 8. Kolam pembesaran

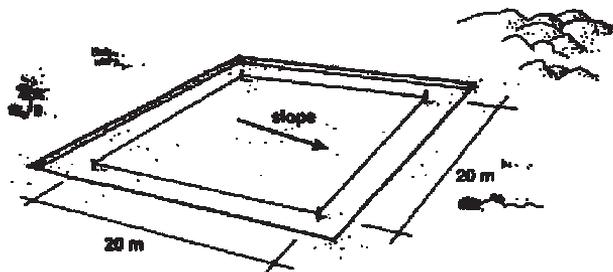
Jika terjadi kematian akibat penurunan kualitas air atau penyakit, kerugian yang diderita pada kolam yang berukuran kecil akan lebih kecil dibandingkan dengan kolam besar, dengan asumsi hanya terdapat satu kolam budidaya. Namun disisi lain, biaya pembangunan per unit area air yang digunakan meningkat seiring dengan penurunan ukuran kolam. Tidak hanya karena adanya lebih

banyak penggalian tetapi juga karena setiap kolam harus memiliki saluran pemasukan dan pembuangan air masing-masing. Sebaliknya, karena adanya ruang yang digunakan untuk tanggul, jumlah permukaan air yang dapat digunakan untuk setiap plot lahan akan meningkat seiring dengan peningkatan ukuran kolam.

Salah satu pertimbangan dalam menentukan ukuran kolam adalah waktu pengisian dan pengeringan kolam. Pengisian air dengan persediaan air yang ada harus dapat dilakukan dalam beberapa hari saja. Sedangkan pengeringan kolam harus dapat dilakukan secara total dan cepat dalam waktu 24 - 48 jam. Pengeringan kolam umumnya dilakukan dengan bantuan gaya gravitasi. Waktu pengisian air dan pembuangan air sangat dipengaruhi oleh diameter salurannya. Peningkatan diameter saluran pemasukan dan pembuangan air secara logaritmik hampir selalu diikuti dengan biaya.

Kedalaman kolam biasanya ditentukan berdasarkan faktor-faktor berikut :

1. Jarak penetrasi cahaya matahari dalam kolom air. Kedalaman air umumnya melebihi jarak penetrasi cahaya matahari dalam air, untuk membatasi pertumbuhan tanaman air di dasar kolam.
2. Stratifikasi suhu dalam kolom air. Kedalaman air biasanya tidak terlalu dalam untuk mencegah terjadinya stratifikasi suhu dalam kolom air.
3. Jumlah air. Kedalaman air akan menentukan volume air yang akan digunakan sehingga harus dirancang sedemikian rupa untuk dapat memanfaatkan air secara efisien.
4. Pemanenan. Kedalaman air diupayakan tidak menyulitkan dalam proses pemanenan.



Gambar 9. Kolam umumnya dibuat dengan kemiringan (slope) menuju satu arah

Ketinggian di sekeliling kolam umumnya tidak sama (Gambar 9). Semakin mendekati saluran pembuangan air, ketinggian kolam akan semakin meningkat. Hal ini penting terutama dalam pengeringan total dan proses pemanenan. Dengan cara ini pada saat pemanenan, seluruh organisme akan terkumpul pada area yang cukup sempit dengan volume air yang memadai sehingga organisme budidaya tidak terlalu stres.

## 2. Bak

Bak umumnya terbuat semen dengan ukuran bervariasi, umumnya sekitar  $(4 \times 2 \times 1) \text{ m}^3$ . Wadah berupa bak dapat dipergunakan untuk bak kontrol, bak penampungan air, serta bak penampungan ikan.



Gambar 10. Bak semen

## 3. Pengairan

Air yang digunakan untuk pembesaran umumnya bersumber dari sungai yang langsung dialirkan ke kolam (Gambar 11). Sedangkan untuk pengairan antar kolam disusun secara seri atau paralel. Sistem seri adalah dimana air yang digunakan untuk kolam-1 saluran pembuangannya (*outlet*) langsung mengalir ke kolam-2 sebagai saluran pemasukkan (*inlet*), demikian seterusnya. Sedangkan untuk sistem paralel, masing-masing kolam mempunyai saluran pemasukan (*inlet*) dan saluran pembuangannya (*outlet*) sendiri-sendiri.



Gambar 11. Saluran inlet

#### 4. Energi

Sumber energi listrik untuk seluruh kegiatan kolam dapat berasal dari PLN. Sumber energi listrik dari PLN dengan daya yang terpasang sebesar 1300 watt. Listrik digunakan sebagai sumber energi bagi penerangan kolam di waktu malam dan untuk keperluan di bangunan pegawai.

#### 5. Bangunan Pendukung

Bangunan-bangunan yang diperlukan sebagai bangunan pendukung kegiatan budidaya ikan bawal antara lain adalah rumah karyawan yang dilengkapi dengan ruang tamu, gudang dan ruang pakan. Rumah karyawan digunakan untuk menerima tamu, gudang digunakan untuk menyimpan barang-barang misalnya pakan, motor dan alat-alat lainnya.

## PERSIAPAN KOLAM

Sebelum digunakan untuk pemeliharaan ikan, kolam harus dipersiapkan terlebih dahulu agar proses pembesaran dapat berjalan optimal. Ada beberapa tahap kegiatan dalam persiapan kolam, yaitu pengeringan dasar kolam, pengapuran, pemupukan, dan pengisian air.

### 1. Pengeringan

Mengeringkan kolam dengan membuka pintu pengeluaran dan menutup pintu pemasukan, selama pengeringan sebaiknya dilakukan pekerjaan mengolah tanah dasar kolam dengan cangkul, memperbaiki dan menutup kebocoran pematang, membuat kemalir, serta memperbaiki pintu air.

Pengeringan dasar kolam dilakukan dengan menjemur dasar kolam di bawah terik matahari. Pengeringan dasar kolam bertujuan agar gas-gas berbahaya yang dikandung oleh tanah dapat lepas ke udara. Selain itu, pengeringan dasar kolam juga dimaksudkan untuk memutus siklus hidup patogen yang hidup di air kolam atau biota air.

Pengeringan dasar kolam dilakukan selama 2-3 hari tergantung kepada cuaca. Pada saat pengeringan dasar kolam juga dilakukan pengolahan tanah yang bertujuan untuk menguapkan gas-gas beracun dan memperbaiki tekstur tanah dasar sehingga pupuk dapat meresap ke dalam tanah. Selain itu, kemalir (saluran tengah) dan pematang juga diperbaiki. Kemalir yang sudah dangkal diperdalam lagi dengan menggunakan cangkul, sedangkan pematang yang bocor ditutup lagi.



Gambar 12. Pengeringan kolam

## 2. Pengapuran

Pengapuran dilakukan selain untuk meningkatkan pH tanah juga untuk membunuh bibit penyakit dan ikan liar yang masih hidup di dalam kolam. Jenis kapur yang digunakan yaitu kapur pertanian ( $\text{CaCO}_3$ ) dengan dosis 30-50 gram/m<sup>2</sup>. Pemberian kapur ini dilakukan dengan cara disebar merata ke seluruh permukaan dasar kolam terutama di bagian kolam yang tidak dapat kering.

## 3. Pemupukan

Pemupukan dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan unsur hara di kolam sehingga dapat merangsang pertumbuhan pakan alami. Jenis pupuk yang digunakan adalah pupuk organik berupa kotoran ayam petelur yang umum disebut *postal*. Dosis yang digunakan yaitu 250 gram/m<sup>2</sup>. Pemupukan dilakukan dengan cara disebar merata ke seluruh kolam. Pemupukan dilakukan sebelum pengisian air.

## 4. Pengisian Air

Sebelum pengisian air dilakukan, saluran pembuangan air ditutup dan saluran pemasukkan air diberi saringan untuk mencegah masuknya ikan-ikan liar dan hama ke dalam kolam. Air dimasukkan hingga ketinggian air dalam kolam 30-40 cm. Selanjutnya air dibiarkan dalam kolam selama 3 hari agar penguraian pupuk dapat berlangsung dengan sempurna. Selanjutnya ketinggian air dinaikkan hingga mencapai 60-100 cm. Seminggu setelah pengisian air dilakukan penebaran benih.

## PENEBARAN BENIH

### 1. Memilih Benih Bermutu

Kegiatan penebaran benih dimulai dari penilaian kualitas benih, penentuan jumlah benih dan penempatan benih ke dalam jaring. Pengetahuan tentang penebaran benih sangat penting, mengingat ketidak tepatan dalam kegiatan penebaran benih dapat diikuti dengan pencapaian produksi yang rendah atau konversi pakan yang tinggi. Hal ini berkaitan dengan kematian yang tinggi akibat penggunaan benih yang sakit, atau pertumbuhan yang lambat akibat kualitas benih yang rendah atau kepadatan yang terlampau tinggi. Penilaian kualitas benih dapat dilakukan sebagai berikut:

#### a. Keseragaman ukuran benih

Penilaian kualitas benih dimulai dari keseragaman ukuran benih. Keragaman ukuran biasa terjadi pada benih walaupun ikan berasal dari satu induk. Pada keadaan ini benih dikelompokkan dalam beberapa kelompok dan selanjutnya dipelihara secara terpisah. Penggunaan benih yang tidak seragam dalam satu petak kolam harus dihindari apalagi jika keragaman ini disebabkan beda umur atau beda cara memproduksinya. Adanya dominasi ikan pada populasi ikan yang ukurannya beragam menyebabkan pertumbuhan ikan yang lemah makin tertinggal, bahkan bisa diikuti dengan kematian.

#### b. Penampilan luar

Dari penampilan luar ikan yang kurang baik dalam satu ras dapat dilihat dari warna yang lebih gelap, badan memanjang (tonjolan punggung lebih rendah) dan kelopak insang yang lebih lebih keras. Keadaan ini dipertegas dengan ukuran badan yang lebih kecil dari benih ikan bawal yang normal.

#### c. Kesehatan benih

Kualitas benih dapat dilihat pula dari keadaan kesehatannya. Dalam pengamatan ada beberapa ciri yang menunjukkan bahwa ikan itu sakit, yaitu:

- Warna tidak seragam (yang sakit lebih gelap)
- Ada luka, bisul-bisul, bercak-bercak merah atau sirip yang terkikis
- Insang pucat
- Ikan lambat bereaksi menghindari ketika terjadi gangguan.

## 2. Menebar Benih

Sebelum benih ditebar dilakukan aklimatisasi untuk menyesuaikan perbedaan lingkungan dengan cara memasukkan benih bersama plastik pengangkutannya. Proses aklimatisasi dilakukan selama 10-15 menit kemudian benih ditebar.



Gambar 13. Proses aklimatisasi, suhu air dalam wadah angkut dibiarkan sama dengan suhu di kolam, kemudian ikan baru dilepas

## PROSES PEMELIHARAAN

Proses pemeliharaan ikan bawal air tawar di kolam pembesaran dimulai dari penebaran sampai dengan pemanenan. Benih yang ditebar umumnya berukuran 3–5 cm, atau biasa disebut satu *inch-up* dengan padat tebar awal sekitar 50 ekor/m<sup>2</sup>.

Benih ikan yang ditebarkan harus sehat dan seragam. Benih yang tidak sehat akan menularkan penyakit pada ikan lainnya. Seringkali terjadi ketidakseragaman ukuran pada ikan yang akan ditebar. Oleh karena itu dilakukan seleksi benih yaitu dengan cara ikan yang tidak seragam dipisahkan karena dapat mengakibatkan kompetisi dalam memperoleh pakan dan dapat berakibat rendahnya tingkat kelangsungan hidup ikan karena ikan bawal bersifat kanibal.

Penebaran benih ikan bawal air tawar setidaknya memerlukan 2 kolam untuk memisahkan perbedaan ukuran yang cukup jauh. Setelah 6 minggu pemeliharaan dilakukan penjarangan yaitu ikan dibagi menjadi 30 ekor/m<sup>2</sup> di setiap kolam.

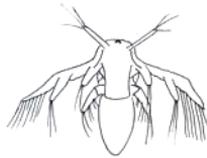
Padat penebaran benih ikan bawal pada kolam pembesaran disesuaikan dengan masa pemeliharaan. Padat penebaran benih ikan untuk pembesaran ikan bawal selama 4-7 bulan adalah 30 ekor/m<sup>2</sup>, dapat dijual untuk dikonsumsi pada berat 250 gram sampai dengan 500 gram/ekor.

### 1. Pemberian Pakan

Pakan ikan merupakan bagian yang perlu mendapatkan perhatian dalam kegiatan pembesaran ikan bawal. Hal tersebut dikarenakan pakan ikan berkontribusi besar dalam biaya produksi (50-70%). Selain menentukan biaya produksi, pakan ikan juga sangat menentukan pertumbuhan ikan serta kualitas lingkungan budidaya. Jika pakan yang diberikan pada ikan kualitasnya kurang baik, maka dampak langsung yang terlihat adalah pertumbuhan ikan lambat, efisiensi pakan rendah dan limbah yang dihasilkan tinggi. Keseluruhannya akan berdampak pada keberlanjutan aktivitas usaha budidaya perikanan.

Secara umum, pakan yang digunakan dalam pembesaran ikan bawal di kolam dikelompokkan menjadi dua yaitu pakan alami dan pakan buatan. Pakan alami adalah berbagai macam organisme tanaman dan hewan yang terdapat dalam air seperti alga, rotifera,

kladosera, detritus dan lain-lain. Sedangkan pakan buatan adalah pakan yang dibuat dari satu atau kombinasi beberapa bahan penyusun yang dalam proses pembuatannya terdiri dari kegiatan yang harus dikerjakan secara berurutan serta memerlukan beberapa informasi dasar serta pertimbangan teknis dan ekonomis. Penggunaan kedua jenis pakan ini umumnya tergantung pada sistem budidaya yang digunakan.



Nauplii artemia



Kutu air (Daphnia)

Gambar 14. Beberapa jenis pakan alami

Sistem budidaya ikan bawal secara tradisional umumnya sangat tergantung pada produksi pakan yang berasal dari proses alami atau melalui pemupukan dan pengelolaan air di kolam. Hingga saat ini metode tersebut masih digunakan terutama pada sistem budidaya secara ekstensif dan semi intensif, dan pemberian pakan buatan dilakukan hanya sebagai tambahan agar ketersediaan pakan memadai untuk ikan dengan kepadatan yang cukup tinggi dan untuk meningkatkan pertumbuhan serta produksi.

Pada sistem budidaya ikan bawal secara intensif, ketergantungan terhadap pakan alami diminimalkan atau bahkan dihilangkan, dan pakan yang diberikan secara keseluruhan merupakan pakan buatan. Pada sistem ini kepadatan ikan bawal yang dipelihara tidak lagi dibatasi oleh produksi pakan alami tetapi lebih dibatasi oleh toleransi dan kemampuan ikan untuk dapat tumbuh pada kepadatan yang lebih tinggi serta kemampuan petani dalam memelihara kualitas air.

Pemberian pakan dilakukan dengan cara menebarkan secara merata pada permukaan kolam. Pada awal pemberian, pakan tersebut cukup ditebarkan beberapa genggam dan kemudian ditebarkan lagi setelah seluruh pakan yang diberikan sudah habis disantap oleh ikan. Metode pemberian pakan yang digunakan yaitu menggunakan persentase berdasarkan bobot tubuh atau yang umum

disebut *feeding rate*. Frekuensi pemberian pakan pada awal pemeliharaan adalah 3 kali sehari dan selang waktu pemberian sekitar 4-5 jam yaitu mulai pukul 07.00, 12.00 dan pukul 17.00. Jumlah pakan yang diberikan dibatasi maksimal 3% dari prakiraan berat total ikan.



Gambar 15. Pelet

Pakan yang diberikan dalam pembesaran ikan bawal air tawar sistem intensif yaitu pelet. Bentuk pakan bermacam-macam ada yang tepung, pelet atau remah. Bentuk pakan yang diberikan mulai dari remah atau pelet ukuran kecil, penggunaan pakan bentuk tepung harus dihindari karena akan banyak yang terbuang. Pakan pelet yang diberikan umumnya jenis pelet tenggelam yang harganya lebih murah dibandingkan dengan pelet apung. Pada saat ikan bawal masih berukuran kecil, pelet dihancurkan terlebih dahulu sehingga pakan tersebut disesuaikan dengan bukaan mulutnya.

Sebelum digunakan, pelet ditimbang terlebih dahulu sesuai dengan kebutuhan ikan tersebut. Setelah ditimbang, pelet dihancurkan dahulu dan dicampur dengan garam kemudian ditambahkan air hangat agar cepat larut dan meresap. Kegunaan garam yaitu agar ikan tersebut tahan terhadap penyakit dan mencegah terjadinya stres.

Pembesaran ikan bawal dengan sistem semi intensif menggunakan pakan utama adalah aneka dedaunan dan dedak padi, sedangkan pakan berupa pelet hanya diberikan sebagai pakan

tambahan. Dalam pemberian pakan baik untuk sistem intensif maupun semi intensif harus tepat waktu karena ikan bawal bersifat kanibal sehingga jika pemberian pakan tidak teratur, maka akan terjadi penurunan tingkat kelangsungan hidup ikan bawal yang dipelihara.

Pertumbuhan ikan bawal yang cepat memerlukan pakan dalam kualitas dan jumlah yang memadai serta lingkungan yang baik. Pakan yang dimanfaatkan ikan pertama-tama digunakan untuk merawat tubuh dan memperbaiki organ-organ tubuh yang rusak, seperti menggerakkan jantung dan usus, berenang, penyembuhan organ yang luka. Setelah itu baru kelebihan makanan yang tersisa digunakan untuk pertumbuhan.

Jumlah pakan yang diberikan setiap hari disesuaikan dengan berat ikan. Istilah yang dikenal adalah tingkat pemberian pakan (TPP, atau *feeding level*). TPP 3% artinya untuk setiap 100 kg ikan diberi pakan sebanyak 3 kg. TPP untuk setiap kelompok ukuran tidak sama. Makin kecil ukuran ikan makin besar nilai TPP. Umumnya petani memberi pakan sekenyangnya, artinya ikan diberi makan sedikit demi sedikit sampai pemberian pakan dihentikan pada saat terlihat sebagian besar ikan tidak lagi mau makan pakan yang diberikan.

Jatah makanan harian di atas tidak diberikan kepada ikan sekaligus, tetapi beberapa kali. Jumlah ulangan pemberian pakan tiap hari dikenal sebagai frekuensi pemberian pakan. Frekuensi pemberian pakan juga dipengaruhi oleh ukuran ikan.

Setelah mengalami masa pemeliharaan tertentu, ukuran ikan bertambah berat atau biasa disebut tumbuh. Ikan tumbuh karena jumlah pakan yang diberikan melebihi kebutuhan untuk perawatan tubuhnya, seperti untuk menggerakkan organ-organ tubuh atau berenang. Dalam budidaya ikan pertumbuhan ikan selalu dikaitkan dengan waktu, sehingga dikenal istilah laju pertumbuhan. Laju pertumbuhan adalah selisih berat awal ikan dengan berat ikan setelah masa pemeliharaan tertentu dibagi lamanya pemeliharaan tersebut. Misalnya berat awal ikan 10 gram setelah mengalami masa pemeliharaan 2 minggu beratnya menjadi 14,2 gram. Maka laju pertumbuhannya adalah  $(14,2-10) \text{ gram} : 14 \text{ hari}$  atau 0,3 gram per hari.

Karena ikan tumbuh, maka kebutuhan akan pakan pun meningkat. Penyesuaian kebutuhan pakan dengan berat ikan dilakukan setiap 2 minggu. Artinya setiap 2 minggu kita harus bisa menaksir berapa berat ikan yang ada di kolam. Penaksiran bobot ikan dalam satu petak jaring apung dilakukan melalui pengambilan contoh. Contoh ikan adalah sejumlah ikan yang diambil secara acak. Makin beragam ukuran ikan makin banyak contoh ikan yang diambil. Kemudian ikan contoh ditimbang beratnya dan dihitung jumlahnya.

Berdasarkan hasil penimbangan ini berat-rata ikan dihitung yaitu dengan membagi hasil penimbangan di atas dengan jumlah ikan. Akhirnya berat total ikan bisa dihitung dengan mengalikan jumlah ikan dengan berat rata-rata ikan. Jumlah ikan dihitung dengan mengurangi jumlah ikan saat awal (tebar) dengan jumlah ikan yang mati selama pemeliharaan. Misalnya jumlah contoh ikan 30 ekor dan berat total contoh 4260 gram, maka berat rata-ratanya adalah 142 gram. Jika jumlah ikan yang ada dalam petakan kolam berjumlah 2000 ekor, berat total ikan yang ada di kolam tersebut adalah 284 kg.

Setelah mengalami masa pemeliharaan tertentu respon ikan terhadap pemberian pakan dapat diketahui dengan mengevaluasi pemberian pakan. Istilah yang umum digunakan untuk mengevaluasi pakan adalah efisiensi pakan. Efisiensi pakan adalah perbandingan antara pertambahan bobot ikan dengan jumlah pakan yang habis selama masa pemeliharaan tertentu yang dinyatakan dalam persen.

Untuk menghitung efisiensi pakan, maka diperlukan informasi berat total ikan saat awal ( $BT_0$ ), berat ikan setelah masa pemeliharaan tertentu ( $BT_1$ ) dan jumlah pakan yang habis setelah masa pemeliharaan tertentu ( $P$ ). Selanjutnya menggunakan rumus Efisiensi Pakan =  $(BT_1 - BT_0) / P \times 100\%$ . Misalnya efisiensi pakan 50% berarti untuk setiap penambahan berat ikan sebanyak 50 kg memerlukan pakan 100 kg. Berdasarkan hal ini makin tinggi nilai efisiensi pakan maka respon ikan terhadap pakan tersebut makin baik; yang ditunjukkan antara lain dengan makin cepatnya pertumbuhan ikan. Nilai efisiensi pakan ikan bawal yang menguntungkan bagi pembudidaya adalah di atas 65%.

## 2. Pengelolaan Kualitas Air

Pengelolaan kualitas air yang dilakukan dimulai dengan menampung terlebih dahulu air yang masuk dari sumber ke bak kontrol sebelum masuk ke dalam kolam pemeliharaan sehingga lumpur maupun kotoran yang terbawa dari sumber tidak masuk ke dalam kolam pemeliharaan. Pengaturan debit air juga dilakukan apabila terjadi penurunan kualitas air atau pencemaran yang terlalu tinggi yang ditandai dengan perubahan perilaku ikan yang ada di dalam kolam.

Pergantian air dilakukan untuk mengatasi penurunan beberapa parameter kualitas air sekaligus. Penurunan oksigen dan peningkatan amoniak yang diakibatkan penumpukan sampah (organik), seperti sisa-sisa dedaunan atau pelet yang tidak termakan. Pergantian air akan membuang air yang miskin oksigen dan kaya amoniak dan menggantinya dengan air yang kualitasnya lebih baik.

## 3. Pencegahan dan Pengobatan Penyakit

Keberhasilan usaha budidaya ikan bawal tidak terlepas dari masalah penyakit dan parasit. Meskipun jarang terjadi pada kolam-kolam ikan bawal yang terawat dengan baik, wabah penyakit dan parasit yang menyerang ikan dapat menimbulkan kerugian besar bagi pembudidaya ikan karena sering menyebabkan kematian ikan secara massal.

Terdapat dua kelompok penyakit yang menyerang ikan bawal, yaitu penyakit infeksi dan penyakit non infeksi. Penyakit infeksi disebabkan oleh organisme *pathogen* yang terdapat pada lingkungan atau dibawa oleh ikan lain. Penyakit ini menular dan seringkali diperlukan pengobatan agar tidak terjadi wabah. Sebaliknya, penyakit non infeksi disebabkan oleh masalah lingkungan, kekurangan nutrisi, atau bawaan secara genetika. Penyakit non infeksi tidak menular dan tidak disembuhkan dengan pengobatan.

Penyakit infeksi terdiri dari penyakit yang disebabkan oleh organisme patogen. Adapun organisme penyebab penyakit dan parasit yang biasa menyerang ikan umumnya berasal dari golongan bakteri, virus, jamur, dan hewan avertebrata.

Sebenarnya kerugian yang timbul karena adanya serangan penyakit dan parasit dapat dihindari dengan pengelolaan kolam

secara baik. Apabila kebersihan kolam, kualitas dan kuantitas air terpelihara dengan baik, kemungkinan terjadinya serangan penyakit atau parasit pada ikan yang dibudidayakan dapat diperkecil.

Kendala utama budidaya ikan bawal air tawar adalah serangan parasit. Pada umumnya serangan parasit ini umumnya terjadi pada saat ikan masih berukuran kecil atau benih.

Ada dua cara pengendalian hama dan penyakit yang bisa dilakukan yaitu pencegahan dan pengobatan. Pencegahan merupakan upaya untuk menjaga agar tidak terjadi serangan, sedangkan pengobatan merupakan upaya untuk mengobati ikan-ikan yang sakit agar sembuh. Dari kedua cara tersebut, pencegahan merupakan cara yang paling efektif dibanding pengobatan karena biayanya yang lebih murah dan tidak ada efek samping terhadap ikan maupun yang mengkonsumsi ikan tersebut. Adapun cara mencegah serangan penyakit dengan beberapa cara, di antaranya yaitu :

- Mengeringkan kolam untuk memotong siklus hidup penyakit.
- Melakukan pengapuran saat persiapan kolam untuk mencegah masih terdapatnya hama maupun patogen.
- Menjaga kondisi ikan agar tetap sehat dan tidak stres.
- Menjaga kondisi lingkungan hidup agar sesuai dengan kebutuhan ikan.
- Mengurangi kepadatan ikan untuk mencegah kontak langsung antar ikan, menghindari terjadinya penurunan kadar oksigen dalam air dan meningkatnya  $\text{NH}_3$ .
- Memberi pakan tambahan yang cukup, tetapi tidak berlebihan.
- Mencegah terjadinya luka pada tubuh ikan dengan penanganan yang baik.
- Mencegah masuknya binatang pembawa penyakit, seperti burung, siput dan lain-lain.

Jenis obat yang diberikan pada ikan bawal yang luka biasanya dengan menggunakan PK. Cara penggunaannya yaitu PK dicampur dengan air kemudian ikan yang terkena tukak dipisahkan atau langsung ditebarkan ke kolam. Dosis PK yang digunakan yaitu secukupnya sampai berwarna ungu. Selain itu dapat digunakan juga

garam untuk mencegah terjadinya stres. Cara pengobatan ikan yang mengalami stres yaitu garam ditaburkan ke kolam atau dicampur dengan pakan.

Kehadiran hama dapat berasal dari luar maupun dari dalam, artinya hama tersebut terbawa dari sumber air atau sudah ada di dalam kolam. Secara umum, hama yang biasa menyerang ikan bawal air tawar yaitu notonecta, ucrit, belut, dan ular.

## PANEN DAN PENANGANAN PASCAPANEN

Setelah melakukan pemeliharaan selama 5-8 bulan, atau setelah ukuran panen yang diinginkan/ukuran pasar tercapai, ikan dipanen. Ukuran panen tersebut berkisar antara 250-500 gram per ekor. Pengelolaan pemanenan bawal pada dasarnya ditujukan untuk :

1. Menangkap seluruh ikan dalam waktu yang relatif singkat
2. Mendapatkan hasil panen dalam keadaan mati segar serta tidak banyak mengalami kerusakan fisik, seperti memar-memar, sisik lepas dan kotor/berlumpur. Kesegaran ikan dapat dilihat dari penampilan ikan yang tidak terlalu jauh beda dari ikan yang masih hidup, serta badannya lemas tidak kaku.

Untuk mencapai keadaan di atas ada beberapa hal yang perlu diperhatikan sehubungan dengan pemanenan ini, yakni menetapkan saat panen yang tepat, mempersiapkan bahan dan peralatan yang dibutuhkan, cara melaksanakan pemanenan dan menangani hasil panen yang baik.

Waktu pelaksanaan panen bawal yang tepat adalah pagi atau sore hari di waktu suhu air di dalam tambak rendah sehingga ikan bawal tidak stres. Sebelum pemanenan dijalankan, terlebih dahulu disiapkan bahan dan alat yang diperlukan selama pemanenan dan selama penanganan hasil.



Gambar 16. Proses pemanenan

Cara pemanenan ada 2 macam yakni pemanenan penjarangan dan pemanenan total. Panen penjarangan dilakukan ketika kolam masih ada air, sedangkan panen total dilakukan melalui pengurasan air kolam. Pemanenan dapat dilakukan dengan cara penjarangan ikan. Penjarangan dilakukan secara bertahap dengan tujuan memperkecil ruang gerak ikan sehingga proses pemanenan dapat dilakukan lebih mudah. Penjarangan dilakukan mulai dari ujung kolam kemudian setelah  $\frac{3}{4}$  kolam terjaring, maka dilakukan penjarangan secara tegak lurus dengan penjarangan pertama kemudian ikan diangkat dan ditimbang dalam gentong kemudian diangkut ke gentong dalam mobil pengangkutan. Pengangkutan yang dilakukan yaitu pengangkutan terbuka yaitu gentong tidak seluruhnya tertutup.

Kegiatan akhir dari pemanenan adalah mengecek hasil panen, yaitu dengan menimbang dan menghitung jumlah ikan bawal yang berhasil dipanen. Dengan menggunakan data sewaktu kita menebar benih ikan dan data sewaktu panen, kita bisa mengetahui berapa produksi, kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan bawal untuk tiap kali panen, yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Produksi kotor} &= B_t \text{ kg/musim} \\ \text{Produksi bersih} &= B_t - B_0 \text{ kg/musim} \\ \text{Kelangsungan hidup} &= (N/N_0) \times 100\% \\ \text{Pertumbuhan} &= (W_t - W_0)/t \end{aligned}$$

Keterangan :

$$\begin{aligned} B_t &= \text{Berat total ikan saat panen (kg)} \\ B_0 &= \text{Berat ikan saat tebar (kg)} \\ N_t &= \text{Jumlah ikan yang dapat dipanen panen (ekor)} \\ N_0 &= \text{Jumlah ikan saat tebar (ekor)} \\ W_t &= \text{Berat rata-rata seekor ikan saat panen (gram)} \\ W_0 &= \text{berat rata-rata seekor ikan saat tebar (gram)} \\ t &= \text{Lama pemeliharaan (hari)} \end{aligned}$$

## ANALISA USAHA

Produk usaha pembesaran yang dihasilkan dari ikan bawal air tawar sangat beragam. Hampir semua stadia pada ikan bawal dapat dipasarkan dan dijual atau dialihkan ke pembesaran. Pembesaran dapat dimulai dengan benih dari berbagai ukuran yaitu nyilet, ngorek, jinggo, nyuper dan lain-lain. Untuk konsumsi, ukuran siap jual yaitu 250 gram/ekor sampai dengan 500 gram/ekor. Dengan demikian banyak pilihan target pembesaran yang dapat dilakukan.

Adapun yang menjadi pasar bagi pembesaran ikan bawal air tawar adalah daerah kawasan pengembangan seperti Bogor, Tasikmalaya, Ciamis dan Cianjur (Jawa Barat), Cilacap, Banyumas, Banjarnegara dan Purbalingga (Jawa Tengah), Kulonprogo, Bantul dan Sleman (Yogyakarta) dan Tulungagung, Blitar dan Lumajang (Jawa Timur).

Peluang usaha ikan bawal air tawar tidak terbatas untuk memenuhi kebutuhan pasar konvensional, seperti konsumen rumah tangga, restoran atau rumah makan yang membutuhkan pasokan ikan bawal ukuran konsumsi. Namun, setiap subsistem dalam budidaya juga memiliki peluang pasar yang membutuhkan pasokan ikan bawal berbagai jenis ukuran tergantung pada subsistem yang dipilih.

Kondisi di atas menunjukkan bahwa budidaya bawal tidak harus dilakukan secara *integrated* (terpadu) dari pembenihan, pendederan dan pembesaran dalam satu unit usaha. Namun bisa dipecah-pecah menjadi beberapa subsistem secara terpisah. Dengan demikian peluang usaha di setiap subsistem terbuka lebar, karena kegiatan pendederan dan kegiatan pembesaran tidak dapat berjalan jika tidak ada kegiatan pembenihan, begitu pula sebaliknya.

### Analisis Usaha

Pembesaran dilakukan selama 4 bulan dalam 3 kolam seluas masing-masing 50 m<sup>2</sup>. Benih (ukuran 3 – 5 cm) dibeli seharga Rp 80/ekor. Ikan konsumsi yang dihasilkan sebanyak 337 kg/kolam/periode, dijual dengan harga Rp 8.000.

**a. Biaya tetap**

1. Biaya 2 orang tenaga kerja @ Rp 250.000 per bulan x 4 bulan	Rp 2.000.000
2. Biaya peralatan	Rp 150.000
Jumlah	Rp 2.150.000

**b. Biaya variabel**

1. Benih 4500 ekor @ Rp 80	Rp 360.000
2. Pakan pelet 500 kg @ Rp 5.000	Rp 2.500.000
Pakan tambahan 1.550 kg @ Rp.1.000,-	Rp 1.550.000
3. Pupuk 1 karung @ Rp 12.000	Rp 12.000
4. Kapur 7,5 kg @ Rp500	Rp 3.750
5. Obat-obatan	Rp 25.000
Jumlah	Rp 4.450.750

**c. Total biaya a + b**

$$= \text{Rp } 2.150.000 + \text{Rp } 4.450.750 = \text{Rp } 6.600.750$$

**d. Pendapatan**

$$= 1011 \text{ kg} \times \text{Rp } 8.000 = \text{Rp } 8.088.000$$

**e. Keuntungan**

$$\begin{aligned} &\text{Pendapatan} - \text{Total Biaya} \\ &= \text{Rp } 8.088.000 - \text{Rp } 6.600.750 = \text{Rp } 1.487.250 \end{aligned}$$

**f. Revenue-Cost Ratio**

$$\begin{aligned} R/C &= \text{Pendapatan} : \text{Total Biaya} \\ &= \text{Rp } 8.088.000 : \text{Rp } 6.600.750 \\ &= 1,22 \end{aligned}$$

**g. BEP volume produksi**

$$\begin{aligned} \text{BEP} &= \text{Total Biaya} : \text{Rp } 8.000 \\ &= \text{Rp } 6.600.750 : \text{Rp } 8.000 \\ &= 825 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### **h. BEP biaya produksi**

$$\begin{aligned}\text{BEP} &= \text{Total Biaya} : 1011 \text{ kg} \\ &= \text{Rp } 6.600.750 : 1011 \text{ kg} \\ &= \text{Rp } 6.528\end{aligned}$$

#### **i. Analisis pengembalian modal**

$$\begin{aligned}&= (\text{Total Biaya} : \text{Keuntungan}) \times \text{periode} \\ &= \text{Rp } 6.600.750 : \text{Rp } 1.487.250 \\ &= 4,44 \text{ kali}\end{aligned}$$

## MEMBUAT PAKAN IKAN MANDIRI UNTUK USAHA BUDIDAYA IKAN BAWAL TAWAR

### 1. Mengenal pakan buatan untuk ikan bawal

Pakan ikan merupakan salah satu komponen pembiayaan terbesar dalam usaha budidaya ikan bawal. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi biaya pakan tersebut adalah dengan menyediakan pakan secara mandiri (*home made fish feed*) dengan kualitas yang baik disertai harga pakan yang lebih terjangkau.

Pakan ikan buatan untuk ikan bawal adalah pakan yang dibuat dari kombinasi beberapa bahan pakan yang disusun berdasarkan kebutuhan nutrisi ikan bawal untuk tumbuh dan berkembang. Pakan buatan dapat berbentuk cair, pasta, atau padatan. Kebanyakan pakan untuk ikan berupa pakan padat (pelet) baik tenggelam maupun terapung. Pakan sangat penting dalam pengembangan usaha budidaya ikan bawal karena sekitar 40-60% biaya produksi budidaya ikan sistem intensif berasal dari biaya penyediaan pakan. Ikan bawal membutuhkan pakan dalam jumlah cukup, tersedia secara terus-menerus (kontinyu), serta berkualitas bagus untuk dapat tumbuh dan berkembang dengan baik.



Gambar 17. Pakan berbentuk pelet

Kualitas pakan akan dipengaruhi oleh jenis dan komposisi bahan baku yang digunakan. Secara umum, makin banyak sumber bahan protein yang digunakan maka semakin baik pula kualitas

pakan tersebut. Sebagaimana diketahui, protein merupakan komponen organik terbesar dalam jaringan tubuh ikan karena sekitar 65-75% total bobot ikan terdiri dari protein.

Protein dalam pakan akan diserap dan dimanfaatkan untuk membangun ataupun memperbaiki sel-sel tubuh yang rusak, serta sangat efisien sebagai sumber energi. Oleh sebab itu pemakaian bahan baku dengan kandungan protein tinggi yang sesuai dengan kebutuhan ikan sangat baik dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangan ikan.



Gambar 18. Tepung ikan

Bahan baku yang umum digunakan sebagai sumber protein utama dalam pakan ikan adalah tepung ikan. Tepung ikan memiliki kandungan protein yang tinggi dan merupakan sumber mineral terutama kalsium dan fosfor yang sangat dibutuhkan oleh ikan. Oleh karena itu peran tepung ikan dalam pakan ikan dapat dikatakan sebagai sumber protein utama. Perannya sebagai sumber protein utama pakan menyebabkan permintaan akan tepung ikan semakin meningkat dan muncul permasalahan dalam hal ketersediaanya.

Indonesia masih melakukan impor untuk memenuhi kebutuhan tepung ikan dari berbagai negara penghasil tepung ikan dengan kualitas baik antara lain Chili, Peru, dan Thailand. Ketersediaanya yang masih mengandalkan impor tersebut menyebabkan harga tepung ikan semakin tinggi pada saat nilai tukar rupiah turun terhadap mata uang dunia seperti dollar Amerika.

Data dari Departemen Perikanan dan Kelautan yang dikutip dalam Kompas (2008) menyebutkan volume impor tepung ikan rata-rata mencapai 32.000 ton per bulan atau 384.000 per tahun meliputi 60 persen untuk pakan ternak dan 40 persen untuk pakan ikan.

Disebutkan pula bahwa tepung ikan impor menguasai sekitar 80 persen dari total kebutuhan pakan nasional.

Harga tepung ikan dalam mata uang rupiah yang semakin meningkat pada saat ini berdampak langsung pada nilai jual dari pakan ikan komersil yang ada. Kenaikan harga tepung ikan akan menyebabkan semakin meningkatnya harga pakan komersil yang dijual di pasaran. Hal tersebut akan berpengaruh pada keberlangsungan usaha dari budidaya ikan karena sebagaimana sudah diketahui, biaya produksi sebagian besar ditentukan oleh biaya pakan yang digunakan.

Mahalnya harga pakan yang tidak disertai dengan kenaikan harga jual ikan dapat mengancam kelangsungan usaha budidaya. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menggunakan bahan baku lain sebagai pengganti tepung ikan. Bahan baku tersebut harus lebih murah harganya dari tepung ikan namun mempunyai kualitas nutrisi yang setara terutama kandungan dan komposisi proteinnya. Persyaratan lain yang harus dipenuhi oleh bahan baku pengganti tersebut adalah ketersediaannya yang harus terjamin ada terus-menerus (kontinyu) sepanjang tahun.

Rujukan formulasi pakan ikan yang ada di buku ini dibuat dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) atau Rancangan Standar Nasional Indonesia (RSNI) dari Badan Standardisasi Nasional (BSN) yang dirumuskan oleh gugus kerja bidang Produksi Perikanan Budidaya, Departemen Kelautan dan Perikanan.

Secara umum, pakan yang digunakan dalam usaha budidaya ikan dikelompokkan menjadi dua yaitu pakan alami dan pakan buatan. Pakan alami adalah berbagai macam organisme tanaman dan hewan yang terdapat dalam air seperti mikroalga (fitoplankton), rotifera, kladosea, detritus dan lain-lain. Sedangkan pakan buatan adalah pakan yang dibuat dari kombinasi beberapa bahan penyusun yang dalam proses pembuatannya terdiri dari kegiatan yang harus dikerjakan secara berurutan serta memerlukan beberapa informasi dasar serta pertimbangan teknis dan ekonomis.



Gambar 19. Pakan benih ikan

Tahapan dasar dalam pembuatan pakan ikan adalah penempungan, pencampuran, *steaming*, pencetakan pakan, pendinginan, *top dressing*, pengepakan, penyimpanan dan pengangkutan

Penggunaan kedua jenis pakan ini umumnya tergantung pada sistem budidaya yang digunakan dan kebiasaan makan jenis ikan yang dibudidayakan. Sistem budidaya ikan secara tradisional umumnya sangat tergantung pada produksi pakan yang berasal dari proses alami atau melalui pemupukan dan pengelolaan air pada kolam atau tambak. Hingga saat ini metoda tersebut masih digunakan terutama pada sistem budidaya secara ekstensif dan semi intensif, dan pemberian pakan buatan dilakukan hanya sebagai tambahan agar ketersediaan pakan memadai untuk ikan dengan kepadatan yang cukup tinggi dan untuk meningkatkan pertumbuhan serta produksi.

Ketergantungan terhadap pakan alami diminimalkan atau bahkan dihilangkan pada sistem budidaya secara intensif. Dengan demikian pakan yang diberikan secara keseluruhan merupakan pakan buatan. Pada sistem intensif ini kepadatan ikan yang dipelihara tidak lagi dibatasi oleh produksi pakan alami tetapi lebih dibatasi oleh toleransi dan kemampuan ikan untuk dapat tumbuh pada kepadatan yang lebih tinggi serta kemampuan pembudidaya dalam memelihara kualitas air.

Pakan ikan merupakan bagian yang perlu mendapatkan perhatian dalam kegiatan budidaya. Hal tersebut dikarenakan pakan ikan berkontribusi besar dalam dalam biaya produksi. Selain menentukan biaya produksi pakan ikan juga sangat menentukan pertumbuhan ikan serta kualitas lingkungan budidaya. Jika pakan yang diberikan pada ikan kualitasnya kurang baik, maka dampak langsung yang terlihat adalah pertumbuhan ikan lambat, efisiensi pakan rendah (boros pakan) dan limbah yang dihasilkan tinggi

sehingga akan mencemari perairan di sekitarnya. Keseluruhannya akan berdampak pada keberlanjutan aktivitas usaha budidaya perikanan.

Sampai saat ini sudah ratusan jenis ikan yang telah dibudidayakan di seluruh dunia, dimana setiap jenis ikan memiliki kebutuhan nutrisi yang berbeda satu dengan yang lainnya. Pakan ikan yang baik (*well balance diet*) harus mengandung makro dan mikro nutrisi sesuai dengan kebutuhan ikan. Adapun makro-nutrisi yang dimaksud adalah protein, lemak dan karbohidrat sedangkan mikronutrisi adalah vitamin dan mineral. Disamping kebutuhan nutrisi maka ketersediaan bahan baku, kualitas bahan, pencernaan dan harga bahan juga menjadi komponen penentu baik atau tidaknya kualitas pakan buatan.

Beberapa hal yang perlu diketahui dalam menghasilkan pakan ikan bawal yang baik adalah;

- a. Kebutuhan nutrisi ikan bawal yang akan dibudidayakan serta daya cerna ikan bawal terhadap bahan baku yang akan digunakan dalam pembuatan pakan ikan
- b. Kualitas bahan yang akan digunakan baik secara fisik maupun kimia

Ditinjau dari kandungan air dalam pakan maka pakan ikan dapat diklasifikasikan dalam dua kategori yaitu pakan kering dan pakan tidak kering. Jika ditinjau dari daya apung dalam air maka pakan dibagi menjadi pakan terapung, pakan yang tenggelam secara perlahan dan pakan tenggelam.

Pakan kering pada umumnya kandungan airnya kurang dari 10%. Sedangkan pakan tidak kering kandungan airnya di atas 40%. Pakan kering dibagi menjadi dua macam yakni pakan dalam bentuk tepung, pellet, remah (*crumble*) dan granul (butiran). Pakan tidak kering lebih lanjut dibagi menjadi dua macam pakan yakni pakan basah dan pakan dalam bentuk pasta (*moist*). Perbedaan prinsip dari kedua pakan tersebut adalah dari bahan penyusunnya. Pakan basah pada umumnya terdiri dari bahan-bahan penyusun yang kandungan airnya di atas 50%. Pakan dalam bentuk *moist* dapat dibuat dari campuran bahan basah dan bahan kering yang ditambahkan air.

## 2. Pemilihan bahan baku

Pengetahuan bahan baku pakan sangat diperlukan agar supaya kita dapat membuat pakan buatan dengan kualitas yang baik. Setelah diketahui kebutuhan nutrisi dari setiap spesies ikan yang dibudidayakan, maka perlu dicari bahan-bahan baku pakan yang dapat digunakan untuk menyusun suatu formulasi pakan yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ikan tersebut.



Gambar 20. Tanaman gandum

Secara garis besar, zat gizi atau nutrisi yang diperlukan oleh ikan adalah protein/asam amino esensial, lemak/asam lemak esensial, karbohidrat, vitamin dan mineral. Jadi untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ikan tersebut perlu disediakan bahan baku sumber protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral. Bahan baku sumber protein, lemak dan karbohidrat juga ada mengandung vitamin dan mineral. Tetapi vitamin tidak diperhitungkan sebab biasanya dalam prosesing bahan baku pakan tersebut sebagian besar vitamin mengalami kerusakan. Mineral tidak mengalami kerusakan, namun namun kecernaannya rendah karena mineral terdapat dalam suatu ikatan molekul kompleks yang sukar dicerna, terutama pada bahan nabati. Oleh karena itu vitamin dan mineral sering ditambahkan dalam bentuk sintetik. Bahan baku yang umum dipergunakan pada formulasi pakan ikan selengkapnya disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 2. Sumber nutrisi dan bahan baku pakan ikan

Nutrien	Bahan Baku	Jumlah (%)
Sumber Protein	Tepung ikan, dedak kepala udang, bungkil kedelai, MBM, PMM	20-40
Sumber Karbohidrat	Tepung pollard, jagung, terigu, bekatul, dedak padi	10-40
Sumber Lemak	Minyak ikan, minyak sawit, minyak jagung	5-10
Vitamin dan Mineral	Vitamin mix, mineral mix.	3-7
Binder (pengikat)	CMC, terigu, sagu	2-3
Bahan Tambahan	Atraktan, BHT, BHA, minyak cumi	1-5

Kebutuhan protein pada ikan bawal dipengaruhi oleh beberapa faktor yang meliputi :

- a) Ukuran dan umur ikan bawal  
Secara umum kebutuhan protein ikan turun dengan meningkatnya ukuran dan umur ikan.
- b) Suhu air di kolam pemeliharaan  
Secara umum laju pertumbuhan dan konsumsi pakan ikan meningkat dengan meningkatnya suhu air dan tentunya berpengaruh terhadap konsumsi pakan, pertumbuhan dan laju metabolisme.
- c) Spesies ikan  
Ikan laut memiliki kebutuhan protein yang lebih tinggi dibanding ikan air tawar. Kebutuhan protein ikan laut berkisar 38- 55% sedangkan kebutuhan protein ikan air tawar adalah 28-40%.
- d) Salinitas  
Ikan yang hidup pada kondisi hipertonik atau sebaliknya maka akan membutuhkan protein yang lebih tinggi dalam pakan dibandingkan dengan ikan yang hidup dalam kondisi isotonik
- e) Kecernaan protein  
Kebutuhan protein ikan sangat dipengaruhi oleh pencernaan protein dari bahan baku yang digunakan.

- f) Kandungan energi  
Kebutuhan protein ikan sangat tergantung pada ketersediaan total energi dalam pakan. Imbangan antara protein dan energi dalam pakan ini didasari pada konsep *protein sparring effect* dimana ketersediaan energi yang berasal dari bukan protein dalam hal ini karbohidrat dan lemak akan mengurangi penggunaan protein sebagai sumber energi.
- g) Kandungan asam amino pakan  
Kualitas protein suatu pakan sangat ditentukan oleh kandungan asam aminonya. Ikan membutuhkan protein untuk memenuhi kebutuhan asam aminonya, baik asam amino esensial maupun asam amino non esensial.

Lipid merupakan senyawa organik yang disusun hanya oleh unsur karbon, oksigen dan hidrogen dan relatif tidak larut dalam air tapi larut dalam pelarut organik, seperti ether, chloroform dan benzene. Lipid terdapat dalam sel tanaman maupun hewan, berfungsi sebagai komponen struktur sel dan sebagai simpanan energi.

Pada dasarnya lipid terdiri dari beberapa macam komponen penyusun yang bergabung membentuk kelas lipid. Ester asam lemak merupakan salah satu penyusun kelas lipid, dan selalu ada di seluruh kelompok lipid. Oleh karena itu, bisa dikatakan bahwa asam lemak merupakan senyawa pembangun berbagai kelas lipid tersebut, yang pada gilirannya menjadi pembangun lipid. Karena asam lemak ini merupakan senyawa pembangun utama di dalam lipid, maka asam lemak ini menjadi penentu kualitas lipid yang disusunnya.

Lipid merupakan sumber utama energi metabolisme dalam bentuk ATP via  $\beta$ -oksidasi oleh mitokondria. Dibanding unsur nutrisi lain, lipid memiliki nilai energi kotor tertinggi, yakni 9,5 kkal/g, sedangkan protein dan karbohidrat masing-masing adalah 5,6 dan 4,1 kkal/g. Dalam kaitan dengan hal ini, lipid bisa menghemat penggunaan protein untuk pertumbuhan. Asam lemak bebas yang berasal dari trigliserida merupakan sumber utama energi metabolisme dari otot ikan.

Lipid merupakan komponen esensial dari membran selular dan subselular. Fungsi ini diperankan oleh PUFA yang terkandung

dalam fosfolipid dan sterol ester. Lipid juga berfungsi sebagai pengangkut biologis dalam penyerapan vitamin yang larut dalam lemak (vitamin A, D, E dan K).

Lipid merupakan sumber asam lemak esensial, yang sangat esensial untuk pemeliharaan dan integritas membran sel, serta diperlukan untuk optimasi transpor lipid (terikat pada fosfolipid sebagai pengemulsi). Lipid juga berperan sebagai pelopor pembentukan hormon prostaglandin.

Dari sisi teknologi pakan, lipid berperan untuk meningkatkan palatabilitas pakan. Lipid juga dapat mengurangi tingkat debu dalam pakan.

Karbohidrat adalah suatu senyawa organik yang terdiri dari atas C, H dan O. dan dua unsur terakhir sama seperti rumus air ( $C_x(H_2O)_y$ ). Namun ada juga beberapa karbohidrat memiliki kandungan unsur oksigen yang lebih sedikit seperti turunan dari beberapa karbohidrat yang mengandung nitrogen dan sulphur.

Karbohidrat pakan dalam saluran pencernaan akan mengalami hidrolisis, dipecah menjadi glukosa dan atau fruktosa, kemudian diabsorpsi masuk kedalam peredaran darah. Selanjutnya dari darah dibawa keseluruh sel jaringan tubuh. Proses pencernaan ini memerlukan enzim-enzim amylase, di sakaridase (maltase), selulase dan kitinase. Selulase dan kitinase berasal dari mikroflora di intestine, sedangkan amylase dihasilkan oleh pankreas. Fruktosa yang diabsorpsi diubah menjadi glukosa oleh hati.

Vitamin merupakan suatu komponen organik yang ada di dalam pakan yang dibutuhkan dalam jumlah yang relatif sedikit untuk pertumbuhan, kesehatan, dan memelihara fungsi-fungsi metabolisme tubuh.

Vitamin dikelompokkan menjadi dua berdasarkan sifat kelarutannya, masing-masing yaitu vitamin larut-lemak dan vitamin larut-air. Vitamin larut lemak adalah vitamin A, D, E, dan K. Delapan dari vitamin larut-air dibutuhkan dalam jumlah relatif sedikit dan terutama berfungsi sebagai *coenzyme*, dikenal sebagai vitamin B-complex. Vitamin B-complex terdiri dari *thiamin*, *riboflavin*, *pyridoxine*, *pantothenic acid*, *biotin*, *niacin*, *folic acid*, serta B12. Tiga dari vitamin larut-air yang dibutuhkan dalam jumlah besar dan berfungsi bukan sebagai *coenzyme* yaitu vitamin C, *myo-inositol*, dan *choline* seringkali disebut sebagai *macrovitamin*.

Ke-15 vitamin tersebut di atas dibutuhkan dalam jumlah yang berbeda pada ikan tergantung dari spesies, size, growth rate, hubungan antar nutrient, lingkungan (suhu dan bahan pencemar), serta fungsi metabolit (*growth*, *respons stress*, ketahanan penyakit). Pada beberapa spesies ikan, beberapa vitamin disintesis oleh mikroorganisme pada usus ikan.

Sistem budidaya dan feeding habit dari ikan mempengaruhi kebutuhan suplementasi vitamin melalui pemberian pakan buatan. Pada prakteknya, dosis vitamin pada pakan buatan dinaikkan sekitar 25-100% dari kebutuhan dasar ikan untuk mengantisipasi kehilangan vitamin pada proses produksi serta penyimpanan. Penambahan dosis juga dilakukan apabila ada gejala ikan stress, ada infeksi, atau ada interaksi dengan substansi lain dalam pakan. Penambahan dosis harus dilakukan secara hati-hati untuk menghindari hipervitaminosis (penyakit akibat kelebihan vitamin). Vitamin harus diperoleh dari sumber makanannya, baik dalam bentuk yang sudah siap maupun dalam bentuk pra zat-nya yang disebut provitamin. Tanaman dan mikroba mensintesis senyawa vitamin atau provitamin yang dibutuhkan oleh hewan dan manusia. Disamping vitamin serta provitamin dikenal pula senyawa yang secara kimia karib dengan vitamin atau secara kimia merupakan analog vitamin dengan khasiat yang sama dengan vitamin. Analog vitamin yang berkhasiat vitamin dikenal sebagai vitamer atau isotel. Ada pula analog vitamin yang justru berlawanan dengan vitamin yang disebut anti vitamin. Pemberian anti vitamin dalam diet yang mengandung vitamin dapat menghilangkan khasiat vitamin yang dikandungnya, sehingga timbul gejala avitaminosis.

Kebutuhan unsur mineral dalam jumlah besar dikelompokkan sebagai unsur makro dan kebutuhannya dalam jumlah sedikit dikelompokkan sebagai unsur mikro (*trace elements*). Makro mineral terdiri dari kalsium, fosfor, magnesium, natrium, kalium, clorin dan sulfur. Sedangkan mikro mineral adalah besi, iod, mangan, kuprum, kobalt, seng, selenium, molibdenum, fluor, alumunium, nikel, vanadium, silikon dan kromium.

Kebutuhan setiap unsur mineral pada ikan jarang sekali diketahui. Masalah utama pada penelitian nutrisi mineral ikan, yaitu sulitnya mendapatkan formulasi pakan yang bebas mineral dan

mendeteksi jaringan tubuh penyimpan mineral, serta mengetahui penyerapan mineral terlarut dari air oleh ikan.

Perbedaan utama antara metabolisme mineral dan hewan darat adalah pada sistem osmoregulasinya, atau keseimbangan osmotik diantara cairan tubuh ikan dan air disekitarnya. Sedangkan fungsi biokimia unsur mineral bagi ikan adalah mirip dengan hewan berdarah panas (*poikilothermal*). Beberapa mineral merupakan pembentuk jaringan keras seperti tulang, sirip dan rangka, dan beberapa komponen jaringan lunak seperti sulfur dalam protein dan besi dalam hemoglobin. Beberapa fungsi mineral yang lain adalah sebagai komponen atau aktivator enzim dan hormon, seperti zinc yang aktif dalam alkaline fosfatase dan iodine yang merupakan komponen hormon tiroksin. Beberapa unsur yang larut seperti Ca, Na, K, dan Cl mempunyai fungsi dalam darah atau cairan darah seperti osmoregulasi, keseimbangan asam basa dan kepekaan jaringan otot (syaraf).

Kebutuhan ikan akan unsur mineral sama dengan hewan lain yaitu untuk pembentukan jaringan dan berbagai proses metabolisme. Ikan dapat menyerap unsur terlarut di air melalui membran insang atau pada ikan laut adalah dengan cara minum melalui saluran pencernaan. Banyak kebutuhan Ca ikan dipenuhi dari air. Pada air laut jumlah signifikan dari Fe, Mg, Co, Na, K dan Zn dapat diperoleh dari air. Kebutuhan ikan akan unsur fosfor dalam pakannya untuk metabolisme lebih tinggi, karena kelarutan fosfor di air relatif rendah.

### 3. Teknik Pengolahan Bahan Baku Pakan

Bahan baku utama yang umum digunakan dalam pakan ikan adalah tepung ikan. Tepung ikan memiliki kandungan protein yang tinggi dan merupakan sumber mineral terutama kalsium dan fosfor. Oleh karena itu peran tepung ikan dalam pakan ikan dapat dikatakan sebagai sumber protein utama.

Peran tepung ikan sebagai sumber protein utama pakan menyebabkan permintaan akan tepung ikan semakin meningkat dan muncul permasalahan dalam hal ketersediaannya. Harga tepung ikan yang semakin meningkat berdampak langsung pada nilai jual dari pakan ikan komersil yang ada. Kenaikan harga tepung ikan akan menyebabkan semakin meningkatnya harga pakan komersil yang

dijual dipasaran. Hal tersebut akan berpengaruh pada keberlangsungan usaha dari petani ikan karena biaya produksi sebagian besar ditentukan oleh biaya pakan komersil yang digunakan.

Berbagai upaya telah dan terus sedang dilakukan kalangan industri pakan ikan, peneliti dan juga petani ikan untuk mencari sumber protein alternatif pengganti tepung ikan. Bahan baku tersebut antara lain adalah penggunaan sumber protein nabati seperti tepung bungkil kedelai, sumber perotein dari limbah seperti tulang dan sisa daging sapi, bulu ayam, darah dari pemotongan ternak, serta limbah dari industri pengolahan ikan dan ikan rucah. Limbah pengolahan ikan, terdiri dari bagian kepala, isi perut dan daging yang tidak terpakai.

Tabel 3. Alternatif bahan baku sumber protein sebagai pengganti tepung ikan

Komersial		Belum Komersial
Nabati	Hewani	
Bungkil kelapa	Tepung MBM	Single cell protein
Bungkil kedelai	Tepung darah	Larva serangga
Bungkil kacang tanah	Tepung dedak udang	Silase tumbuhan
	Tepung bulu	Zooplankton
	Tepung PMM	Tepung daun turi
	Tepung daging	Tepung daun lamtoro
	Silase ikan	
	Tepung keong mas	
	Kisaran Protein	
15-50	50-85	4-85

#### a. Teknik Pengolahan dengan Fermentasi

Proses penguraian unsur organik kompleks terutama karbohidrat untuk menghasilkan energi melalui reaksi enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme, yang biasanya terjadi dalam keadaan anaerob dan diiringi dengan pembebasan gas

Menurut jenis mediumnya proses fermentasi dibagi menjadi dua yaitu fermentasi medium padat dan fermentasi medium cair.

Fermentasi medium padat dimana medium yang digunakan tidak larut tetapi cukup mengandung air untuk keperluan mikroorganisme, sedangkan fermentasi medium cair adalah proses fermentasi yang substratnya larut atau tersuspensi di dalam fase cair

Dengan proses bioteknologi dengan teknik fermentasi dapat meningkatkan mutu gizi dari bahan-bahan yang bermutu rendah

Keuntungan menggunakan medium padat :

- tidak memerlukan tambahan lain kecuali air
- persiapan inokulum lebih sederhana
- dapat menghasilkan produk dengan kepekatan tinggi
- kontrol terhadap kontaminan lebih mudah
- kondisi medium mendekati keadaan tempat tumbuh alamiah
- produktifitas tinggi
- aerasi optimum
- tidak diperlukan kontrol terhadap pH maupun suhu yang teliti

Menyiapkan proses fermentasi medium padat perlu memperhatikan beberapa faktor yaitu :

- sifat substrat terutama yang berhubungan dengan derajat kristalisasi dan derajat polimerisasi
- sifat organisme karena masing-masing mikroorganisme mempunyai kemampuan yang berbeda dalam memecah komponen substrat untuk keperluan metabolismenya, kinetika metabolisme dan kinetika enzim

Proses Fermentasi:

- Inokulum : *Aspergillus niger* + campuran urea dan ammonium sulfat sebagai sumber nitrogen anorganik
- Bahan baku : a) bungkil sawit b) dedak c) onggok dll
- sebelum difermentasi onggok tersebut harus dikeringkan terlebih dahulu, sampai kadar airnya maksimal 20% dan selanjutnya digiling. Untuk setiap 10 kg bahan baku pakan dibutuhkan 80 gram kapang *A. niger* dan 584,4 gram
- setiap 10 kg bahan baku pakan dibutuhkan 80 gram kapang *A. niger* dan 584,4 gram campuran mineral anorganik

Preparasi fermentasi:

- 10 kg bahan kering giling dimasukkan ke dalam baskom besar (ukuran 50 kg)

- ditambah 584,4 gram campuran mineral dan diaduk sampai rata
- ditambah air hangat sebanyak delapan liter, diaduk rata dan dibiarkan selama beberapa menit
- Setelah agak dingin ditambahkan 80 gram *A. niger* dan diaduk kembali
- Setelah rata dipindahkan ke dalam baki plastik dan ditutup
- Fermentasi berlangsung sekitar empat hari, Setelah terbentuk miselium yang terlihat seperti fermentasi tempe, maka onggok terfermentasi dipotongpotong, diremas-remas dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60 derajat C dan selanjutnya digiling
- Penggunaan bahan yang difermentasi sampai dengan % tertentu dalam formulasi pakan masih aman dan tidak menimbulkan dampak negatif

## b. Teknik Pembuatan Silase

- Silase ikan adalah bentuk hidrolisa protein beserta komponen lain dalam ikan pada suasana asam sehingga organisme pembusuk tidak dapat hidup
- Pembuatan silase ada 2 cara yaitu secara biologis dan secara kimiawi
- Cara biologis : menambahkan bahan untuk sumber energi bakteri asam laktat yang diusahakan tumbuh untuk memfermentasi ikan
- Cara kimiawi : penambahan asam-asam mineral (asam kuat) dan asam-asam organik
- Kandungan nutrisi silase bervariasi tergantung jenis ikan, bagian ikan yang dipergunakan, serta cara pembuatannya
- Produk akhir silase berbentuk produk cair, untuk memudahkan penyimpanan dapat dijadikan tepung dengan cara penetralan menggunakan soda api dan filler (bahan pengikat seperti dedak padi atau pollard) dilanjutkan dengan pengeringan dan penepungan

Proses pembuatan:

- Bahan silase (jeroan dll) dipisahkan dari lemak dan dicuci bersih
- Bahan ditimbang, dipotong, diberi antioksidan BHT 250 ppm

- Masukkan wadah plastik, tambah asam formiat dan asam propionat dengan perbandingan 1:1 sebanyak 3% dari jumlah bahan, aduk merata dan wadah ditutup rapat
- Aduk setiap hari sebanyak 3 kali (pagi, siang, malam)
- Bahan akan terurai menjadi bubur dalam waktu 5-7 hari

#### c. Teknik Pengolahan Tepung Bulu Ayam

- Kandungan protein bulu ayam (79,9% CP) cukup tinggi lebih tinggi dari protein tepung ikan, Kelemahan tepung bulu sebagai bahan pakan ternak antara lain adanya keratin (sejenis protein yang tergolong protein fibrous) yang sulit dicerna, kelemahan lainnya adalah rendahnya kandungan beberapa asam-asam amino esensial yaitu metionin, triptopan dan histidin, namun kandungan leusin, isoleusin dan valin cukup tinggi
- Hidrolisis tepung bulu ayam dengan HCl menggunakan perlakuan hidrolisis 3% dapat meningkatkan pencernaan

#### d. Teknik Pengolahan Tepung Darah

Salah satu alternatif substitusi tepung ikan adalah tepung darah. Kadar protein tepung darah mencapai 80%, kaya akan leusin tetapi miskin metionon dan isoleusin. Pemakaian tepung darah yang berlebihan pada pelet ikan akan berakibat negatif yaitu palatabilitas pelet menjadi rendah dan pelet akan relatif sukar dicerna oleh ikan. Pemakaian tepung darah umumnya dibatasi di bawah 10%.

Produksi tepung darah dalam jumlah banyak untuk bahan pakan umumnya memakai teknik spray-dried blood cell atau umum disebut teknik SBC. Tepung darah SBC dibuat dengan cara menyemprotkan darah segar ke dalam aliran udara panas bersuhu 316°C kemudian dimasukkan pada vacum pada suhu rendah yaitu 49°C. Tepung darah SBC memiliki karakter yang sangat menjanjikan karena memiliki pencernaan protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung darah yang dibuat dengan metoda lain.

### e. Teknik Pengolahan MBM

*Meat and Bone Meal* (MBM) merupakan hasil pengolahan limbah yang berasal dari daging dan tulang. Pengolahan tersebut biasanya dilakukan dengan pemanasan dan penekanan pada suhu dan tekanan tertentu. Jika hasilnya diperoleh kandungan fosfor di atas 4,4% maka produk tersebut disebut tepung tulang dan daging (MBM). Namun jika kandungan fosfornya di bawah 4,4% maka disebut tepung daging saja. MBM hasil perebusan dan pengeringan memiliki kandungan protein  $\pm$  50%, lemak 8%, abu 28%, Ca 10%, dan P 5%. Bahan ini mengandung asam amino lisin dalam jumlah yang cukup tetapi miskin metionin dan sistin. Kandungan nutrisinya bervariasi tergantung pada proses pemasakan, pengeringan, dan kandungan gelatin.

Kebanyakan MBM adalah hasil ikutan pengolahan sapi dan babi sehingga komposisinya dapat bervariasi. Produk yang dihasilkan dari pengolahan MBM ini sangat bervariasi meskipun bahan baku yang digunakan bagus dan dengan metode pengolahan berteknologi tinggi. Kualitas MBM dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan yaitu berasal dari limbah pengolahan sapi atau babi. Penggunaan bagian organ badan untuk pembuatan MBM memiliki nilai nutrisi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan penggunaan jaringan lainnya. Produk-produk daging yang mengandung jaringan-jaringan penghubung seperti kolagen dan gelatin umumnya defisiensi terhadap asam amino seperti tirosin, sistin, dan triptofan.

Proses pengolahan MBM umumnya ada dua cara, yaitu pengolahan dengan pengeringan kering dan pengolahan dengan pengeringan basah. Pengolahan kering dilakukan dengan memanaskan bahan dalam panci tertutup dan lemak dipisahkan dari produk yang sudah kehilangan kadar air dan lemak tersebut keluar mengikuti suatu aliran. Residu dalam panci kemudian diambil sebagai produk akhir. Proses pengolahan basah dilakukan dengan memanaskan bahan dengan uap setelah ditambahkan air. Lemak dipisahkan dalam bentuk padat. Residu yang telah terpisah dari lemak kemudian dikeringkan dan digiling. Hasil dari proses pengolahan MBM basah ini kurang bagus karena produknya masih berlemak. Kontaminasi yang biasa terdapat pada MBM adalah rambut dan bulu-bulu. Rambut dan bulu-bulu halus merupakan

protein serat (keratin) yang sifatnya sukar larut dan sukar dicerna oleh ternak.

Pemanfaatan MBM pada tingkat 25% dalam perlakuan menghasilkan nilai laju pertumbuhan harian yang sama dengan perlakuan kontrol. Pemberian MBM di atas 25% mengakibatkan penurunan laju pertumbuhan harian. Adanya penambahan biomassa pada setiap perlakuan menunjukkan bahwa pakan dimanfaatkan oleh ikan. Pemanfaatan energi dari pakan untuk pertumbuhan akan terlaksana jika kebutuhan energi untuk pemeliharaan (*maintenance*) terpenuhi. Efisiensi pakan menunjukkan nilai yang tidak berbeda antara perlakuan kontrol, MBM 25%, dan MBM 50%. Efisiensi pakan menurun ketika penambahan MBM lebih dari 50%. Nilai efisiensi pakan sangat erat kaitannya dengan penambahan bobot. Ikan nila pada penelitian memanfaatkan pakan secara efisien, terutama pakan dengan MBM 0% dan MBM 25%. Untuk nilai retensi protein, terlihat bahwa perlakuan kontrol (MBM 0%), MBM 25%, dan MBM 50% tidak berbeda nyata antara satu dengan lainnya. Penurunan retensi protein terlihat pada perlakuan pakan dengan MBM 75% dan MBM 100%. Hal ini diduga karena kandungan asam amino yang menyimpang dari kebutuhan ikan karena semakin menyimpang pola asam amino esensial suatu pakan maka akan semakin rendah bagian dari asam amino yang disintesis menjadi protein. Nilai retensi lemak hampir berbeda pada setiap perlakuan kecuali perlakuan pakan dengan MBM 50% dengan pakan dengan perlakuan MBM 75%. Tingginya retensi lemak dan rendahnya retensi protein menunjukkan bahwa ikan lebih memanfaatkan protein sebagai sumber energinya dibanding lemak dan sebaliknya. Selama pemeliharaan didapati nilai *survival rate* (SR) yang tidak berbeda nyata pada setiap perlakuan, hal ini menunjukkan bahwa energi dan kandungan nutrisi pakan cukup untuk mendukung kehidupan dan pertumbuhan ikan. Selain itu, kondisi lingkungan juga baik sehingga tidak menyebabkan kematian ikan.

#### **4. Pembuatan Pakan Buatan dengan Bahan Baku Utama Keong Mas**

Keong mas sebagai sumber pakan ikan dan organisme perairan lainnya saat ini sudah mulai banyak dilakukan oleh berbagai

kalangan para pembudi daya. Tepung keong mas sejak tahun 1999 telah diujicobakan pada pemeliharaan ikan patin (*Pangasius* sp.) dan ikan mas (*Cyprinus carpio*).

Keong mas mengandung protein yang cukup tinggi. Dari hasil uji proksimat dapat diketahui bahwa kandungan protein bisa mencapai 50 persen. Pada penggantian kandungan tepung ikan menjadi tepung keong mas pada pakan ikan mas dan ikan patin sebanyak 25-75 persen memberikan pengaruh yang cukup baik terhadap laju pertumbuhan harian individu, efisiensi pakan, retensi protein dan retensi lemak (Utomo, dkk, 1999-2001).

Keong mas dapat diberikan langsung sebagai pakan segar (setelah ditreatment terlebih dahulu) atau dapat dibuat sebagai bahan baku pakan ikan sebagai pengganti/substitusi tepung ikan. Sebagai bahan baku pakan, keong mas dibuat dalam bentuk tepung keong mas atau silase keong mas.

### **Silase daging keong mas**

Daging segar keong mas dikeluarkan dari dalam cangkang dengan menggunakan alat congkel. Daging digiling dengan mesin giling lalu ditiriskan untuk mengurangi kadar airnya kemudian dicampur dengan bahan fermentasi yaitu ongok dengan perbandingan 4:1. setelah dicampur merata dimasukkan ke dalam wadah hampa udara yaitu dapat menggunakan drum plastik/kantong plastik dan dipadatkan hingga mencapai proses kedap oksigen (*anaerob*).

Bagian atas wadah yang telah disambung dengan selang panjang yang ujungnya dimasukkan ke dalam botol yang berisi air sehingga udara luar tidak dapat masuk ke dalam wadah pembentukan silase. Gas yang terbentuk selama fermentasi akan keluar melalui selang. Posisi botol yang berisi air harus lebih rendah dibanding dengan wadah proses silase. Proses fermentasi akan berlangsung sempurna dalam waktu 12 hari.

Setelah silase daging keong mas kering kemudian digiling dengan menggunakan mesin penggiling tepung yang hasilnya tepung silase keong mas yang telah siap menjadi bahan penyusun ransum.

## Tepung daging keong mas

Daging keong mas segar yang dikeluarkan dari cangkang dengan menggunakan alat congkel, kemudian dikeringkan melalui penjemuran dengan sinar matahari selama 3 hari atau dikeringkan dengan menggunakan alat pengering sampai kadar air + 14%. Setelah daging keong mas kering kemudian digiling dengan menggunakan mesin penggiling tepung yang hasilnya tepung daging keong mas yang telah siap menjadi bahan penyusun ransum.

## Daging Keong Mas sebagai Pakan Segar

Pemberian pakan keong mas sebagai pakan segar dilakukan dengan cara merebus keong mas, didinginkan dan kemudian dicungkil daging keong mas dengan lidi atau paku, cincang daging sesuai dengan bukaan mulut ikan, lalu diberikan pada ikan sesuai dengan kebutuhan (*ad satiation*).

Untuk merangsang nafsu makan ikan, pada pelet yang menggunakan bahan baku keong mas perlu ditambahkan zat perangsang nafsu makan ikan atau lazim disebut atraktan. Atraktan dapat berupa minyak cumi atau berupa ramuan tradisional yang terdiri atas daun mengkudu, daun ketepeng, daun kentut bau dan daun tai lotok yang dihaluskan dan ditambahkan garam, lalu dicampurkan dalam pakan ikan.

Bentuk pakan buatan ditentukan oleh kebiasaan makan ikan.

- a) Larutan, digunakan sebagai pakan burayak ikan dan udang (berumur 2-30 hari). Larutan ada 2 macam, yaitu : (1) Emulsi, bahan yang terlarut menyatu dengan air pelarutnya; (2) Suspensi, bahan yang terlarut tidak menyatu dengan air pelarutnya.
- b) Tepung halus, digunakan sebagai pakan benih (berumur 20-40 hari). Tepung halus diperoleh dari remah yang dihancurkan.
- c) Tepung kasar, digunakan sebagai pakan benih gelondongan (berumur 40-80 hari). Tepung kasar juga diperoleh dari remah yang dihancurkan.
- d) Remah, digunakan sebagai pakan gelondongan besar/ikan tanggung (berumur 80-120 hari). Remah berasal dari pelet yang dihancurkan menjadi butiran kasar.
- e) Pelet, digunakan sebagai pakan ikan dewasa yang sudah mempunyai berat > 60-75 gram dan berumur > 120 hari.

f) *Waver*, digunakan sebagai pakan benih ikan berasal dari emulsi yang dihamparkan di atas alas aluminium atau seng dan dikeringkan, kemudian diremas-remas.

Dalam menyusun ramuan untuk pakan buatan harus memperhatikan kadar zat-zat dari masing-masing bahan baku dan disesuaikan dengan kebutuhan (lihat Chapter Formulasi Pakan)

Cara membuat pakan bentuk suspensi untuk larva adalah sebagai berikut:

1. 20 g kedele direbus sampai masak, agar zat penghambat tumbuhnya hilang, dihaluskan dan diberi air sedikit demi sedikit, kemudian disaring dengan kain mori halus. Telur itik campur dengan cacahan daging keong mas (perbandingan 1:1) diberi perlakuan serupa dan yang digunakan hanya bagian yang kuning.
2. Larutan sari kedele dan larutan sari kuning telur dan cacahan daging keong mas dicampur dan diaduk merata.

Cara membuat pakan bentuk emulsi untuk pendederan adalah sebagai berikut:

1. Sebutir telur itik dicampur dengan cacahan daging keong mas (perbandingan 1:1) direbus sampai masak, kemudian diambil kuningnya dan dilarutkan dalam 200 ml air.
2. Sambil diaduk, tambahkan 40 g tepung kedele halus, 5 g sagu, dan akhirnya 1 g vitamin mix..
3. Panaskan larutan sambil tetap diaduk, sampai diperoleh cairan kental seperti lem yang encer. Larutan siap digunakan setelah dingin.
4. Masa simpan larutan 10 jam dan digunakan untuk makanan burayak ikan yang berumur 3-20 hari.

Cara membuat pakan bentuk larutan untuk pendederan adalah sebagai berikut:

1. Telur itik dikopyok sampai lumat dan berbuih. Secara berangsur-angsur ditambahkan tepung daging keong mas atau silase keong mas, konsentrat atau tepung ikan, tepung terigu, dan tepung susu, sambil terus diaduk dan diberi air sedikit demi sedikit.
2. Adonan dikukus sampai masak selama 30 menit. Roti yang sudah masak didinginkan dengan kipas angin.
3. Vitamin B dan C dihaluskan, ditambah tetrasiklin yang telah dibuang kapsulnya dan beberapa tetes vitamin A+D-pleks dan Kalsidol.

4. Roti kukus yang telah dingin, dibentuk menjadi gumpalan kecil-kecil, kemudian dioleskan pada campuran vitamin dan antibiotik, sambil diremas-remas sampai campuran merata. Roti dapat disimpan dalam lemari es selama 3 hari.
5. Sebelum digunakan sebaiknya dibuat suspensi, yaitu dengan melarutkannya dalam air melalui kain saringan halus yang ukurannya disesuaikan dengan ukuran burayak yang akan diberi makan.

Bahan untuk membuat pelet ada 2 macam, yaitu berupa: tepung kering dan gumpalan (pasta). Cara membuat pakan bentuk pelet untuk pembesaran ikan dengan bahan baku keong mas adalah sebagai berikut:

1. Bahan perekat dapat dicampur langsung dengan bahan lainnya saat masih kering, atau disendirikan. Bila disendirikan, bahan tersebut diseduh dulu dengan air mendidih sampai mengental seperti lem encer. Setelah itu bahan perekat dicampur dengan bahan-bahan lainnya.
2. Pencampuran bahan dimulai dengan bahan yang jumlahnya sedikit dan diakhiri dengan bahan yang jumlahnya paling banyak. Bahan yang berupa pasta dicampurkan paling akhir. Bahan perekat yang dibuat adonan tersendiri, dicampurkan paling akhir. Adonan yang masih kurang basah dapat ditambah air sedikit demi sedikit.
3. Apabila bahan perekat dicampur langsung dengan bahan-bahan lainnya, maka pembuatan adonan dilakukan dengan air panas sebanyak  $\pm 1/4$  berat bahan baku. Pengadukan dilakukan di atas api kecil, agar air tidak cepat dingin.
4. Pengadukan adonan dilakukan sampai terjadi perubahan warna.
5. Adonan didinginkan di atas tampir. Apabila menggunakan ragi, maka pencampurannya dilakukan setelah adonan dingin.
6. Bahan baku yang telah dingin dicetak dengan penggiling daging dan akan diperoleh bentuk batangan-batangan. Batangan basah tersebut dipotong-potong sepanjang 3 cm.
7. Pelet basah yang telah dipotong-potong dijemur sampai kadar airnya 10-20%. Pengeringan dihentikan apabila pelet kering, keras dan mudah patah.

## 5. Formulasi Pakan Ikan Buatan untuk Ikan Bawal

Pelet ikan bawal yang baik merupakan hasil campuran dari berbagai macam bahan baku pakan yang harus diformulasikan dulu dengan tepat agar kandungan nutrisinya mampu mendukung pertumbuhan dan perkembangbiakan ikan yang akan dipelihara, tidak mengandung cemaran yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan, serta harus aman terhadap lingkungan. Pembuatan formula pelet sebaiknya mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) pakan yang ada supaya pelet yang akan dihasilkan sesuai dengan semua kriteria tersebut di atas.

Setelah mengetahui kebutuhan nilai gizi pakan yang sesuai dengan kebutuhan ikan dengan mengacu kepada SNI yang ada, maka langkah berikutnya adalah menghitung nilai gizi pakan agar sesuai dengan kebutuhan ikan. Nilai gizi berbagai bahan baku pakan dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

Tabel 4. Kandungan nutrisi berbagai bahan baku pakan ikan

Bahan Makanan	Protein Kasar (%)	Lemak Kasar (%)	Serat Kasar (%)
Jagung Kuning	9,0	3,8	2,5
Sorghum	10,7	2,8	2,3
Menir	8,9	4,0	1,0
Padi	7,5	1,7	10,0
Sagu	0,7	0,2	0,9
Gaplek	1,5	0,7	0,9
Dedak padi	10,2	7,9	8,2
Dedak gandum	11,8	3,0	11,0
Dedak jagung	10,9	6,1	8,0
Molase	3,0	0,0	0,0
Bungkil kelapa	20,5	6,7	12,0
Bungkil kedelai	41,7	3,5	6,5
Bungkil kacang tanah	40,2	6,0	7,6
Kedelai	37,0	17,9	5,7
Kacang hijau	24,2	1,1	5,5
Tepung daun turi	31,7	1,9	22,4
Tepung daun lamtoro	23,2	2,4	20,1
Tepung ikan	53,9	4,2	1,0
Tepung darah	80,1	1,6	1,0
Tepung daging dan tulang	50,0	8,6	2,8

Dalam menghitung nilai gizi pakan, kandungan protein pakan merupakan salah satu faktor yang harus dihitung terlebih dahulu, baru kemudian nilai karbohidrat, lemak, dan zat gizi lainnya dapat dihitung karena ikan akan mencerna protein terlebih dahulu sebagai sumber energinya. Penghitungan nilai gizi pelet atau biasa disebut formulasi dapat dilakukan dengan berbagai cara misalnya dengan metode bujur sangkar (*square methode*), metode aljabar (matematis), atau memakai program komputer (*software*) seperti program *Winfeed*.

Sebagai contoh, target protein pakan yang diharapkan untuk pembesaran ikan sesuai dengan SNI adalah 25%. Bahan baku yang akan digunakan adalah tepung ikan, tepung daging dan tulang (MBM), bungkil kedelai dan dedak. Sedangkan bahan-bahan lain yaitu: vitamin dan mineral mix 1%, minyak kelapa sawit 2% dan tepung sagu sebagai bahan pengikat (*binder*) 3%. Kandungan gizi bahan baku tersebut dapat dilihat pada tabel kandungan nutrisi bahan baku pakan. Untuk membuat pelet yang murah maka diharapkan MBM menyumbangkan protein terbesar yaitu 50%, sedangkan sumbangan protein dari tepung ikan karena harganya mahal hanya 15%. Maka cara perhitungannya:

1. Menentukan sumber protein bahan:

Tepung MBM menyumbangkan protein 50%, berarti  $50\% \times 25\% = 12,5\%$ . Tepung ikan menyumbangkan protein 15%, berarti  $15\% \times 25\% = 3,75\%$ . Sisa protein yaitu dari bungkil kedelai dan dedak adalah  $25\% - 12,5\% - 3,75\% = 8,75\%$ .

2. Menentukan komposisi bahan:

Tepung daging dan tulang yang diperlukan adalah (% tepung daging dan tulang: 100%) x % kandungan protein tepung daging dan tulang = 12,5%, maka jumlah tepung daging dan tulang adalah  $(Y\% : 100\%) \times 50\% = 12,5\%$ , jadi jumlah tepung daging dan tulang atau Y = 25%.

Tepung ikan yang diperlukan adalah (% tepung ikan: 100%) x % kandungan protein tepung ikan = %, maka jumlah tepung ikan adalah  $(Z\% : 100\%) \times 53,9\% = 3,75\%$ , jadi jumlah tepung ikan atau Z = 6,96%.

Sampai pada tahap ini, jumlah semua bahan yang telah diketahui adalah jumlah bahan dari tepung daging dan tulang+ tepung ikan+ vitamin dan mineral mix+ minyak kelapa sawit + tepung sagu atau  $25\% + 6,96\% + 1\% + 2\% + 3\% = 37,96\%$ . Dengan demikian maka jumlah bahan yang belum diketahui yang berasal dari tepung bungkil kedelai dan tepung dedak adalah  $100\% - 37,96\% = 62,04\%$ . Misalnya tepung bungkil kedelai kita lambangkan dengan X maka tepung dedak adalah  $62,04\% - X$ , sehingga  $(X\% : 100\%) \times 41,7\% + (62,04\% - X) \times 10,2\% = 8,75\%$ . Hasilnya jumlah tepung bungkil kedelai atau X = 7,65% dan jumlah dedak = 54,39%. Dengan demikian maka komposisi pakan adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Contoh komposisi dan biaya produksi pelet

Bahan Baku	Jumlah %	Protein %	Harga/kg (Rp.)	Harga (Rp.)
Tepung MBM	25,00	12,50	4.000	1.000
Tepung ikan	6,96	3,75	10.000	696
Bungkil kedelai	7,65	3,19	7.000	536
Dedak padi	54,39	5,55	1.000	544
Vitamin dan mineral	1,00	-	15.000	150
Minyak sawit	2,00	-	10.000	200
Sagu	3,00	0,02	6.000	180
TOTAL	100,00	25,01		3.306

Setelah target protein pakan terpenuhi, maka tahap selanjutnya adalah mengusahakan besarnya energi pada pakan yang akan dibuat disesuaikan dengan kebutuhan ikan. Ikan umumnya membutuhkan energi dalam satu kilogram pakan sekitar 2200 kkal-3500 kkal berdasarkan energi yang dapat dicerna (*Digestible Energy*) dengan imbalanced antara energi dan protein (C/P rasio : 7-10 kkal/g protein pakan). Adapun penghitungan energi yang dilakukan menurut NRC (*National Research Council*), yaitu bahwa untuk setiap 1 g protein = 3.5 kkal; 1 g lemak = 8.1 kkal; 1 g karbohidrat = 2.5 kkal.

## 6. Teknik Pembuatan Pelet untuk Ikan Bawal

Pembuatan pelet dapat dilakukan setelah komposisi bahan sudah ditetapkan berdasarkan formulasi sesuai dengan kebutuhan gizi ikan yang akan diberi pelet. Tahapan dasar dalam pembuatan pakan adalah penepungan, pencampuran, pemasakan (*steaming*), pencetakan pakan, pendinginan, penyemprotan bahan-bahan tertentu (*top dressing*), pengepakan, penyimpanan dan pengangkutan. Untuk pembuatan pelet terapung ditambahkan satu proses lagi pada saat pemasakan yaitu pemasakan memakai alat *ekstruder*. Sedangkan untuk pembuatan pelet skala rumah tangga proses pembuatannya cukup melalui tahapan yang lebih sederhana yaitu dengan penepungan, pencampuran, pencetakan pakan, serta pengeringan pakan.

Sebagian besar bahan baku pakan ikan pada umumnya masih berbentuk kasar dan tidak seragam ukurannya sehingga perlu untuk dihaluskan dan diseragamkan ukurannya. Jika hal ini tidak dilakukan maka akan menghambat proses pencampuran dan pencetakan.

Penepungan akan meningkatkan luas permukaan partikel penyusun bahan oleh karena itu penepungan merupakan tahapan yang memfasilitasi pencampuran dan pencetakan pakan. Setelah dilakukan penepungan kemudian dilakukan pengayakan agar didapat ukuran partikel yang diinginkan untuk membuat pakan dengan ukuran tertentu, semakin kecil ukuran pakan yang akan dicetak maka akan semakin kecil pula ukuran partikel penyusun pakan yang dibutuhkan.

Penepungan merupakan tahapan dalam pembuatan pakan yang membutuhkan biaya yang tinggi. Semakin kecil partikel yang diinginkan dalam proses penepungan maka semakin besar biaya dan waktu yang diperlukan.

Selanjutnya bahan baku yang mengandung kadar lemak yang tinggi akan lebih sulit proses penepungannya dibandingkan dengan bahan baku yang mengandung kadar lemak yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan lemak dapat menyumbat saringan dalam mesin penepung. Untuk mengatasi hal tersebut biasanya secara praktis dapat dilakukan penepungan secara bersamaan antara bahan yang mengandung kadar lemak yang tinggi dengan bahan yang mengandung kadar lemak yang rendah.

Tahap kedua dalam pembuatan pakan adalah pencampuran dari berbagai bahan baku penyusun pakan untuk menghasilkan campuran yang homogen. Salah satu penentu kesuksesan proses ini adalah jumlah bahan dan waktu pencampuran. Keseimbangan antara jumlah bahan yang dicampur dan waktu pencampuran sangat menentukan bahan tersebut tercampur secara merata atau tidak. Jika waktu pencampuran terlalu singkat atau terlalu lama maka partikel tidak akan tercampur secara merata atau terpisah kembali sehingga tujuan dari pencampuran ini tidak tercapai.

Tahapan pengukusan (*steaming*) ini adalah mempersiapkan bahan pakan yang telah tercampur untuk selanjutnya dicetak. Secara sederhana tahapan ini dapat dilakukan dengan mengukus bahan pakan yang telah tercampur. Pada tingkat yang lebih lanjut ini dapat dilakukan dalam wadah (*chamber*) yang diberi tekanan serta uap panas. Dalam proses ini pemberian uap panas ini untuk mengaktifkan nutrisi tertentu (bahan pengikat) yang berperan dalam menjamin kekompakan pakan.

Tujuan dari pencetakan adalah mengubah campuran bahan baku pakan yang masih dalam bentuk adonan menjadi pelet dengan ukuran dan bentuk fisik tertentu sehingga cocok untuk diberikan ke ikan. Dalam pencetakan pelet yang perlu mendapat perhatian adalah tekanan dalam mesin pencetak. Jika tekanan yang diberikan suboptimal maka pelet yang dihasilkan kurang baik. Tekanan yang rendah akan menyebabkan densitas pakan menjadi rendah sehingga sangat mudah larut dalam air. Sebaliknya jika tekanan pakan terlalu tinggi maka panas yang dihasilkan oleh tekanan tinggi tersebut dapat merusak bahan penyusun pakan yang tidak tahan terhadap panas misalnya vitamin.

Selanjutnya dalam kondisi tekanan yang sangat tinggi pakan dapat menjadi hangus. Tahapan pendinginan adalah tahapan setelah pencetakan pelet. Pada umum sesaat setelah dicetak suhu pelat cukup tinggi yakni dapat mencapai 90°C.

Pendinginan dapat dilakukan dengan meniupkan udara dingin atau dibiarkan pada suhu ruang selama 10-15 menit. Pendinginan dengan menggunakan suhu ruang pada umumnya dilakukan untuk pembuatan pelet skala laboratorium, sedangkan pada skala yang lebih besar (industri) dilakukan dengan meniupkan udara dingin.



Gambar 21. Mesin pelet sederhana

Pada pembuatan pakan yang mengandung lemak yang tinggi maka tidak semua lemak dapat dicampur dengan pelet pada saat pencampuran bahan baku. Hal tersebut dikarenakan tingginya lemak dalam bahan baku akan mengurangi densitas pakan. Dengan metoda penyemprotan ini maka densitas pelet dapat terjaga dan kadar lemak yang tinggi dalam pakan dapat tercapai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. Harga Ikan. [Http://bbat.tripod.com/ikan.html](http://bbat.tripod.com/ikan.html) [31 Des 2007].
- Boyd, C.E. 1991. Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming. Fisheries and Allied Aquaculture Departement, Series No. 2, Auburn University.
- Ditjen Budidaya. 2008. Cara Budidaya Ikan yang Baik. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Halver, J.E. 2002. Fish Nutrition. Academic Press. New York.
- Hepher, B. 1990. Nutrition of pond fishes. Cambridge University Press. Cambridge New York. 388 pp.
- Lovell, T. 1989. Nutrition and feeding of fish. An AVI Book. Published by Van Nostrand Reinhold, New York. 260 pp.
- National Research Council. 1983. Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes. National Academy of Science Press, Washington D.C. 102 pp.
- Saint-Paul, U. 1984. Ecological and Physiological Investigation of *Collosoma macropomum*, A New Species for Fish Culture in Amazonia. Mem. Asociation Latinoam. Aquaculture, 5:501-518.
- Stickney, R.R. 1979. Principles of warmwater aquaculture. A. Willey Interscience. Publ. John Willey and Sons. New York. 375 pp.
- Tang, M.U. dan R. Affandi. 2000. Biologi Reproduksi Ikan. Pusat Peneliti dan Pengawasan Perairan. Bogor. 110 hal.
- Utomo, N.B., M.Zairin, T.L. Yusuf, I. Mokoginta and M. Bintang. 2008. Influences of dietary vitamin E on egg and larvae quality of zebrafish (*Brachydanio rerio*). Jurnal Penelitian Perikanan. Volume 11. No 1. pp. 89-93.
- Utomo, N.B. dan Sulistiono. 2008. Diseminasi teknologi tepat guna pemanfaatan ikan rucah sebagai pakan utama pada budidaya ikan kerapu macan (tidak dipublikasikan). PT Antam Unit Kijang, Pulau Bintan. 50 halaman.

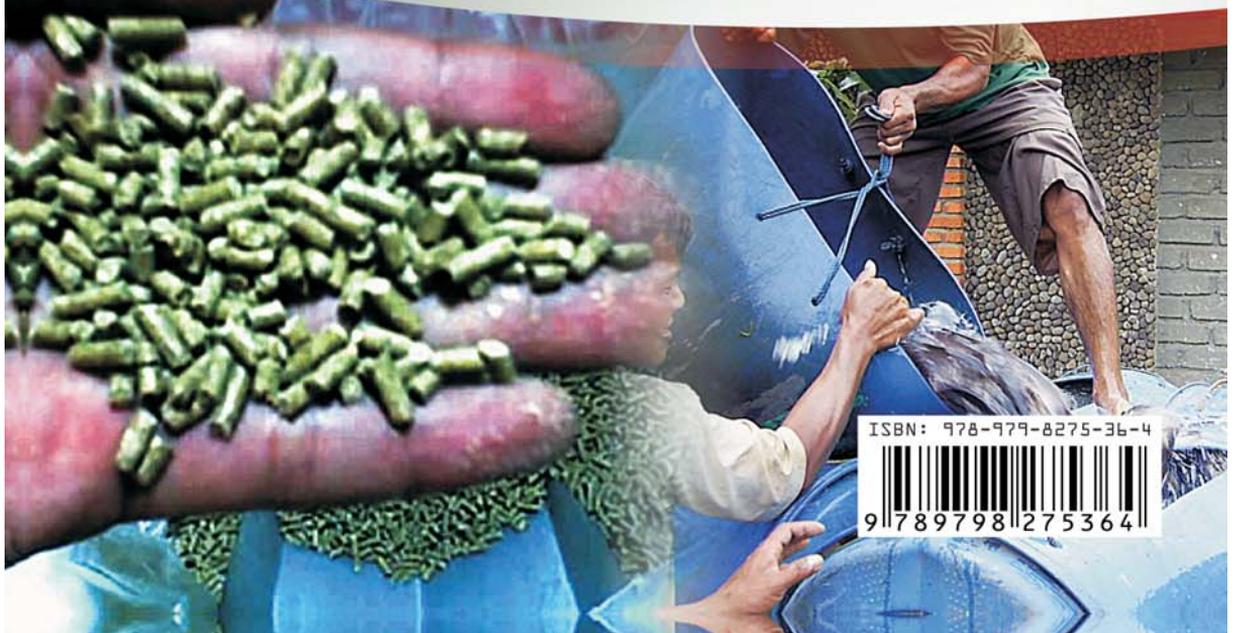
- Utomo, N.B., M.A. Mamora, D. Kesawa. W. Merantica dan R. Siahaan. 2008. Efisiensi serta kinerja pertumbuhan berbagai jenis ikan air tawar yang diberi pakan berbasis *meat and bone meal*, MBM. (tidak dipublikasikan). Departemen Budidaya Perairan, FPIK IPB. Bogor.
- Utomo, N.B., I. Mokoginta dan E. Supendi. 2007. Protein sel tunggal sebagai substitusi tepung ikan dalam pakan juvenil ikan mas (*Cyprinus carpio*). Journal of Fisheries Sciences. Volume IX. Nomor 2. pp. 188-193.
- Utomo dan S. Jayadi. 2006. Pemanfaatan limbah RPH sebagai sumber bahan baku pakan ikan (tidak dipublikasikan). Departemen Budidaya Perairan, FPIK IPB. Bogor.
- Utomo, N.B., dkk. 2004. Efisiensi serta kinerja pertumbuhan berbagai jenis ikan air tawar yang diberi pakan berbasis tepung keong mas. (tidak dipublikasikan). Departemen Budidaya Perairan, FPIK IPB. Bogor.

## PROFIL PENULIS



Penulis lahir di Banyumas, 14 Agustus 1965. Setelah selesai kuliah S1 di IPB, penulis bekerja di perusahaan tambak udang modern "PT. Samudera Farmindo Luas" di daerah Serang, Jawa Barat dari tahun 1988-1993. Penulis pada awalnya bertugas sebagai Supervisor, kemudian menjadi Superintendent serta terakhir menjadi Manajer bagian Tambak Plasma "PT. Samudera Farmindo Luas" yang berlokasi di Kabupaten Serang dan Kabupaten Tangerang. Pada tahun 1992 penulis mendapat penghargaan dari Bupati Tangerang sebagai pembina petambak rakyat terbaik di Kabupaten Tangerang. Penulis selanjutnya bekerja sebagai Dosen di Departemen Budidaya Perairan FPIK IPB mulai tahun 1993 sampai dengan sekarang. Tahun 1998 penulis menyelesaikan study S2 di Program Pascasarjana IPB dan menyelesaikan program Doktor pada tahun 2009 di Program Pascasarjana IPB. Selain menjadi dosen di IPB, mulai tahun 2011 penulis bergabung menjadi tenaga peneliti di Seameo Biotrop Bogor. Selain menjadi dosen dan peneliti, penulis juga berprofesi menjadi praktisi budidaya perikanan serta aktif sebagai narasumber maupun konsultan perikanan.

Penulis menjadi anggota Tim Penilai Pakan di Direktorat Produksi, Ditjen Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan dari tahun 2007 sampai dengan sekarang, Narasumber SNI Bidang Pakan dari tahun 2009 sampai dengan sekarang, Satgas Pakan di Direktorat Produksi, Ditjen Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan dari tahun 2010 sampai dengan sekarang. Penulis juga menjadi Tenaga Ahli di Bappenas dalam penyusunan pekerjaan "Pengembangan Infrastruktur Perikanan dalam Mendukung Peningkatan Daya Saing" pada tahun 2010. Penulis menjadi Narasumber di Kemenko Perekonomian tahun 2009-2010 dalam pekerjaan penyusunan "Koordinasi Kebijakan Sislognas Berbasis Komoditi Perikanan" serta kegiatan "Koordinasi Kebijakan Pangan Berbasis Perikanan". Penulis membantu program (Pembangunan Ekonomi Sosial Aceh Terpadu (PESAT) sebagai Konsultan Akuakultur "*Canadian Co-Operative Association (CCA)*" untuk Kabupaten Nagan Raya, Provinsi NAD pada tahun 2010-2012. Beberapa buku karya penulis yang sudah diterbitkan antara lain Bab II: Prasarana Budidaya Perikanan dan Bab IX: Industri Akuakultur dalam Buku Budidaya Perikanan (ISBN 979/011/088/X Universitas Terbuka), Teknik Budidaya Ikan Mas (ISBN 9786021925959/ PESAT) serta Teknik Budidaya Ikan Nila (ISBN 9786021925935/PESAT).



ISBN: 978-979-8275-36-4



9 789798 1275364