



Fakultas
PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO

BUKU AJAR

NUTRISI IKAN



Disusun oleh:
Dr. Ir. Subandiyono, M.App.Sc.
Dr. Ir. Sri Hastuti, M.Si.



Diterbitkan oleh:
Lembaga Pengembangan Dan Penjaminan Mutu Pendidikan
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG
ISBN : 978-602-1065-34-1



BUKU AJAR

NUTRISI IKAN

Mata Kuliah : Nutrisi Ikan

Program Studi : Budidaya Perairan

Fakultas : Perikanan dan Ilmu Kelautan

Disusun oleh:
Dr. Ir. Subandiyono, M.App.Sc.
Dr. Ir. Sri Hastuti, M.Si.

LEMBAGA PENGEMBANGAN DAN PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2016

BUKU AJAR

NUTRISI IKAN

Disusun oleh:

Dr. Ir. Subandiyono, M.App.Sc.

Dr. Ir. Sri Hastuti, M.Si

Mata Kuliah	:	Nutrisi Ikan
SKS	:	3 SKS
Semester	:	4
Program Studi	:	Budidaya Perairan
Fakultas	:	Perikanan dan Ilmu Kelautan



Diterbitkan oleh:

Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan

UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG

Jl. Imam Barjo, SH No. 1 Semarang

246 hal + xiv

ISBN: 978-602-1065-34-1

Revisi II, Tahun 2016

Dicetak oleh:

CATUR KARYA MANDIRI

Jl. Mangga VI No. 71, Semarang

Telp. : (024) 8419620

Email : info@mycrebo.com

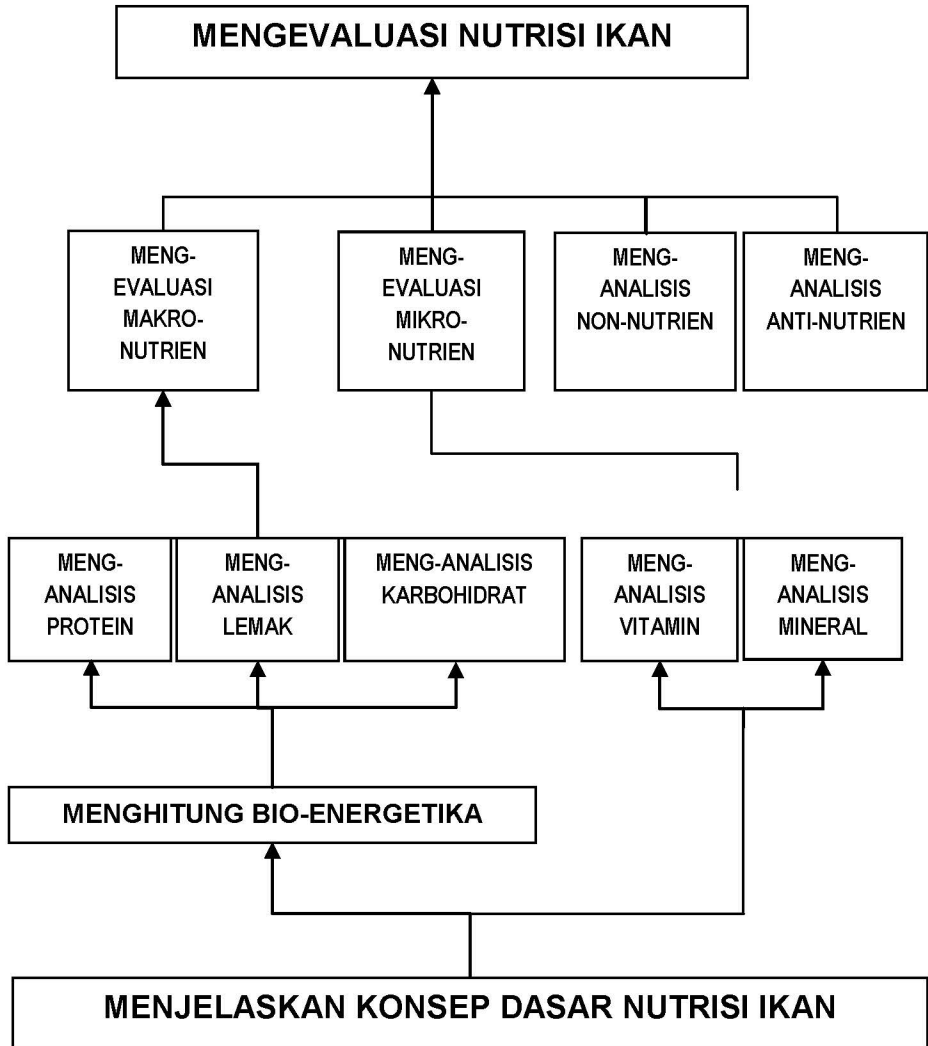
Isi diluar tanggung jawab percetakan

Diizinkan menyitir atau menggandakan isi buku ini dengan memberikan apresiasi sebagaimana kaidah yang berlaku

Buku ini kami dedikasikan kepada ke dua ananda tercinta,
Sandi Sutopo Aribowo, SSi. dan Anggit Gusti Nugraheni

Juga, kepada mahasiswa Budidaya Perairan,
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Diponegoro

ANALISIS PEMBELAJARAN



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur senantiasa Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT., karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya maka penyusunan buku ajar Nutrisi Ikan ini dapat terselesaikan dengan baik. Buku ajar ini berisi informasi tentang konsep dasar kebutuhan nutrisi untuk berbagai jenis ikan secara umum hingga penerapannya pada penyusunan pakan ikan budidaya.

Buku ajar ini disusun atas prakarsa Direktorat Pengembangan Pembelajaran dan Kerjasama Akademik (DP2KA)-Universitas Diponegoro. Buku ajar ini diharapkan dapat memperkaya bahan bacaan tentang Nutrisi Ikan, khususnya bagi mahasiswa dan dosen Perikanan UNDIP maupun perguruan tinggi lainnya. Materi yang disajikan berdasarkan pada topik-topik yang pernah dipelajari, diajarkan, dan diteliti Penulis sejak tahun 1988.

Bahan bacaan yang membahas tentang kebutuhan nutrisi untuk ikan secara umum telah banyak diterbitkan, baik dalam bahasa asing maupun dalam bahasa Indonesia. Namun, buku ajar untuk mata kuliah Nutrisi Ikan yang disajikan dengan mengikuti standar penulisan menurut program Pelatihan Keterampilan Dasar Teknik Instruksional dan Applied Approach (PEKERTI-AA) masih sangat terbatas, khususnya yang tertuang dalam bahasa Indonesia.

Dengan hadirnya buku ajar ini diharapkan para pembaca, terutama mahasiswa dan dosen, yang berminat pada bidang nutrisi ikan dengan lebih mudah dapat memahami mekanisme perjalanan dan pemanfaatan baik makro maupun mikro-nutrien serta energi nutrisi pada ikan maupun organisme akuatik lainnya. Buku ini juga mengungkapkan berbagai faktor yang berpengaruh terhadap nilai kualitas pakan. Pemahaman yang dimaksud berkaitan erat dengan konsep-konsep manajemen pakan serta pemberiannya dalam budidaya ikan.

Revisi terus dilakukan Penulis guna penyempurnaan isi maupun tampilan buku ajar ini. Revisi I dilakukan terhadap desain cover, ukuran buku, dan penambahan materi bahasan mengenai mikro-nutrien (yaitu vitamin dan mineral), non-nutrien, serta anti-nutrien. Revisi II dilakukan terhadap bagan alir (flow chart) Analisis Pembelajaran, perubahan jenis dan ukuran font, serta penambahan indeks dan biografi Penulis pada bagian belakang buku ini. Indeks merupakan kata kunci penting bagi pembaca sehingga lebih mudah dapat menemukan informasi yang mendalam pada buku ajar ini.

Pada kesempatan ini Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Pengembangan Pembelajaran dan Kerjasama Akademik (DP2KA)-UNDIP yang telah membantu dalam perbaikan hingga penerbitan buku ajar ini. Terima kasih disampaikan juga kepada tim pengampu mata kuliah Nutrisi Ikan program studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, FPIK-UNDIP yang telah memberikan kepercayaan serta kesempatan kepada Penulis untuk menyusun buku ajar ini. Penulis juga sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung demi penyelesaian penulisan buku ajar ini.

Akhirnya, semoga buku ajar ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa perikanan dan kalangan pembaca yang lebih luas terutama bagi mereka yang membutuhkan.

Aamiiin

Penulis

Email: s_subandiyono@yahoo.com
hastuti_hastuti@yahoo.com

DAFTAR ISI

	Halaman
ANALISIS PEMBELAJARAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
A. TINJAUAN MATA KULIAH	1
I. Deskripsi Singkat	1
II. Relevansi	4
III. Kompetensi	7
1. Standar Kompetensi	7
2. Kompetensi Dasar	8
3. Indikator	8
B. KONSEP DASAR NUTRISI IKAN.....	15
I. Peran Nutrisi pada Budidaya Ikan.....	15
1. Pendahuluan.....	15
2. Penyajian	16
3. Penutup	22
Daftar Pustaka	25
Senarai.....	26
II. Kebutuhan Nutrien	26
1. Pendahuluan.....	26
2. Penyajian	27
3. Penutup	32
Daftar Pustaka	35
Senarai.....	35
III. Tingkah Laku Makan dan Sistem Pencernaan	36
1. Pendahuluan.....	36
2. Penyajian	37
3. Penutup	50
Daftar Pustaka	53
Senarai.....	53

C. BIO-ENERGETIKA	54
I. Energi.....	54
1. Pendahuluan.....	54
2. Penyajian	55
3. Penutup	58
Daftar Pustaka	61
Senarai.....	62
II. Aliran dan Pemanfaatan Energi	62
1. Pendahuluan.....	62
2. Penyajian	64
3. Penutup	74
Daftar Pustaka	79
Senarai.....	79
III. Kebutuhan Energi	80
1. Pendahuluan.....	80
2. Penyajian	81
3. Penutup	87
Daftar Pustaka	92
Senarai	93
D. PROTEIN	94
I. Pengertian Protein dan Asam Amino.....	94
1. Pendahuluan.....	94
2. Penyajian	95
3. Penutup	105
Daftar Pustaka	110
Senarai.....	110
II. Kebutuhan Protein dan Asam Amino	111
1. Pendahuluan.....	111
2. Penyajian	112
3. Penutup	120
Daftar Pustaka	126
Senarai	127
E. LEMAK	128
I. Pengertian Lemak dan Asam Lemak.....	128
1. Pendahuluan.....	128

2.	Penyajian	130
3.	Penutup	140
	Daftar Pustaka	147
	Senarai.....	147
II.	Kebutuhan Lemak dan Asam Lemak.....	148
1.	Pendahuluan.....	148
2.	Penyajian	150
3.	Penutup	155
	Daftar Pustaka	159
	Senarai	160
F.	KARBOHIDRAT	161
I.	Pengertian Karbohidrat.....	161
1.	Pendahuluan.....	161
2.	Penyajian	162
3.	Penutup	176
	Daftar Pustaka	180
	Senarai.....	181
II.	Peran dan Kebutuhan Karbohidrat	182
1.	Pendahuluan.....	182
2.	Penyajian	183
3.	Penutup	197
	Daftar Pustaka	204
	Senarai	205
G.	MIKRO-NUTRIEN	206
I.	Vitamin	206
1.	Pendahuluan.....	206
2.	Penyajian	207
3.	Penutup	216
	Daftar Pustaka	217
II.	Mineral	218
1.	Pendahuluan.....	218
2.	Penyajian	219
3.	Penutup	226
	Daftar Pustaka.....	227

H. NON-NUTRIEN DAN ANTI-NUTRIEN	228
I. Non-Nutrien	228
1. Pendahuluan.....	228
2. Penyajian	229
3. Penutup	233
Daftar Pustaka	234
II. Anti-nutrien	234
1. Pendahuluan.....	234
2. Penyajian	236
3. Penutup	239
Daftar Pustaka	240
INDEKS	241
BIOGRAFI PENULIS	245

DAFTAR TABEL

No.	Halaman
B.1. Perbandingan Konversi Pakan (<i>Feed Conversion Rasio, FCR</i>) dari Berbagai Jenis Hewan Penghasil Daging	18
B.2. Struktur Sistem Pencernaan dan Fungsinya	45
B.3. Makanan dan Kebiasaan Makan Beberapa Jenis Ikan Terseleksi.....	46
D.1. Berbagai Jenis Asam Amino yang Umum Terdapat dalam Protein	99
D.2. Berbagai Tingkat Kebutuhan Protein dalam Pakan Buatan untuk Ikan pada Berbagai Tahap Pertumbuhan....	115
D.3. Kebutuhan Asam Amino untuk Ikan menurut NRC.....	118
E.1. Berbagai Jenis Asam Lemak secara Umum.....	133
E.2. Klasifikasi Asam Lemak Tidak Jenuh (PUFA)	134
E.3. Asam Lemak Utama dalam Lemak Ikan	135
E.4. Pengaruh Suhu Media Budidaya terhadap Komposisi Asam Lemak <i>Palaemon serratus</i>	137
E.5. Pengaruh Pakan terhadap Komposisi Asam Lemak <i>Penaeus setiferus</i>	138
E.6. Petunjuk untuk Kandungan Lemak dalam Pakan Ikan	151
E.7. Kebutuhan Asam Lemak Esensial untuk Ikan	153

E.8.	Komposisi Asam Lemak Pakan Uji	154
F.1.	Komposisi berbagai Komponen Molekular Sel	165
F.2.	Klasifikasi Karbohidrat	167
H.1.	Berbagai Komponen Anti-Nutrien yang Dapat Dijumpai dalam Bahan Penyusun Pakan, Sumber Asal, Pengaruh, serta Pencegahannya	237
H.2.	Berbagai Jenis Kontaminan Pakan dari Proses-Proses Alamiah dan Kontaminasi Lingkungan, Pengaruh, dan Pencegahannya	238

DAFTAR GAMBAR

No.	Halaman
A.1 Berbagai Faktor yang Mempengaruhi dan Menentukan agar Pakan Ikan dapat Dinyatakan sebagai Pakan yang Berkualitas.	6
B.1. Nutrisi Ikan dan Budidaya Perikanan	20
B.2. Proses-Proses Makan pada Ikan	39
B.3. Sistem Pencernaan Ikan	44
B.4. Bentuk dan Struktur Alat Makan Berbagai Jenis Ikan dengan Kebiasaan Makan yang Berbeda	48
C.1. Aliran Energi (Energy Flow) Ideal dari Suatu Energi melalui Sistem Hewan	64
C.2. Pemasukan Energi dan Distribusi Pemanfaatannya Diantara Proses-Proses yang Membutuhkan Energi	66
D.1. Struktur Umum Asam Amino	98
F.1. The Weende Proximate Analyses	175
F.2. Proses Umum Perjalanan Karbohidrat dan Berbagai Nutrien Lainnya beserta Penggunaannya dalam Tubuh Ikan	185
F.3. Transformasi Energi Karbohidrat melalui Proses Glikolisis dan yang dihasilkan pula piruvat. Asetil CoA merupakan molekul antara bagi karbohidrat, protein, dan lemak untuk dapat memasuki siklus Krebs (TCA)	190

F.4.	Asetil CoA Setelah Memasuki Siklus Krebs dan Berikatan dengan Proses Fosforilasi Oksidatif Menghasilkan CO ₂ dan ATP	191
F.5.	Serangkaian Reaksi pada Proses Glikolisis yang Bersifat Bolak-Balik (<i>Reversible Embden-Meyerhof Pathway</i>)	192
G.1.	Skema Penentuan Uji Kebutuhan Vitamin secara Kualitatif	212
G.2.	Skema Penentuan Uji Kebutuhan Vitamin secara Kuantitatif	213
G.3.	Skema Prosedur Pengambilan Keputusan Berdasarkan Kriteria dan Gejala Bio-Fisiologis yang Ditimbulkan Pakan Uji terhadap Ikan Uji	214
G.4.	Skema Respons Hewan terhadap Dosis Mineral dalam Pakan	222

A. TINJAUAN MATA KULIAH

I. DESKRIPSI SINGKAT

Mata kuliah Nutrisi Ikan memberikan dan/atau membekali pengetahuan tentang konsep dasar berbagai komponen nutrisi dan non-nutrisi serta kebutuhannya oleh berbagai jenis ikan penting dalam budidaya perikanan, baik ikan air tawar, payau, maupun laut; serta berbagai faktor yang mempengaruhi kualitas pakan serta pengaruhnya (baik secara langsung maupun tidak langsung) terhadap organisme budidaya tersebut. Komponen nutrisi meliputi makro-nutrien dan mikro-nutrien, sedangkan komponen non-nutrisi meliputi non-nutrien dan anti-nutrien. Dalam hal ini, yang dimaksud dengan ikan meliputi: *finfish*, *crustacea*, *bivalvia*, maupun *gastropoda*. Setiap komponen tersebut di atas dijabarkan secara lebih rinci ke dalam pokok bahasan hingga sub-pokok bahasan masing-masing.

Pada pokok bahasan 'Konsep Dasar Nutrisi Ikan' ditegaskan bahwa tujuan utama dari pemeliharaan ikan adalah diperolehnya konversi yang efisien dari pakan menjadi daging yang dapat dikonsumsi manusia. Ikan mampu mengubah pakan yang dikonsumsi menjadi makanan dalam bentuk daging ikani untuk manusia dengan sangat efisien, khususnya bilamana dibandingkan dengan berbagai jenis hewan penghasil daging lainnya. Pemahaman terhadap nutrisi, kebutuhan nutrisi, dan sistem pencernaan ikan merupakan konsep dasar yang sangat penting untuk keberhasilan dalam pemeliharaan ikan.

Pada pokok bahasan 'Bio-Energetika' dijelaskan bahwa sejak pakan masuk ke dalam tubuh ikan, pakan tersebut akan segera mengalami berbagai proses biologis mulai dari pemecahan secara fisik atau mekanik hingga berbagai proses enzimatik dalam saluran pencernaan menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana sebelum akhirnya masuk melalui vena porta ke dalam peredaran darah.

Selanjutnya, molekul-molekul sederhana tersebut mengalami proses metabolik di dalam sel hingga dihasilkan sejumlah energi. Energi bukanlah nutrisi, namun energi dilepaskan waktu proses pemecahan (oksidasi metabolik) dari karbohidrat, asam amino dan lemak. Dikarenakan ikan berdarah dingin, ikan tidak perlu membelanjakan energi untuk mempertahankan suhu tubuhnya. Ikan mampu memanfaatkan energi pakan jauh lebih efisien dibandingkan dengan hewan darat lainnya. Hal tersebut memungkinkan lebih banyak energi untuk pertumbuhan, aktivitas, dan reproduksi.

Pokok bahasan selanjutnya adalah mengenai makro-nutrien dan mikro-nutrien. Protein merupakan jenis makro-nutrien yang paling mahal dibandingkan dengan jenis makro-nutrien lainnya seperti lemak dan karbohidrat. Sementara itu, ikan membutuhkan kandungan protein dalam pakan dalam tingkat yang jauh lebih tinggi dibandingkan ke dua jenis makro-nutrien lainnya. Dibandingkan dengan jenis hewan darat lainnya, baik mamalia maupun burung, ikan juga membutuhkan protein pakan yang jauh lebih tinggi. Padahal, protein merupakan sumber pencemar lingkungan yang sangat potensial dan berbahaya bilamana penggunaannya dalam sistem budidaya tidak tepat. Oleh karena itu, pemahaman akan protein serta kebutuhannya oleh ikan sangat diperlukan agar pemanfaatannya oleh ikan dapat menjadi lebih efisien dan dengan harga pembuatannya yang lebih ekonomis.

Lemak merupakan salah satu komponen makro-nutrien penting dalam pakan ikan dan merupakan sumber penghasil energi terbesar bila dibandingkan dengan komponen makro-nutrien lainnya, seperti protein atau pun karbohidrat. Lemak tersusun atas berbagai jenis asam lemak, mulai dari rantai karbon pendek hingga rantai karbon panjang. Sebagaimana pada protein, sebagian diantara asam lemak tersebut bersifat esensial untuk ikan, yaitu terutama untuk asam lemak dengan rantai karbon panjang seperti C18 hingga C22. Kebutuhan ikan air tawar akan jenis asam lemak tertentu pada umumnya tidak jauh berbeda sebagaimana ikan air laut, meskipun terdapat beberapa

perbedaan pokok diantara ke dua kelompok ikan tersebut. Lemak, sebagaimana protein, merupakan sumber energi dalam pakan. Namun, penggunaan lemak dalam pakan perlu pemahaman yang tepat baik dalam jumlah, jenis, ataupun sumber asalnya. Penggunaan yang kurang tepat dapat mengakibatkan pakan mudah rusak, menurunkan efisiensi pakan, pemborosan secara ekonomis, bahkan mungkin saja berdampak pada kematian ikan yang dipelihara. Karena itu, pemahaman atas peran atau fungsi lemak pada pakan maupun ikan adalah penting.

Karbohidrat merupakan salah satu dari 3 sumber energi penting pada pakan ikan selain protein dan lemak. Karbohidrat menyediakan energi yang paling ekonomis dibandingkan dengan ke 2 sumber energi pakan lainnya, meskipun dengan nilai kalori per gramnya yang hampir sama sebagaimana protein. Karbohidrat berperan sebagai penyedia energi terbesar kedua setelah protein pada pakan ikan. Beberapa kasus tertentu, karbohidrat dapat menggantikan peran sebagian protein sebagai sumber energi sehingga dengan cara demikian protein pakan dapat dimanfaatkan secara maksimum untuk mendukung pertumbuhan ikan. Suatu fenomena yang disebut sebagai *protein sparing effect*. Karbohidrat dapat juga memperbaiki kualitas pakan melalui karakteristik spesifiknya sebagai pengikat atau *binder*. Berdasarkan pada berbagai argumentasi tersebut menjadikan karbohidrat memiliki peran yang sangat strategis dalam pakan ikan. Oleh karena itu, pemahaman terhadap peran dan berbagai sifat biokimiawi karbohidrat sangatlah diperlukan, terutama bagi mereka yang berminat penelitian atau mengembangkan nutrisi untuk ikan.

Selain makro-nutrien, pemahaman terhadap mikro-nutrien juga penting dalam ilmu nutrisi ikan. Komponen nutrisi yang termasuk kedalam mikro-nutrien adalah vitamin dan mineral. Meskipun vitamin dan mineral tidak memiliki energi sebagaimana makro-nutrien protein, lemak, dan karbohidrat, namun keberadaannya dalam pakan adalah mutlak. Ke dua komponen ini terlibat dalam berbagai aktivitas enzimatik dan hormonal yang terjadi di dalam tubuh. Ikan

membutuhkan vitamin dan mineral dalam jumlah tertentu. Kekurangan ataupun kelebihan akan vitamin atau mineral atau ke duanya dapat berdampak pada terganggunya aktivitas bio-fisiologis seperti nafsu makan hilang hingga pertumbuhan menurun, terjadinya penyimpangan bentuk tulang, munculnya berbagai jenis penyakit nutrisional, dan bahkan kematian. Oleh karena itu, pemahaman terhadap berbagai jenis, fungsi, serta kebutuhan vitamin maupun mineral adalah sangat penting, terutama dalam kelompok vitamin dan mineral yang esensial bagi ikan.

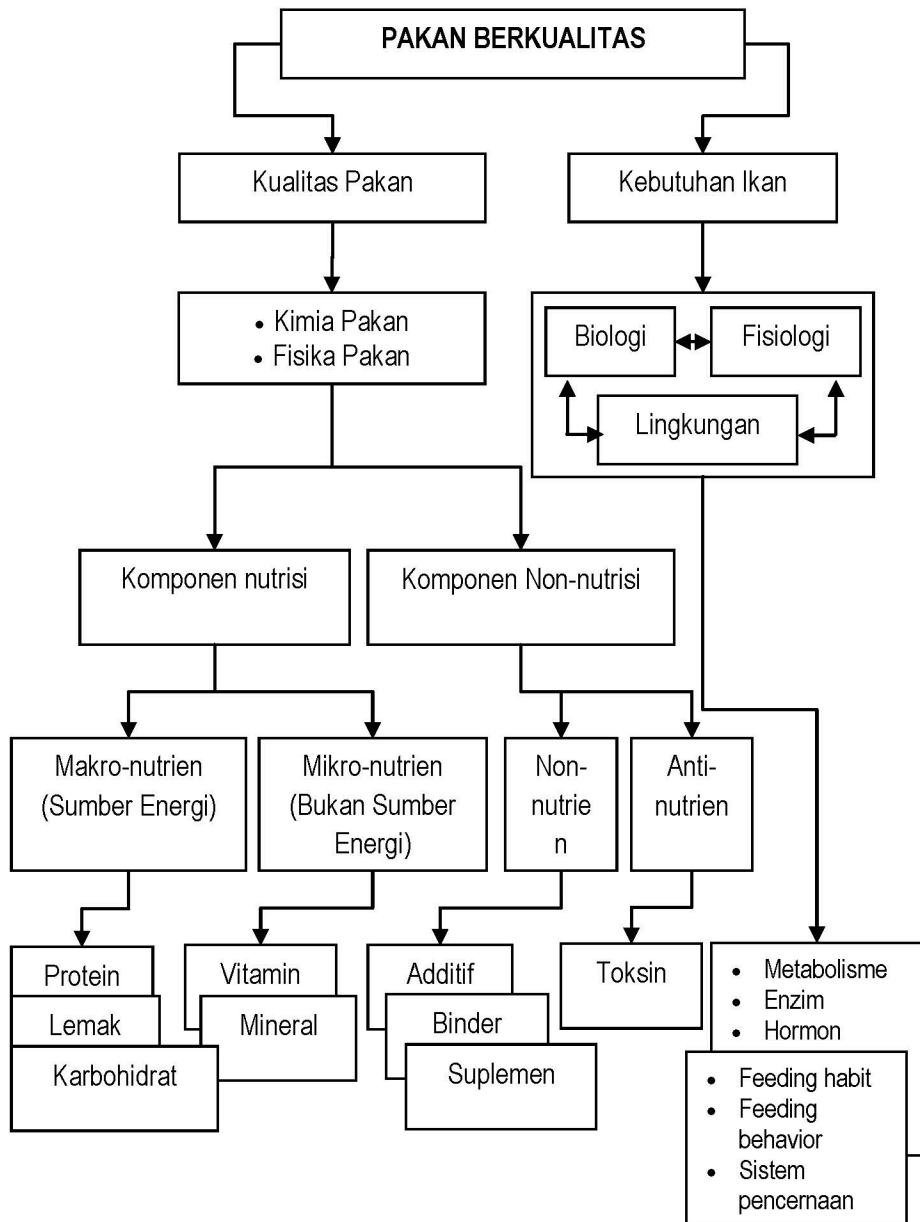
Agar dapat memahami ilmu nutrisi ikan secara lebih komprehensif dan sempurna, pemahaman terhadap komponen non-nutrien serta anti-nutrien sangatlah diperlukan. Berbagai macam pakan mengandung berbagai komponen atau bahan non-nutrien yang dapat mempengaruhi ikan. Beberapa dari komponen tersebut bersifat alamiah atau keberadaannya dalam pakan masuk bersama-sama dengan bahan pakan yang digunakan, dan yang lainnya ditambahkan dengan sengaja ke dalam pakan untuk tujuan-tujuan tertentu. Berbagai komponen non-nutrien yang termasuk ke dalam kelompok ini pada hakekatnya bersifat positif dan bermanfaat, baik bagi peningkatan daya tahan, stabilitas, daya tarik atau atraktan, dan rasa atau stimulan pakan; maupun demi peningkatan kualitas daging dan kesehatan ikan. Sebaliknya, komponen anti-nutrien pada hakekatnya bersifat negatif dan merugikan, baik bagi pakan maupun ikan yang mengkonsumsinya. Keberadaannya dalam pakan sangat tidak dikehendaki. Beberapa komponen anti-nutrien berasal dari bahan penyusun pakan yang digunakan, dan sebagian lainnya terjadi melalui proses-proses alamiah atau menemukan jalannya sendiri ke dalam pakan.

II. RELEVANSI

Dalam sistem budidaya ikan, pakan merupakan salah satu yang penting dari empat komponen input. Ke tiga komponen input budidaya lainnya adalah ikan itu sendiri, air sebagai media atau lingkungan

hidupnya, serta wadah budidaya (termasuk saluran inlet-outlet dan komponen pendukung lainnya). Pakan disebut sebagai **pakan yang berkualitas** apabila pakan tersebut dapat dimanfaatkan secara efektif dan efisien oleh organisme yang dibudidayakan atau yang mengkonsumsinya. Oleh karena itu, pakan ikan yang berkualitas ditentukan bukan hanya oleh kualitas pakan itu sendiri, namun juga oleh tingkat kebutuhan ikan terhadap pakan yang dikonsumsi. **Kualitas pakan** ditentukan oleh parameter ataupun karakteristik kimia-fisika dari pakan tersebut yang nampak sebagai resultante (performa akhir) dari berbagai komponen penyusunnya. **Kebutuhan ikan** akan pakan dipengaruhi oleh berbagai faktor internal dan eksternal, yang dapat dikategorikan sebagai faktor biologis dan fisiologis dari ikan tersebut serta berbagai parameter kimia-fisika-biologis media air atau lingkungan dimana ikan tersebut hidup. Faktor biologis dan fisiologis ikan sangat terkait dengan kebiasaan makan (*feeding habit*), tingkah laku makan (*feeding behavior*), sistem pencernaan, sistem metabolisme, sistem enzimatik, serta sistem hormonal dari ikan tersebut. Ke tiga fenomena fisiologis ikan yang disebutkan terakhir (yaitu sistem metabolisme, enzimatik, serta hormonal) sangat dipengaruhi dan terkait dengan kondisi lingkungan pada saat itu (Gambar A.1).

Pada kegiatan budidaya ikan secara komersial, pakan memberikan andil biaya operasional yang sangat tinggi. Beberapa ahli budidaya bahkan mengemukakan bahwa biaya pakan dapat mencapai 60% atau lebih dari total biaya produksi. Penggunaan pakan yang berkualitas memang diyakini dapat meningkatkan laju pertumbuhan ikan, dengan harapan dapat mempercepat periode produksi hingga panen. Namun, pakan yang berkualitas pada umumnya juga memiliki harga yang tinggi; dan yang pada akhirnya dapat juga membebani total biaya produksi. Manajemen pakan yang kurang tepat berakibat pada penurunan efisiensi pemanfaatan pakan oleh ikan.



Gambar A.1. Berbagai Faktor yang Mempengaruhi dan Menentukan agar Pakan Ikan dapat Dinyatakan sebagai Pakan yang Berkualitas.

Sementara itu, kualitas pakan dapat menurun dikarenakan berbagai faktor penyebab. Dampak lebih lanjut yang dapat ditimbulkan akibat dari penurunan efisiensi pemanfaatan pakan adalah turunnya kualitas air media atau lingkungan dimana ikan tersebut berada. Oleh karena itu, ke dua fenomena terakhir ini (yaitu penurunan efisiensi pemanfaatan pakan dan penurunan kualitas lingkungan) perlu mendapat perhatian yang serius.

Mata kuliah nutrisi ikan terdiri dari beberapa pokok bahasan yang merupakan satu kesatuan, saling terkait, dan berkesinambungan satu dengan yang lainnya. Mata kuliah ini diawali dengan penjelasan mengenai konsep dasar dalam nutrisi ikan, dilanjutkan dengan konsep bio-energetika, makro- dan mikro-nutrien, dan seterusnya dilanjutkan dengan non-nutrien serta anti-nutrien hingga uraian dan penjelasan terhadap pakan yang berkualitas (lihat juga skema **Analisis Pembelajaran**). Pakan dinyatakan berkualitas bilamana terdapat kesesuaian atau keseimbangan antara tingkat kualitas yang dimiliki oleh pakan tersebut dan tingkat kebutuhannya oleh ikan. Dengan demikian, kurang memahami salah satu pokok bahasan dapat berakibat fatal terhadap pencapaian tujuan umum atau kompetensi yang diharapkan.

III. KOMPETENSI

1. STANDAR KOMPETENSI

Pada akhir mata kuliah ini mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan, mengidentifikasi kembali, dan menerapkan konsep dasar berbagai komponen nutrisi dan non-nutrisi penting (termasuk juga anti-nutrisi) serta kebutuhannya oleh berbagai jenis ikan yang penting dalam budidaya perikanan, baik ikan air tawar, payau, maupun laut; serta berbagai faktor yang mempengaruhi kualitas dan kebutuhan pakan serta pengaruhnya terhadap organisme budidaya tersebut, baik *finfish*, *crustacea*, *bivalvia*, maupun *gastropoda*.

2. KOMPETENSI DASAR

Setelah diberikan materi ini, mahasiswa semester IV Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, akan dapat:

- a) menjelaskan kembali serta menerapkan **konsep dasar nutrisi ikan** yang dapat mempengaruhi kualitas pakan dan yang sesuai dengan kebutuhan ikan dalam budidaya perikanan;
- b) menjelaskan kembali serta menerapkan konsep dasar **bio-energetika** dalam nutrisi ikan yang dapat mempengaruhi kualitas pakan dan yang sesuai dengan kebutuhan ikan dalam budidaya perikanan;
- c) menjelaskan serta mendeskripsikan kembali berbagai **komponen makro-nutrien** penting yang mempengaruhi kualitas pakan dan yang sesuai dengan kebutuhan ikan dalam budidaya perikanan;
- d) menjelaskan serta mendeskripsikan kembali berbagai **komponen mikro-nutrien** penting yang mempengaruhi kualitas pakan dan yang sesuai dengan kebutuhan ikan dalam budidaya perikanan; serta
- e) menjelaskan serta mendeskripsikan kembali berbagai **komponen non-nutrien** dan **anti-nutrien** penting yang mempengaruhi kualitas pakan dan yang sesuai dengan kebutuhan ataupun ambang batas toleransi ikan dalam budidaya perikanan.

3. INDIKATOR

- 3.1. Kemampuan mahasiswa semester IV Program Studi Budidaya Perairan (PS. BDP), Jurusan Perikanan, dalam menjelaskan kembali serta menerapkan konsep dasar nutrisi ikan diukur dengan indikator kemampuannya dalam:
 - a. mengidentifikasi kembali berbagai komponen nutrisi penting yang mempengaruhi kualitas pakan;
 - b. menguraikan kembali peran nutrisi dalam budidaya ikan;
 - c. mendeskripsikan kembali perbedaan peran nutrisi pada budidaya ikan dengan jenis hewan darat lainnya;

- d. menjelaskan kembali secara garis besar berbagai komponen makro- dan mikro-nutrien yang dibutuhkan ikan maupun udang;
 - e. memperkirakan kembali berbagai kemungkinan yang akan terjadi apabila ikan diberi pakan dengan jumlah yang kurang atau lebih dari yang sesungguhnya dibutuhkan;
 - f. menyebutkan kembali berbagai macam tingkah laku makan dari ikan;
 - g. menggambarkan kembali terjadinya proses pemangsaan oleh ikan;
 - h. menjelaskan kembali bagaimana anatomi dan tingkah laku dapat mempengaruhi pola pemangsaan;
 - i. menyebutkan kembali berbagai macam kebiasaan makan dari ikan;
 - j. mengidentifikasi kembali serta menunjukkan bagian-bagian penting dari sistem pencernaan;
 - k. menguraikan kembali keterkaitan antara kebiasaan makan dari ikan dengan bentuk dan struktur alat pencernaan yang dimilikinya; serta
 - l. menjelaskan kembali peran dari sistem pencernaan dalam penyerapan pakan.
- 3.2. Kemampuan mahasiswa semester IV PS. BDP, Jurusan Perikanan, dalam menjelaskan kembali serta menerapkan konsep dasar bio-energetika dalam nutrisi ikan diukur dengan indikator kemampuannya dalam:
- a. mendefinisikan kembali hukum termodinamika;
 - b. merumuskan kembali hukum termodinamika pertama pada sistem hewan;
 - c. menguraikan kembali cara atau metode penentuan nilai 1gram kalori;
 - d. mendiskripsikan kembali perbedaan makna gross energy dan digestible energy;

- e. mendiskripsikan kembali berbagai jenis energi tersimpan dan/atau terbuang;
 - f. menguraikan kembali bagaimana perjalanan dan penggunaan energi pakan dalam tubuh ikan;
 - g. menjelaskan kembali cara atau metode pengukuran serta menghitung gross energy dan digestible energy suatu jenis bahan pakan;
 - h. menjelaskan kembali perjalanan energi (energy flow) pakan termasuk mekanisme pemanfaatannya (energy budget) dalam sistem hewan, misalnya ikan;
 - i. merumuskan kembali serta mendemostrasikan mengapa kekurangan maupun kelebihan dalam pemberian pakan dapat menurunkan pertumbuhan, menimbulkan penyakit, atau bahkan berakibat pada kematian;
 - j. menyebutkan kembali berbagai faktor yang mempengaruhi kebutuhan energi; serta
 - k. menjabarkan kembali mengapa ikan mampu mengubah pakan menjadi daging dengan sangat efisien.
- 3.3. Kemampuan mahasiswa semester IV PS. BDP, Jurusan Perikanan, dalam menjelaskan serta mendeskripsikan kembali berbagai komponen makro-nutrien penting dalam nutrisi ikan diukur dengan indikator kemampuannya dalam:
- a. menjelaskan kembali definisi dan pengertian protein;
 - b. menyebutkan kembali jenis ikatan dan komponen penyusun protein;
 - c. merangkum kembali peran dan fungsi penting protein;
 - d. memberikan contoh minimal 1 untuk masing-masing peran dan fungsi penting dari protein;
 - e. menjelaskan kembali ketentuan/kriteria tentang protein yang berkualitas;
 - f. menerangkan kembali klasifikasi dan definisi asam amino;

- g. menggambarkan/menuliskan kembali struktur umum asam amino dan rumus bangun 3 – 5 jenis asam amino esensial;
- h. menyebutkan kembali nama-nama 10 jenis asam amino esensial dengan benar;
- i. merumuskan kembali prinsip dasar penentuan kandungan protein;
- j. menyebutkan kembali peran utama dari protein;
- k. menjelaskan kembali kebutuhan ikan akan protein dan keterkaitannya dengan komponen nutrisi penghasil energi lainnya, seperti karbohidrat dan lemak;
- l. menjelaskan kembali pentingnya imbalan protein – energi dalam pakan ikan;
- m. menjabarkan kembali konsep dasar protein sparing;
- n. menjelaskan kembali peran penting keberadaan 2 jenis asam amino esensial (yaitu fenilalanin dan metionin) serta 2 jenis asam amino non-esensial (yaitu tirosin dan sistin) dalam pakan ikan;
- o. menjelaskan kembali pengaruh defisiensi akan 2 jenis asam amino esensial (yaitu fenilalanin dan metionin) serta 2 jenis asam amino non-esensial (yaitu tirosin dan sistin) pada ikan;
- p. mendiskripsikan kembali pengertian dan fungsi/peran umum lemak;
- q. menjelaskan kembali berbagai komponen lemak serta fungsinya;
- r. menyebutkan kembali faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pencernaan lemak;
- s. mendiskripsikan kembali pengertian umum asam lemak;
- t. menuliskan kembali rumus kimia umum dari asam lemak;

- u. mendiskripsikan kembali nama berbagai macam kelompok asam lemak berdasarkan pada jumlah ikatan ganda yang dimiliki;
- v. menjelaskan kembali berbagai jenis dan karakteristik asam lemak;
- w. menjelaskan kembali keterkaitan antara jenis asam lemak dengan sifat fisik maupun pengelompokkan asam lemak;
- x. menuliskan dan menjabarkan kembali berbagai rumus kimia asam lemak penting dengan benar serta makna nutrisinya;
- y. menyebutkan kembali klasifikasi pufa;
- z. menyebutkan kembali berbagai faktor yang berpengaruh terhadap komposisi asam lemak pada ikan dan udang;
- aa. menyebutkan kembali berbagai sumber asam lemak penting untuk ikan;
- bb. menjelaskan kembali perbedaan prinsip antara asam lemak nabati dan hewani dengan benar;
- cc. menjelaskan kembali metode pencegahan terhadap penurunan kualitas atau kerusakan lemak dalam pakan ikan;
- dd. menjelaskan kembali peran lemak pada penyerapan vitamin;
- ee. menjelaskan kembali perbedaan yang mendasar antara ikan air tawar dan laut akan kebutuhan jenis asam lemak;
- ff. menyebutkan kembali tanda-tanda kekurangan asam lemak esensial pada ikan;
- gg. menjelaskan kembali pentingnya imbalanced lemak hewani – nabati dalam pakan ikan;
- hh. menyebutkan kembali 4 nama asam lemak yang penting dan dibutuhkan dalam pakan ikan;

- ii. menjelaskan kembali pengertian umum dan definisi karbohidrat;
 - jj. menyebutkan kembali 3 macam sumber energi penting untuk pakan ikan;
 - kk. menerangkan kembali peran energi pakan dalam kaitannya dengan efisiensi pemanfaatan pakan oleh ikan;
 - ll. menyebutkan kembali berbagai macam komponen makro-nutrien;
 - mm. menjabarkan kembali konsep dasar dari analisis proksimat;
 - nn. menyebutkan kembali berbagai sumber karbohidrat penting untuk ikan;
 - oo. menjelaskan kembali berbagai jenis komponen karbohidrat yang esensial untuk ikan serta makna nutrisinya;
 - pp. menjelaskan kembali kebutuhan ikan akan karbohidrat dan keterkaitannya dengan komponen nutrisi penghasil energi lainnya, seperti protein dan lemak;
 - qq. menjelaskan kembali konsep dasar protein sparing effect;
 - rr. menjelaskan kembali pentingnya imbalanced protein – karbohidrat dalam pakan ikan; serta
 - ss. menjelaskan kembali peran penting secara integratif dari ke 3 komponen makro-nutrien dalam pakan ikan.
- 3.4. Kemampuan mahasiswa semester IV PS. BDP, Jurusan Perikanan, dalam menjelaskan serta mendeskripsikan kembali berbagai komponen mikro-nutrien penting dalam nutrisi ikan diukur dengan indikator kemampuannya dalam:
- a. menyebutkan kembali berbagai jenis vitamin yang larut dalam lemak dan larut dalam air;
 - b. menjelaskan kembali 10 macam pengaruh dari pakan yang kekurangan akan vitamin atau vitamin tertentu;
 - c. menyebutkan kembali definisi mineral esensial;

- d. menyebutkan kembali berbagai macam makro- dan mikro-mineral;
 - e. menyebutkan kembali 10 fungsi dari mineral; serta
 - f. menjelaskan kembali ikan yang defisien atau kelebihan akan mineral tertentu.
- 3.5. Kemampuan mahasiswa semester IV PS. BDP, Jurusan Perikanan, dalam menjelaskan serta mendeskripsikan kembali berbagai komponen non-nutrien penting dan anti-nutrien dalam nutrisi ikan diukur dengan indikator kemampuannya dalam:
- a. menjelaskan kembali perbedaan mendasar antara non-nutrien dan anti-nutrien;
 - b. menyebutkan kembali beberapa contoh komponen yang termasuk kedalam kelompok non-nutrien dan anti-nutrien;
 - c. menjelaskan kembali peran non-nutrien penting pada pakan dan ikan;
 - d. menyebutkan kembali sumber asal beberapa jenis komponen anti-nutrien;
 - e. menjelaskan kembali pengaruh negatif komponen anti-nutrien bila terdapat dalam pakan;
 - f. menjelaskan kembali peran berbagai faktor non-nutrisi dalam pakan; dan
 - g. merangkum kembali senyawa beracun yang perlu diwaspadai dalam pakan ikan.

B. KONSEP DASAR NUTRISI IKAN

I. PERAN NUTRISI PADA BUDIDAYA IKAN

1. Pendahuluan

1.1. Deskripsi Singkat

Tujuan utama dari pemeliharaan ikan adalah diperolehnya konversi yang efisien dari pakan menjadi daging yang dapat dikonsumsi manusia. Ikan mampu mengubah pakan yang dikonsumsi menjadi makanan dalam bentuk daging ikani untuk manusia dengan sangat efisien, khususnya bila dibandingkan dengan berbagai jenis hewan penghasil daging lainnya. Pemahaman terhadap nutrisi pakan serta perannya dalam budidaya ikan adalah penting untuk keberhasilan pemeliharaan ikan.

1.2. Relevansi

Sub-Pokok Bahasan I ini menjelaskan secara umum peran nutrisi pakan dalam budidaya ikan serta perbandingannya dengan berbagai jenis hewan lainnya dalam kemampuannya mengkonversi pakan menjadi daging. Dibandingkan dengan hewan darat maupun bangsa burung, ikan mampu mengkonversi pakan menjadi daging secara lebih efisien dan ekonomis.

1.3. Kompetensi

1.3.1. Standar Kompetensi

Pada akhir penyampaian materi kuliah 'Peran Nutrisi pada Budidaya Ikan' ini mahasiswa diharapkan mampu menguraikan kembali secara umum peran nutrisi yang terkait dengan kualitas pakan serta berbagai komponen penting lainnya yang dibutuhkan ikan selama periode pemeliharaan. Selain itu, mahasiswa juga diharapkan mampu mendeskripsikan kembali perbedaannya dengan jenis hewan darat lainnya.

1.3.2. Kompetensi Dasar

Setelah diberikan materi ini, mahasiswa semester IV PS. Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, akan dapat:

- a) mengidentifikasi kembali berbagai komponen nutrisi penting yang mempengaruhi kualitas pakan;
- b) menguraikan kembali peran nutrisi dalam budidaya ikan;serta
- c) mendeskripsikan kembali perbedaan peran nutrisi pada budidaya ikan dengan jenis hewan darat lainnya.

2. Penyajian

2.1. Uraian

Ilmu nutrisi berkaitan erat dengan berbagai penemuan dalam bidang ilmu kimia, biokimia, fisika, mikrobiologi, fisiologi, kedokteran, genetika, matematika, endokrinologi, biologi seluler, dan tingkah laku hewan. Nutrisi ikan, keterlibatannya dalam budidaya perikanan, menggambarkan lebih dari sekedar memberi makan pada ikan. Nutrisi ikan menjadi suatu ilmu yang membahas tentang keterkaitan atau interaksi antara suatu nutrien dengan berbagai bagian dari organisme hidup, termasuk komposisi pakan, pemanfaatan pakan oleh tubuh, pelepasan energi yang diproduksi, sintesis untuk pertahanan dan perawatan, pertumbuhan, reproduksi, dan kontrol terhadap limbah yang dihasilkan.

Nutrisi merupakan ilmu peningkatan gizi suatu organisme. Secara spesifik, nutrisi mengkaji makanan dalam kaitannya dengan kesehatan suatu organisme. Nutrisi melibatkan berbagai reaksi kimiawi dan proses-proses fisiologis yang mengubah bentuk makanan menjadi jaringan tubuh dan aktivitas. Hal tersebut melibatkan pemangsaan atau penelanan, pencernaan, dan absorpsi dari berbagai nutrien; transportasinya ke seluruh sel-sel tubuh dan pembuangan elemen-elemen yang tidak dapat dipergunakan serta produk limbah dari proses metabolisme.

Pakan dan berbagai jenis bahan penyusun pakan mengandung energi dan berbagai nutrisi esensial untuk pertumbuhan, reproduksi, dan kesehatan hewan akuatik. Kekurangan maupun kelebihan dapat menurunkan pertumbuhan, menimbulkan penyakit, atau bahkan berakibat pada kematian. Kebutuhan pakan menetapkan tingkat keperluan dari protein dan/atau asam amino, lemak dan/atau asam lemak, karbohidrat dan/atau sakarida, dan energi dan/atau imbangannya dengan komponen nutrisi lainnya, vitamin, dan mineral.

(Ingat!! Tidak sebagaimana hewan darat, misalnya ayam atau sapi, ikan hidup dan membuang kotorannya baik dalam bentuk feses maupun urin ke dalam media yang sama sebagaimana media hidupnya yaitu air, yang memungkinkan selalu terjadinya hubungan atau sentuhan langsung antara ikan dengan lingkungan di sekitarnya).

Subkomite pada Nutrisi Ikan dari Komite Nutrisi Hewan-Dewan Riset Nasional (*Committee on Animal Nutrition-National Research Council, NRC*) memeriksa berbagai kajian pustaka dan kegiatan budidaya perikanan akhir-akhir ini. Selanjutnya, NRC mempublikasikan berbagai rekomendasi pada nutrisi ikan. Berbagai rekomendasi dalam Bab I ini berdasarkan pada publikasi NRC yang dikeluarkan pada akhir tahun 1993.

Untuk memperoleh hasil secara ekonomi dalam budidaya perikanan, transformasi pakan menjadi makanan (dalam bentuk daging ikan) harus dilakukan secara efisien dan ekonomis. IKAN MAMPU MELAKUKAN HAL TERSEBUT!! (lihat Tabel B.1). Namun, konsep dasar nutrisi harus diterapkan. Keberhasilan penerapan konsep dasar nutrisi bergantung juga pada kualitas benih, kondisi kesehatan ikan, dan manajemen pemeliharaan.

Tabel B.1. Perbandingan Konversi Pakan (*Feed Conversion Rasio, FCR*)
dari Berbagai Jenis Hewan Penghasil Daging

Jenis Hewan	Unit Produksi (lb)*	Rerata Bobot Pakan per Bobot Produksi (lb/lb)*
Ayam broiler	1 lb daging	2.4
Sapi perah	1 lb susu	1.1
Ayam kalkun	1 lb daging	5.2
Ayam petelor	1 lb telur	4.6
Kelinci	1 lb daging	3.0
Babi	1 lb daging	4.9
Sapi pedaging	1 lb daging	9.0
Kambing	1 lb daging	8.0
Ikan	1 lb daging	1.6

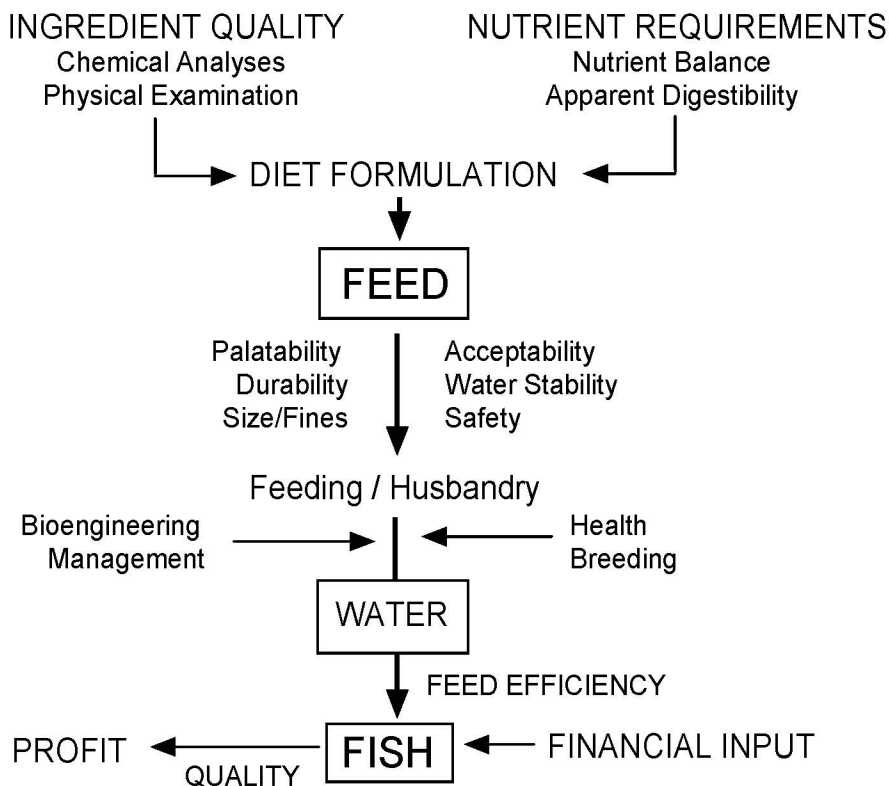
Keterangan:

^{*)}Lb = libra (Latin) = pound. 1 pound = 453.6 gram

Pakan tersusun dari komponen-komponen kimiawi yang diketahui sebagai nutrisi dan dibutuhkan oleh tubuh untuk menyediakan atau mensuplai energi, membangun dan memperbaiki jaringan tubuh serta mengatur proses-proses tubuh. Nutrisi dapat diklasifikasikan menurut fungsi (untuk tumbuh, energi dan mempertahankan proses-proses tubuh) sebagai organik dan anorganik; menurut esensinya, sebagai protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral; dan menurut konsentrasi, sebagai makronutrisi atau sebagai mikronutrisi. Nutrisi organik mengandung komponen-komponen karbon sedangkan nutrisi anorganik tidak mengandung karbon. Makronutrisi muncul dalam jumlah yang relatif besar sedangkan mikronutrisi muncul dalam jumlah kecil seperti vitamin dan trace mineral.

Pada budidaya seperti ikan atau udang, baik di dalam kolam, *pens*, karamba ataupun kolam air deras (*raceways*), satu dari faktor terpenting adalah nutrisi yang sesuai dan pemberian pakan yang cukup. Ikan yang kekurangan zat gizi tidak pernah dapat mempertahankan kesehatan maupun produktivitasnya. Produksi dari pakan yang seimbang secara nutrisi untuk ikan membutuhkan penelitian, kontrol kualitas, dan evaluasi secara biologis sebagaimana ditunjukkan pada Gambar B.1.

Pakan dapat berpengaruh negatif terhadap kehidupan ikan dengan pemberian pakan yang kekurangan nutrisi, tidak seimbang, atau beracun atau dengan memasukkan agen-agen yang terinfeksi. Pakan yang seimbang tidak hanya menghasilkan produksi yang lebih tinggi tetapi juga menyediakan nutrisi-nutrisi yang cukup untuk mempercepat penyembuhan dari penyakit atau dalam mengatasi pengaruh stress karena lingkungan. Karena itu, dalam usaha membudidayakan ikan, adalah bijaksana untuk menanyakan pertanyaan mendasar: 'Apa dan bagaimana seharusnya saya memberi pakan pada ikan saya?'.



Gambar B.1. Nutrisi Ikan dan Budidaya Perikanan

Beberapa saran dalam pemberian pakan yang tepat guna meningkatkan produksi adalah perlunya diketahui hal-hal sebagai berikut:

- Tingkah laku makan dari ikan tersebut, apa yang lebih disenangi, bagaimana memasukkan makanan, waktu disuatu hari ikan makan terbaik, berbagai bagian dari tubuh yang terlibat dalam pengambilan atau penelanan makanan;
- Kebutuhan nutrisi. Nutrisi optimal didasarkan pada keseimbangan yang rumit antara kebutuhan nutrisi dari hewan

- tersebut pada satu sisi dan pengambilan nutrisi pada sisi yang lain;
- c. Manajemen kolam yang tepat;
 - d. Spesies yang dipelihara.

2.2. Latihan

Kerjakan latihan ini sebagaimana instruksi di bawah:

1. Seluruh mahasiswa yang mengikuti mata kuliah Nutrisi Ikan dibagi kedalam 5 kelompok studi;
2. Setiap kelompok studi dilengkapi dengan 2 buah akuarium atau wadah pemeliharaan lengkap dengan sistem pemeliharaannya;
3. Setiap akuarium diisi dengan 5 ekor ikan (misalnya lele atau tilapia). Rundingkan dan pilih salah satu jenis ikan untuk seluruh kelompok;
4. Ikan terpilih hendaknya memiliki bobot atau ukuran tubuh yang setara;
5. Setiap kelompok studi memberi pakan kepada ikan peliharaannya selama 4 minggu dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a. Ikan pada akuarium pertama diberi pakan sampai kenyang (*at satiation*),
 - b. Ikan pada akuarium kedua diberi pakan dengan bobot 2% bobot total ikan,
 - c. Mahasiswa pada kelompok studi 1 memberi pakan 1 kali dalam sehari,
 - d. Mahasiswa pada kelompok studi 2 memberi pakan 2 kali dalam sehari, dan seterusnya untuk mahasiswa kelompok studi 3, 4, dan 5.
6. Setelah 4 minggu pemberian pakan, amati fenomena apa saja yang terjadi mencakup pertumbuhan dan kelulushidupan ikan serta berbagai parameter kualitas air selama periode pemeliharaan;
7. Bandingkan hasil pengamatan tersebut dengan kelompok studi lainnya;

8. Buat laporan lengkap dan presentasikan di depan semua kelompok studi serta dosen pengampu.

3. Penutup

3.1. Test Formatif

Jawablah soal-soal di bawah ini.

A. Jawaban Benar / Salah

1. Nutrisi ikan mengkaji makanan dalam kaitannya dengan kesehatan organisme.
2. Untuk mendapatkan hasil panen yang maksimum, pakan hendaknya diberikan pada ikan yang dibudidayakan secara maksimum pula.

B. Jawaban singkat

1. Sebutkan berbagai komponen penting dalam pakan!
2. Sebutkan 3 sifat penting pakan agar dapat diterima oleh ikan!

C. Uraian

1. Mengapa ikan perlu makan?
2. Mengapa kekurangan maupun kelebihan dalam pemberian pakan dapat menurunkan pertumbuhan, menimbulkan penyakit, atau bahkan berakibat pada kematian?

3.2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Untuk dapat melanjutkan ke materi berikutnya, mahasiswa harus mampu menjawab semua pertanyaan paling tidak 75% benar, kecuali untuk soal C-2 minimal 90% benar. Selamat bagi Anda yang telah lolos ke materi berikutnya!

3.3. Rangkuman

Tujuan utama dari pemeliharaan ikan adalah diperolehnya konversi yang efisien dari pakan menjadi daging yang dapat dikonsumsi manusia. Ikan mampu mengubah pakan yang dikonsumsi menjadi makanan dalam bentuk daging ikan untuk manusia dengan sangat efisien, khususnya bila dibandingkan dengan berbagai jenis hewan penghasil daging lainnya. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa ikan mampu melakukan transformasi pakan menjadi makanan (dalam bentuk daging ikan) secara efisien dan ekonomis. Meskipun ikan mampu mengubah pakan menjadi makanan manusia dengan sangat efisien, biaya produksi pakan perlu dikontrol. Pakan dan berbagai jenis bahan penyusun pakan mengandung energi dan berbagai nutrisi esensial untuk pertumbuhan, reproduksi, dan kesehatan hewan akuatik. Kekurangan maupun kelebihan dapat menurunkan pertumbuhan, menimbulkan penyakit, atau bahkan berakibat pada kematian. Pakan yang seimbang tidak hanya menghasilkan produksi yang lebih tinggi tetapi juga menyediakan nutrisi-nutrisi yang cukup untuk mempercepat penyembuhan dari penyakit atau dalam mengatasi pengaruh stress karena lingkungan.

3.4. Kunci Jawaban Test Formatif

A. (Benar / Salah)

1. (Jawab: benar)
2. (Jawab: salah).

B. Jawaban singkat

1. Jawab: Protein, lemak, karbohidrat, vitamin. dan meinerall.
2. Jawab: Memiliki daya tarik (*acceptability*), enak rasanya (*palatability*), tahan dalam air (*water stability*), tidak mudah rusak selama dalam penyimpanan (*durability*), memiliki ukuran dan tekstur yang sesuai (*size/fine*), aman dikonsumsi atau tidak beracun (*safety*). (Catatan: Agar dapat menguraikan dengan lebih jelas, pelajari Gambar B.1).

C. Uraian

1. Jawab: Untuk mendapatkan energi dan berbagai nutrisi penting yang dibutuhkan untuk pertumbuhan, reproduksi, dan mempertahankan kesehatan tubuh.
2. Jawab: Ikan, tidak sebagaimana hewan darat lainnya, membuang kotorannya baik yang berupa feses maupun limbah metabolit tubuh ke dalam air yang sekaligus berfungsi sebagai media hidupnya. Kekurangan makan berarti kekurangan energi dan komponen nutrisi penting lainnya. Namun, kelebihan pakan berdampak pada banyaknya sisa pakan yang terbuang ke dalam air. Pakan tersebut akan mengalami proses pembusukan yang menghasilkan bahan-bahan beracun. Pakan berlebih juga akan menghasilkan feses dan limbah metabolit yang lebih banyak pula. Ke dua fenomena tersebut dapat merusak kualitas lingkungan hidupnya dan akhirnya berdampak negatif bagi ikan itu sendiri. (Catatan: Agar dapat menjawab dengan lebih jelas, silakan baca Pokok Bahasan II: Bio-Energetika).

DAFTAR PUSTAKA/ACUAN/BACAAN ANJURAN

- Groff J.L. and Gropper, S.S. 2000. Advanced Nutrition and Human Metabolism. Wadsworth, Thomson Learning, USA. 584 p.
- Halver, J.E. 1989. Fish Nutrition. 2nd ed. Acad. Press, Inc., San Diego. 798 p.
- Halver, J.E. and Hardy, R.W. 2002. Fish Nutrition. 3rd ed. Acad. Press, Amsterdam. 822 p.
- Lawrence, E. 1989. Biological Terms. 10th ed. Longman Sci. & Technical, Singapore. 645 p.
- Lovell, T. 1989. Nutrition and Feeding of Fish. Van Nostrand reinhold, New York. 260 p.
- NRC. 1982. Nutrient Requirements of Warmwater Aquatic Animals. Nation. Acad. Press, Washington, DC., USA. 252 p.
- Parker, R. 2002. Aquaculture Science. 2nd ed. Delmar, Thomson Learning, USA. 621 p.
- Pillay, T.V.R. 1990. Aquaculture-Principles and Practices. Fishing News Books, Blackwell Sci. Pub. Ltd., Oxford, London. 575 p.
- Steffens, W. 1989. Principles of Fish Nutrition. Ellis Horwood Ltd., England. 384 p.
- Stickney, R.R. 1979. Principles of Warmwater Aquaculture. John Wiley & Sons, Inc., Canada. 375 p.
- Tacon, A.G.J. 1987. The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp-A Training Manual: The Essential Nutrients. FAO-UN., Brazil. 117 p.
- Underwood, E.J. and Suutle, N.F. 1999. The Mineral Nutrition of Livestock. CABI Pub., UK. 624 p.
- Webster, C.D. 2002. Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture. CABI Pub., USA. 448 p.

SENARAI

Endokrinologi: mempelajari tentang berbagai hormon yang dihasilkan dalam kelenjar endokrin serta berbagai pengaruhnya.

Endokrin: kelenjar buntu yang mensekresikan hormon langsung ke dalam darah. Lawan: eksokrin.

Pens: jenis wadah untuk budidaya ikan dimana seluruh bagian tepinya terbuat dari bahan buatan manusia, sedangkan bagian bawahnya masih menggunakan dasar tanah.

Karamba: jenis wadah untuk budidaya ikan dimana seluruh sisinya terbuat dari bahan buatan manusia.

Raceways: kolam air deras. Dicitrakan dengan debit air masuk yang besar sehingga apabila pintu pengeluaran ditutup, kolam dapat terisi penuh dalam waktu yang singkat.

II. KEBUTUHAN NUTRIEN

1. Pendahuluan

1.1. Deskripsi Singkat

Sub-pokok bahasan II ini menjelaskan secara garis besar berbagai komponen nutrisi penting, baik makro- maupun mikro nutrisi, yang dibutuhkan oleh ikan maupun udang.

1.2. Relevansi

Mempelajari kebutuhan nutrisi oleh ikan menjadi penting agar ikan dapat tumbuh secara maksimum. Hal ini terkait dengan input dan harga pakan yang tinggi serta keuntungan yang akan diperoleh pada kegiatan budidaya ikan, sebagaimana dijelaskan pada sub-pokok bahasan I.

1.3. Kompetensi

1.3.1. Standar Kompetensi

Pada akhir penyampaian materi kuliah ‘Kebutuhan Nutrien’ ini, mahasiswa diharapkan mampu menguraikan kembali kebutuhan optimum ikan ataupun udang atas berbagai komponen nutrisi pakan serta pengaruhnya terhadap ikan/udang yang dibudidayakan tersebut maupun lingkungan.

1.3.2. Kompetensi Dasar

Setelah diberikan materi ini, mahasiswa semester IV PS. Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, akan dapat:

- a. menjelaskan kembali secara garis besar berbagai komponen makro- dan mikro-nutrien yang dibutuhkan ikan maupun udang; serta
- b. memperkirakan kembali berbagai kemungkinan yang akan terjadi apabila ikan diberi pakan dengan jumlah yang kurang atau lebih dari yang sesungguhnya dibutuhkan.

2. Penyajian

2.1. Uraian

Informasi mengenai kebutuhan nutrisi dari spesies-spesies yang dibudidayakan diperlukan dalam setiap formulasi pakan. Hal ini memungkinkan para pembudidaya ikan membuat formulasi pakan yang ekonomis dan efektif. Nutrien, terutama makro-nutrien seperti protein, lemak, dan karbohidrat harus diberikan dalam suatu jumlah yang tepat dikarenakan kelebihan menjadikan pemborosan sedangkan setiap kekurangan mungkin membawa semacam berbagai gejala penyakit.

A. Protein.

Protein merupakan nutrisi yang harus ada atau esensial untuk pertumbuhan dan pertahanan hidup semua hewan. Diantara makro-

nutrien, protein merupakan komponen yang paling mahal dalam pakan buatan terutama untuk ikan, dikarenakan ikan membutuhkan protein pada tingkat yang lebih tinggi (yaitu 30 hingga 55%) dibandingkan dengan hewan darat lainnya. Terdapat sedikitnya 2 penentu nilai protein untuk ikan. Pertama adalah kecernaannya. Jika protein tidak tercerna, maka protein tersebut tidak memiliki nilai nutrisi. Faktor lainnya adalah komposisi kimiawi dari protein tersebut. Meskipun berbagai usaha telah dilakukan dengan berbagai macam spesies ikan untuk menetapkan tingkat protein yang optimal dalam pakan, maka informasi itu sendiri tanpa dibantu data akan kebutuhan asam amino esensial akan memiliki nilai yang terbatas.

Terdapat 24 asam amino yang umum untuk semua jenis protein, namun nilai nutrisi protein bergantung pada jumlah relatif asam amino yang ada. Sebagian besar ikan daerah panas atau tropis membutuhkan 10 jenis asam amino esensial untuk pertumbuhan dan berbagai proses metabolik lainnya. Untuk mendapatkan pertumbuhan yang baik, pola dan jumlah asam amino esensial dalam pakan hendaknya mirip dengan profil yang terdapat dalam spesies yang diberi pakan. Pada umumnya, protein yang berasal dari hewan memiliki profil asam amino yang baik dan lebih dapat dicerna dibandingkan dengan asal tanaman.

B. Lemak.

Penentu yang penting dari keseluruhan nilai nutrisi setiap bahan penyusun pakan adalah kandungan lemaknya. Lemak menyediakan energi dan asam lemak yang dapat dimetabolisme sebagaimana nutrien esensial seperti sterol dan fosfolipid. Penelitian telah membuktikan bahwa asam lemak jenuh ω -3 (*poly-unsaturated fatty acids*, *PUFA ω -3*) dibutuhkan oleh banyak spesies ikan laut. Diantara sumber *PUFA ω -3* yang baik adalah minyak ikan laut seperti minyak hati ikan *cod*, minyak hati ikan *pollack*, dan minyak tiram leher pendek. Sumber asal tanaman pada umumnya tinggi akan kadar asam

lemak ω -6nya. Nilai nutrisi yang kurang baik dari minyak kedelai kemungkinan dikarenakan kekurangan akan PUFA ω -3 seperti 20:5 ω -3 dan 22:6 ω -3 meskipun tinggi akan kadar PUFA ω -6.

C. Lesitin dan fosfolipid.

Lesitin adalah istilah populer yang digunakan untuk menunjukkan sekelompok senyawa lemak seperti fosfatida dan merupakan komponen esensial dari organisme hidup. Formulasi pakan hewan akuatik melibatkan lesitin untuk menyediakan fosfolipid dan memberikan sifat fisik yang sesuai pada pakan tersebut. Hal itu mulai dari peningkatan pertumbuhan, pencernaan lemak dan kolesterol, memperbaiki penyerapan vitamin A dan karoten, serta mencegah larutnya berbagai komponen yang larut dalam air. Lesitin juga telah dilaporkan meningkatkan kekuatan reproduktif induk ikan.

D. Karbohidrat.

Peran dari karbohidrat dalam pakan dan kontribusi glukosa terhadap kebutuhan energi total untuk ikan tidaklah jelas. Terdapat bukti bahwa ikan mas lebih memilih menggunakan protein dan lemak daripada karbohidrat untuk energi metabolik. Data yang tersedia mengindikasikan bahwa tidak terdapat kebutuhan karbohidrat untuk ikan perairan panas, meskipun karbohidrat dapat menggantikan protein pada pakan ikan lele. Berdasarkan pada hasil penelitian menunjukkan bahwa sukrosa atau dekstrin merupakan sumber karbohidrat yang sesuai untuk juvenil udang windu. Hasil penelitian lainnya menyarankan bahwa *starch* nampak lebih cocok daripada glukosa untuk udang. Penambahan glukosa dalam jumlah yang cukup besar (yaitu lebih dari 10%) ke dalam pakan pada umumnya menurunkan pertumbuhan berbagai jenis udang.

E. Vitamin.

Vitamin diperlukan untuk membuat pakan yang lengkap. Penambahan vitamin ke dalam pakan ikan sangat dipentingkan bilamana ikan dipelihara secara intensif dan dimana pakan alami terbatas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa larva *Penaeus japonicus* membutuhkan vitamin E (α -tokoferol), vitamin D (kalsiferol), kolin, piridoksin, biotin, sianokobalamin, riboflavin, tiamin, inositol, asam nikotinat, asam folat, asam askorbat, dan β -karoten. Pengurangan salah satu dari vitamin tersebut mengakibatkan penundaan metamorfosis dan mortalitas larva yang tinggi.

F. Mineral.

Mineral juga diperlukan untuk membuat pakan yang lengkap. Elemen anorganik ini diperlukan oleh ikan dan hewan lainnya untuk proses-proses metabolisme secara umum serta regulasi berbagai fungsi tubuh. Ikan mempunyai kebutuhan khusus akan mineral untuk mempertahankan keseimbangan osmotik dengan media air. Kebutuhan ikan akan berbagai jenis mineral yang berbeda adalah sulit untuk dikaji dikarenakan mineral-mineral tersebut dapat diserap dengan baik dari air maupun pakan.

Ikan rainbow trout yang dibesarkan dengan pakan murni bebas mineral menderita kematian dan ikan yang bertahan hidup menunjukkan skoliosis, lordosis, dan bentuk tulang kepala yang tidak normal. Udang mungkin saja menyerap beberapa jenis mineral dari air, namun tetap memerlukan sumber dari pakan atas beberapa jenis mineral untuk pertumbuhan. Terdapat kehilangan akan jenis mineral tertentu secara berulang-ulang ketika udang melepaskan eksoskeletonnya sewaktu molting. Beberapa peneliti menekankan pentingnya imbalanced Ca/P dalam pakan, yang mengindikasikan perbandingan optimum 1:1 untuk *P. japonicus* dan *P. monodon*, serta 2.2:1 untuk *P. californiensis*. Perbandingan Ca/P dalam pakan sebesar

1:1 adalah efektif dalam pengerasan eksoskeleton dan pencegahan penyakit cangkang lunak.

2.2. Latihan

Kerjakan latihan ini sebagaimana instruksi di bawah:

1. Seluruh mahasiswa yang mengikuti mata kuliah Nutrisi Ikan dibagi kedalam 3 kelompok studi;
2. Setiap kelompok studi dilengkapi dengan 3 buah akuarium atau wadah pemeliharaan lengkap dengan sistem pemeliharaannya;
3. Setiap akuarium diisi dengan 5 ekor ikan (misalnya lele atau tilapia). Rundingkan dan pilih salah satu jenis ikan untuk seluruh kelompok;
4. Ikan terpilih hendaknya memiliki bobot atau ukuran tubuh yang setara;
5. Setiap kelompok studi memberi pakan kepada ikan peliharaannya selama 4 minggu dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a. Pakan untuk ikan pada kelompok studi 1 mengandung protein dengan kadar terendah (misalnya <20%), pakan untuk ikan pada kelompok studi 2 mengandung protein dengan kadar medium (misalnya 25 - 30%), dan pakan untuk ikan pada kelompok studi 3 mengandung protein dengan kadar tertinggi (misalnya >35%);
 - b. Semua ikan pada semua kelompok studi diberi pakan sebanyak 5% bobot total tubuh per hari. Pakan diberikan 3 – 5 kali per hari pagi hingga malam, hingga semua pakan habis dimakan;
6. Setelah 4 minggu pemberian pakan, amati fenomena apa saja yang terjadi mencakup pertumbuhan dan kelulushidupan ikan serta berbagai parameter kualitas air selama periode pemeliharaan;
7. Bandingkan hasil pengamatan tersebut dengan kelompok studi lainnya;

8. Buat laporan lengkap dan presentasikan di depan semua kelompok studi serta dosen pengampu.

3. Penutup

3.1. Test Formatif

Jawablah soal-soal di bawah ini.

A. Jawaban Benar / Salah

1. Ikan lebih membutuhkan protein daripada karbohidrat. Oleh karena itu, protein hendaknya digunakan dalam pakan pada kadar yang tinggi misalnya hingga 50% dan karbohidrat rendah misalnya 10%.
2. Karbohidrat merupakan sumber energi yang termurah. Oleh karena itu, karbohidrat sebaiknya digunakan dalam pakan ikan dengan kadar yang tinggi, misalnya hingga 50%.

B. Jawaban singkat

1. Sebutkan 2 kriteria utama yang menentukan kualitas protein!
2. Sebutkan 2 contoh sumber asam lemak yang baik untuk ikan!

C. Uraian

1. Jelaskan mengapa mineral sangat penting bagi ikan terutama jenis udang?
2. Jelaskan mengapa hasil penelitian tentang jenis mineral pada umumnya menjadi kurang akurat?

3.2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Untuk dapat melanjutkan ke materi berikutnya, mahasiswa harus mampu menjawab semua pertanyaan paling tidak 75% benar. Selamat bagi Anda yang telah lolos ke materi berikutnya!

3.3. Rangkuman

Makro-nutrien seperti protein, lemak, dan karbohidrat harus diberikan dalam suatu jumlah yang tepat dikarenakan kelebihan menjadikan pemborosan sedangkan setiap kekurangan mungkin membawa berbagai gejala penyakit. Protein merupakan nutrisi yang harus ada atau esensial untuk pertumbuhan dan pertahanan hidup semua hewan. Terdapat sedikitnya 2 penentu nilai protein untuk ikan, yaitu pencernaan dan komposisi kimianya. Sebagian besar ikan tropis membutuhkan 10 jenis asam amino esensial untuk pertumbuhan dan berbagai proses metabolik lainnya. Untuk mendapatkan pertumbuhan yang baik, pola dan jumlah asam amino esensial dalam pakan hendaknya mirip dengan profil yang terdapat dalam spesies yang diberi pakan. Lemak menyediakan energi dan asam lemak yang dapat dimetabolisme. Penelitian membuktikan bahwa *PUFA* ω -3 dibutuhkan oleh banyak spesies ikan laut. Peran dari karbohidrat dalam pakan dan kontribusi glukosa terhadap kebutuhan energi total untuk ikan tidaklah jelas.

Ikan mas lebih memilih menggunakan protein dan lemak daripada karbohidrat untuk energi metabolik. Penambahan vitamin ke dalam pakan ikan sangat dipentingkan bilamana ikan dipelihara secara intensif dan dimana pakan alami terbatas. Ikan mempunyai kebutuhan khusus akan mineral untuk mempertahankan keseimbangan osmotik dengan media air. Kebutuhan ikan akan berbagai jenis mineral yang berbeda adalah sulit untuk dikaji dikarenakan mineral-mineral tersebut dapat diserap dengan baik dari air maupun pakan.

3.4. Kunci Jawaban Test Formatif

A. Jawaban Benar / Salah

1. Jawab: Salah
2. Jawab: Salah

B. Jawaban singkat

1. Jawab: Kecernaan dan komposisi kimiawi dari protein tersebut.
2. Jawab: Minyak ikan laut pada umumnya, minyak hati ikan *cod*, minyak hati ikan *pollack*, minyak tiram, minyak cumi, lesitin, minyak jagung.

C. Uraian

1. Jawab: Ikan maupun udang mampu memenuhi kebutuhan minimum mineralnya dari air maupun pakan yang diberikan. Namun demikian, pada kasus dimana udang sedang molting maka keberadaan mineral tertentu seperti Ca dan P dalam air maupun pakan menjadi sangat penting. Hal ini untuk mempercepat proses pengerasan eksoskeleton udang atau memperpendek periode molting, sehingga memperkecil peluang udang tersebut dimangsa oleh udang hewan lainnya.
2. Jawab: Mineral terdapat dalam air dalam jumlah yang melimpah. Sementara itu, ikan mampu menyerap berbagai jenis mineral tertentu yang terkandung dalam air dengan sangat baik, sebagaimana mineral pakan. Hal ini dikarenakan ikan senantiasa meregulasi kadar mineral tubuhnya guna menjaga keseimbangan tekanan osmotik tubuh terhadap lingkungan hidupnya melalui proses yang disebut dengan osmoregulasi. Dengan demikian, hasil penelitian menjadi kurang akurat karena tidak ada identifikasi yang jelas antara sumber mineral yang masuk kedalam tubuh apakah itu asal air atau asal pakan.

DAFTAR PUSTAKA/ACUAN/BACAAN ANJURAN

- Berdanier, C.D. 1998. Advanced Nutrition-Micronutrients. CRC Press, Boca Raton, Florida. 223 p.
- Halver, J.E. 1989. Fish Nutrition. 2nd ed. Acad. Press, Inc., San Diego. 798 p.
- Halver, J.E. and Hardy, R.W. 2002. Fish Nutrition. 3rd ed. Acad. Press, Amsterdam. 822 p.
- Lawrence, E. 1989. Biological Terms. 10th ed. Longman Sci. & Technical, Singapore. 645 p.
- Lovell, T. 1989. Nutrition and Feeding of Fish. Van Nostrand reinhold, New York. 260 p.
- NRC. 1982. Nutrient Requirements of Warmwater Aquatic Animals. Nation. Acad. Press, Washington, DC., USA. 252 p.
- Parker, R. 2002. Aquaculture Science. 2nd ed. Delmar, Thomson Learning, USA. 621 p.
- Pillay, T.V.R. 1990. Aquaculture-Principles and Practices. Fishing News Books, Blackwell Sci. Pub. Ltd., Oxford, London. 575 p.
- Steffens, W. 1989. Principles of Fish Nutrition. Ellis Horwood Ltd., England. 384 p.
- Stickney, R.R. 1979. Principles of Warmwater Aquaculture. John Wiley & Sons, Inc., Canada. 375 p.
- Tacon, A.G.J. 1987. The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp-A Training Manual: The Essential Nutrients. FAO-UN., Brazil. 117 p.
- Webster, C.D. 2002. Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture. CABI Pub., USA. 448 p.

SENARAI

Makro-nutrien: komponen nutrisi yang meliputi protein, lemak, dan karbohidrat.

Mikro-nutrien: komponen nutrisi yang meliputi vitamin dan mineral.

Asam amino: setiap kelompok persenyawaan dengan rumus umum R CH (NH₂) COOH.

III. TINGKAH LAKU MAKAN DAN SISTEM PENCERNAAN

1. Pendahuluan

1.1. Deskripsi Singkat

Sub-Pokok Bahasan III ini menguraikan keterkaitan antara tingkah laku maupun kebiasaan ikan dalam mendapatkan makanan dan sistem pencernaan maupun struktur atau anatomi alat makan yang dimiliki ikan tersebut.

1.2. Relevansi

Pemahaman terhadap tingkah laku makan, kebiasaan makan, sistem pencernaan, dan struktur atau alat makan ikan adalah penting agar pakan yang diberikan sesuai dengan kebutuhan ikan target sebagaimana dijelaskan pada sub-pokok bahasan I dan II. Dengan demikian, pakan dapat dimanfaatkan secara efektif dan efisien oleh ikan untuk mendukung pertumbuhan maksimum.

1.3. Kompetensi

1.3.1. Standar Kompetensi

Pada akhir penyampaian materi kuliah ‘Tingkah Laku Makan dan Sistem Pencernaan’ ini, mahasiswa diharapkan mampu menjabarkan kembali keterkaitan antara tingkah laku makan, kebiasaan makan, sistem pencernaan makanan, dan struktur atau anatomi alat makan yang dimiliki oleh berbagai jenis ikan; serta proses atau mekanisme terjadinya pemangsaan oleh ikan.

1.3.2. Kompetensi Dasar

Setelah diberikan materi ini, mahasiswa semester IV PS. Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, akan dapat:

- a. menyebutkan kembali berbagai macam tingkah laku makan dari ikan;
- b. menggambarkan kembali terjadinya proses pemangsaan oleh ikan;

- c. menjelaskan kembali bagaimana anatomi dan tingkah laku dapat mempengaruhi pola pemangsaan;
- d. menyebutkan kembali berbagai macam kebiasaan makan dari ikan;
- e. mengidentifikasikan kembali serta menunjukkan bagian-bagian penting dari sistem pencernaan;
- f. menguraikan kembali keterkaitan antara kebiasaan makan ikan dengan bentuk dan struktur alat pencernaan yang dimilikinya; serta
- g. menjelaskan kembali peran dari sistem pencernaan dalam penyerapan pakan.

2. Penyajian

2.1. Uraian

A. TINGKAH LAKU MAKAN.

Pengetahuan tentang tingkah laku makan dan pemilihan makanan dari ikan dalam budidaya adalah penting untuk meningkatkan pertumbuhan dan kelulushidupan. Pakan dan teknik pemberian pakan hendaknya dirancang untuk mendorong pemangsaan oleh ikan sehingga penggunaan pakan dan pertumbuhan optimal dapat diperoleh. Tingkah laku makan dan pemilihan makanan dari ikan dikaji melalui pengamatan aktivitas makan di habitat alamnya atau percobaan-percobaan dibawah kondisi laboratorium yang terkontrol. Kajian tentang sistem dan anatomi saluran pencernaan, isi perut, dan bioenergetika untuk menduga laju pertumbuhan dan efisiensi telah juga menjadi pendekatan yang bermanfaat dalam kajian tingkah laku makan.

a.1. Berbagai Tipe Tingkah Laku Makan. Pada habitat alam, ikan menampilkan berbagai tipe tingkah laku makan (*feeding behavior*) yang berbeda.

- *Predator.* Predator atau pemangsa daging adalah ikan yang memakan hewan lain dengan terutama menggunakan

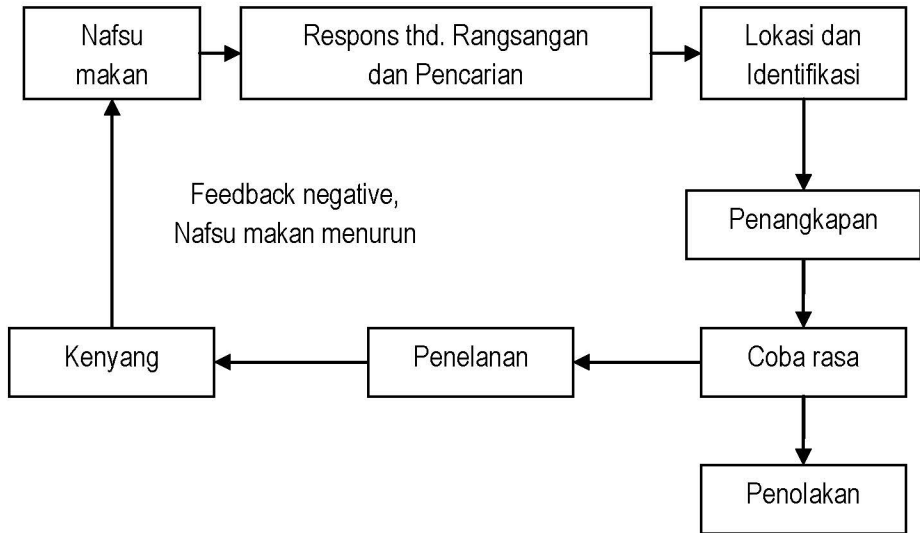
penglihatan untuk berburu mangsa meskipun pembau, perasa, dan organ indra lainnya mungkin saja digunakan. Ikan tersebut mungkin saja berburu secara aktif ataupun berdiam menunggu mangsa;

- *Grazer*. Grazer atau ‘pemotong rumput’ makan organisme dasar atau plankton yang diambil secara selektif. Beberapa grazer makan alga atau menggigit-gigit karang untuk mengambil polip;
- *Strainer*. Strainer atau penyaring memfilter terutama diatom dan jenis udang. Ikan ini berenang melewati hamparan yang kaya plankton. Pada umumnya, strainer memiliki *gill raker* (yaitu semacam tonjolan bertulang atau tulang rawan dari lengkung insang) yang memanjang dan halus;
- *Sucker*. Sucker atau pengisap memperoleh material yang mengandung makanan dalam lumpur. Beberapa ikan mampu memisahkan butiran-butiran makanan dari debris atau serasah, sementara lainnya seperti lele menelan makanan bersama-sama dengan endapan dasar; dan
- *Parasit*. Parasit seperti ikan *lamprey* dan *hagfish* memperoleh nutrisi dengan cara menghisap cairan tubuh dari ikan *host* atau inangnya.

a.2. *Proses Makan*. Secara skematik, proses makan dari ikan dimulai dari tingkah laku nafsu makan dan tingkat respon terhadap rangsangan hingga konsumsi, kenyang, dan reaksi *feedback* negatif atau menurunnya nafsu makan (lihat Gambar B.2).

Nafsu Makan dan Kenyang. Nafsu makan dan kenyang penting untuk pembudidaya ikan yang ingin memaksimalkan konsumsi pakan, pertumbuhan, dan efisiensi konversi ikan melalui penyesuaian *feeding regimes*. Nafsu makan, yang dikontrol oleh hipotalamus, dirangsang oleh tingkat pengisian usus dan/atau berbagai faktor metabolik seperti kadar metabolit-metabolit tertentu dalam darah atau perubahan suhu yang mempengaruhi konsumsi pakan. Secara umum, pemekaran perut setelah makan menghambat nafsu makan, sedangkan pengosongan

perut merangsang nafsu makan. Pada kenyataannya, interval optimum antar makan telah diperkirakan sesuai dengan pengosongan perut.



Gambar B.2. Proses-Proses Makan pada Ikan. (Modifikasi dari Knights, 1985).

Berbagai faktor seperti oksigen, suhu, amonia, kompetisi atau persaingan, dan stres karena penanganan (*handling*) mempengaruhi nafsu makan.

- *Oksigen dan Suhu.* Stres karena oksigen dan suhu dapat menekan nafsu makan, yang mana tingkatannya tergantung pada besaran atau magnitud dan durasi atau lama dari stres tersebut. Suhu dan kandungan oksigen terlarut optimum untuk pertumbuhan dan kelulushidupan berbagai spesies ikan telah ditentukan. Namun, pengaruh suhu akut dan stres oksigen terhadap nafsu makan baru sedikit dipelajari. Sebagai contoh, pada burayak belut, kejutan suhu rendah hingga 6 jam mengakibatkan penundaan kembalinya nafsu makan; semakin lama durasi perlakuan suhu semakin lambat awal mulainya nafsu makan.

- *Amonia*. Kadar amonia sekitar 0.1 ppm menghambat pertumbuhan pada sebagian besar spesies. Namun, nafsu makan dapat dihambat pada kadar amonia yang cukup tinggi untuk menyebabkan kerusakan morfologis dan fisiologis yang lebih serius.
- *Kompetisi*. Kompetisi atau persaingan dapat terjadi pada ikan yang dipelihara dengan ukuran tubuh berbeda. Ikan yang lebih agresif pada suatu kelompok peliharaan mempengaruhi nafsu makan dan/atau makan dan karena itu pertumbuhan ikan yang lain menjadi lebih terhambat. Pada umumnya ditemukan bahwa perbedaan ukuran dan dominasi menyebabkan peningkatan perbedaan ukuran tubuh. Untuk menghindari terjadinya hal tersebut, *grading* atau seleksi ukuran secara periodik untuk memastikan bahwa tak ada ikan yang 1.5 kali lebih besar daripada yang lainnya hendaknya dilakukan guna mencegah kanibalisme. Sebagai tambahan, peningkatan frekuensi pemberian pakan (atau penyebaran pakan dengan lebih baik) dapat membantu ikan lemah atau lebih kecil mendapatkan pakan.
- *Penanganan*. Penanganan atau *handling* menyebabkan stres pada ikan. Ikan brown trout menolak makan hingga 3 hari setelah penanganan. Rainbow trout, bandeng, atau kakap dapat makan kembali pada hari berikutnya setelah penanganan. Alasan untuk itu belum diketahui, namun perbedaan genetik atau kebiasaan antar spesies atau ras ikan diduga terlibat.

Respons terhadap Rangsangan dan Pencarian. Ikan dengan jadwal pemberian pakan yang pasti dapat belajar mengantisipasi waktu pemberian pakan namun respons terhadap rangsangan sering dikarenakan suatu '*Pavlovian Conditioning*'. Penglihatan atau suara pekerja disaat memberikan pakan dapat berperan sebagai suatu stimulus atau rangsangan untuk makan. Lebih lanjut lagi, suara (200 – 700 Hz) telah digunakan untuk mengkondisikan *red sea bream* untuk mendatangi titik pemberian pakan pada sistem *searanching*. Pengaruh

interaksi sosial diantara ikan dalam wadah budidaya penting pula untuk dipertimbangkan. Respons terhadap rangsangan dan pemberian pakan pada satu atau beberapa ikan biasanya menimbulkan rangsangan massal yang lainnya.

Lokasi dan Identifikasi. Sifat-sifat fisika dan kimiawi partikel pakan penting untuk dipertimbangkan agar tingkat kesuksesan dalam mempertemukan ikan dengan pakan dapat dimaksimalkan. Membuat pakan yang lebih mudah terlihat oleh ikan akan menjadikan ikan tersebut lebih mudah menemukannya dalam kolom air. Hal tersebut dapat dilakukan dengan penambahan bahan kimia sebagai atraktan (penarik), warna kontras, mempertahankan ukuran dan bentuk partikel yang diinginkan, dan berbagai manipulasi intensitas cahaya serta kekeruhan. Penglihatan (*vision*), penciuman (*olfaction*), dan indra perasa berdasarkan rasa permukaan pakan (*gustation*) semuanya adalah penting dalam menemukan lokasi dan identifikasi jenis pakan. Pembudidaya ikan dapat memaksimalkan tingkat pertemuan dengan memberikan pakan pada ikan secara teratur pada suatu tempat tertentu dari kolam dan mendorong ikan untuk berkumpul. Menyediakan anco (*feeding trays*) pada beberapa tempat merupakan hal yang biasa diterapkan pada tambak udang dimana udang dapat mendatangnya untuk makan.

'Pavlovian Conditioning' merupakan suatu bentuk pembelajaran hingga proses pemahaman atau reflek terhadap sesuatu rangsangan dikarenakan kebiasaan terhadap hal-hal tertentu yang dilakukan secara berulang-ulang. *Pavlovian* berasal dari akar kata bahasa Rusia *pavlov*. Kata ini digunakan pertama kalinya oleh Ivan Petrovich (1849 - 1936), seorang ahli fisiologi soviet. Penelitiannya mengenai reflek yang terkondisikan terhadap anjing mempengaruhi tingkah laku. Dia juga memberi kontribusi yang penting pada penelitian pencernaan. Pada tahun 1904 memperoleh hadiah Nobel bidang fisiologi atau kedokteran.

Penangkapan. Pada ikan karnivora, partikel kecil dapat ditelan seluruhnya dengan menyedotnya menggunakan mulut dari jarak tertentu. Sedangkan keberhasilan penangkapan di alam bergantung pada ukuran dan tingkah laku menghindar dari mangsa. Tingkah laku menghindar tidaklah penting pada budidaya yang menggunakan pakan tambahan atau pakan lengkap. Namun, pergerakan pada arus air dapat menyebabkan masalah dalam mendapatkan makanan. Sebagai tambahan, ukuran partikel pakan merupakan suatu faktor dalam keberhasilan penangkapan pada budidaya. Partikel yang besar tidak akan dimakan dengan segera, hancur, dan terbuang. Namun, beberapa ikan secara umum akan terus menyerang partikel yang jauh lebih besar dari yang bisa ditelan seluruhnya hingga penelanan memungkinkan.

Penelanan dan Penolakan. Pakan dengan rasa yang enak; memiliki ukuran, bentuk, dan tekstur partikel optimum akan ditelan ikan. Lebih banyak penolakan dan hancuran terjadi pada pellet yang jauh lebih panjang daripada diameter mulut ikan, sehingga penting dalam membuat ukuran pakan dengan hati-hati. Penundaan penelanan

karena ikan memuntahkan partikel pakan berulang-ulang menimbulkan peningkatan penggunaan energi dan pakan yang terbuang.

a.3. Tingkah Laku Ikan dalam Mendapatkan Makanan. Ikan mengembangkan berbagai macam pola tingkah laku dalam mendapatkan makanan melalui organ, indra, atau sikap/kebiasaan (*Pavlovian conditioning*) yang sensitif terhadap rangsangan lingkungan. Dengan memahami pola tingkah laku tersebut pada spesies ikan tertentu, produsen dapat mengadaptasikan suatu sistem pemberian pakan sehingga pekerja maupun pakan dapat digunakan dengan cara yang terbaik. Beberapa pola tingkah laku ataupun kondisi lingkungan yang mempengaruhi ikan dalam mendapatkan makan antara lain:

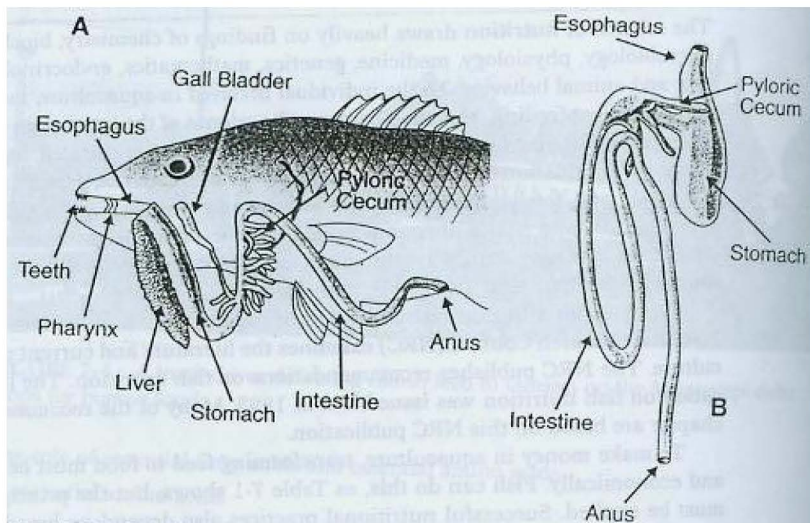
- *Penggunaan Indra.* Beberapa ikan sangat bergantung pada indra penglihatannya dalam mencari makanan, sedangkan yang lainnya terutama mengandalkan pada rasa, sentuhan, dan bau.
- *Musim Tahunan.* Beberapa ikan menghentikan aktivitas mencari makan selama musim pemijahannya. Sebagian besar ikan pada daerah-daerah beriklim dingin mulai meningkatkan pengambilan pakan pada musim semi saat suhu air mulai meningkat. Periode pertumbuhan puncak untuk sebagian besar ikan terjadi pada musim semi dan panas.
- *Waktu Harian.* Beberapa ikan menunjukkan puncak aktivitas makan pada jam-jam menjelang matahari terbit dan jam-jam menjelang matahari terbenam.
- *Kontak secara Fisik dengan Makanan.* Kadangkala, tekstur dari sumber pakan yang potensial tersentuh atau teraba sebelum ikan mengkonsumsinya.

Meskipun anatomi pencernaan, fisiologi, dan tingkah laku makan pada ikan berbeda dibandingkan dengan hewan peliharaan dan berdarah dingin, kebutuhan nutrisinya tetap mencerminkan

persyaratan yang sama: energi, protein, vitamin, dan mineral. Sebagian besar penelitian mengenai kebutuhan nutrisi berpusat sekitar lele, salmon, dan trout.

B. SISTEM PENCERNAAN.

Saluran pencernaan atau saluran *gastrointestinal* digambarkan sebagai tabung berlubang yang berkesinambungan memanjang dari mulut hingga anus dengan fluida tubuh di sekelilingnya. Sistem pencernaan ikan meliputi mulut, faring, esofagus, perut atau lambung, pilorus, usus, hati, dan kantung empedu (Gambar B.3). Sistem pencernaan berperan sebagai pembongkar bahan makanan menjadi komponen-komponen kimiawi dasarnya sehingga ikan dapat menyerapnya dan menyusunnya kembali menjadi komposisi tubuh sebagaimana karakter atau sifat yang dimiliki tubuhnya. Struktur sistem pencernaan serta fungsinya disajikan pada Tabel B.2. Spesies ikan yang umum untuk kepentingan budidaya diklasifikasikan menurut kebiasaan makannya (lihat Tabel B.3).



Gambar B.3. Sistem Pencernaan Ikan. (Gambar diambil dari Parker, 2002).

b.1. Kebiasaan Makan. Ikan dapat juga diklasifikasikan oleh kebiasaan makannya (*feeding habit*), seperti:

- *Herbivora.* Herbivora adalah ikan yang biasanya makan material tanaman.
- *Karnivora.* Karnivora adalah ikan yang biasanya makan hewan.
- *Omnivora.* Omnivora adalah ikan yang biasanya makan tanaman dan hewan.
- *Detritivora.* Detritivora adalah ikan yang biasanya makan tanaman dan hewan yang lapuk atau membusuk.
- *Planktivora.* Planktivora adalah ikan yang biasanya makan plankton.

Tabel B.2. Struktur Sistem Pencernaan dan Fungsinya

No.	Struktur	Fungsi
1.	Gigi	Menyambar, menangkap, memegang, meremas, menghancurkan, bergantung pada spesies
2.	Faring	Membuka insang
3.	Esofagus	Pendek, lorong sederhana ke perut, dilapisi dengan sel yang mensekresikan lendir
4.	Perut atau lambung	Dinding dilapisi dengan sel yang mensekresikan HCl dan pepsinogen untuk tahap awal pencernaan protein; bagian rongga yang menahan pakan
5.	Piloric sekum	Mensekresikan enzim pencernaan, meningkatkan luas permukaan untuk penyerapan nutrisi
6.	Usus	Mensekresikan enzim pencernaan, meningkatkan luas permukaan untuk penyerapan nutrisi
7.	Kantung empedu	Menyimpan dan melepaskan cairan empedu untuk pencernaan dan penyerapan lemak
8.	Hati	Mensintesis atau menyimpan nutrisi yang terserap, produksi cairan empedu, pembuangan beberapa produk limbah dari darah

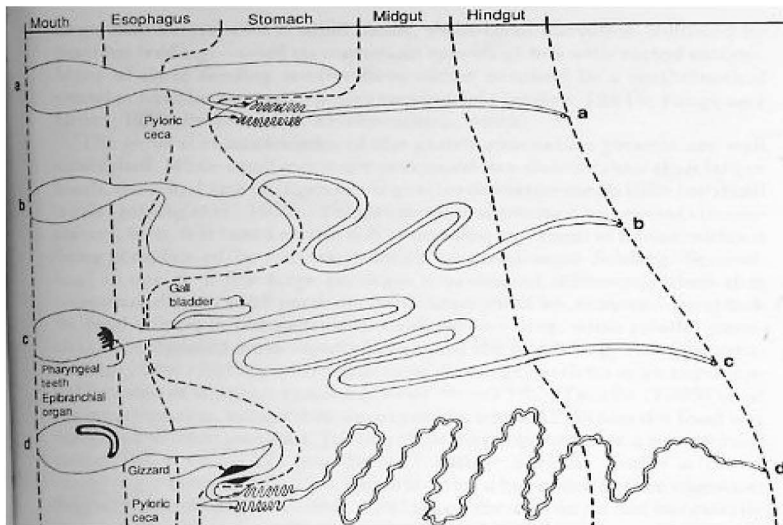
Tabel B.3. Makanan dan Kebiasaan Makan Beberapa Jenis Ikan Terseleksi

No.	Ikan	Kebiasaan Makan	Makanan Alami
1.	Bandeng	Mikrofagus (pemakan organisme kecil) Planktivora	Mikroplankton (klekap), alga bentos (alga hijau berfilamen)
2.	Kakap dan kerapu	Karnivora	Ikan dengan spesies sama atau beda
3.	<i>Snapper</i>	Omnivora	Ikan, kepiting, stomatopoda, moluska, krustasea, dan penghuni dasar lainnya
4.	<i>Rainbow trout</i>	Karnivora	Ikan
5.	<i>Channel catfish</i>	Omnivora	Insekta, siput, cacing, tanaman, dan <i>debris</i> organik pada dasar berlumpur
6.	Mas	Omnivora	Tanaman dan hancuran organik lainnya pada dasar berlumpur
7.	Beronang	Herbivora	Makroalga
8.	Belanak	Omnivora	Sel alga kecil dan hancuran organik lainnya
9.	Udang	Omnivora	Kepiting kecil, udang, moluska, ikan, polikaeta, opiuroida, materi beralga, dan hancuran

b.2. Keterkaitan antara Kebiasaan Makan dengan Struktur Alat Makan. Kebiasaan makan yang berbeda dari ikan berkaitan dengan berbagai struktur alat makan yang dimilikinya (lihat Gambar B.4). Alat makan

tersebut beradaptasi secara struktural dalam melakukan aktivitas makan. Keterkaitan tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:

- *Mulut.* Ukuran dan struktur mulut bervariasi menurut kebiasaan makan ikan. Pada ikan *sucker*, mulut menghadap ke bawah dan bibir berdaging atau lembek. Diantara penghuni karang, mulut nampak seperti paruh atau moncong panjang yang dirancang untuk mencapai ke dalam celah-celah kecil. *Barbel* (sejenis sungut yang biasanya terletak di bagian bawah mulut) dengan organ sensori berkembang pada penghuni dasar untuk membantu pencarian makanan dalam air berlumpur dan keruh. Bukaan mulut yang besar dapat ditemukan pada sebagian besar ikan-ikan pedator.
- *Gigi.* Gigi mungkin saja ditemukan dalam rahang, mulut atau faring. Hubungan yang kuat nampak antara jenis gigi dan tingkah laku makan atau tipe makanan yang dimakan.
- *Gill rakers.* *Gill rakers* adalah tonjolan-tonjolan bertulang atau bertulang rawan dari lengkung insang (*gill arch*) yang terutama berfungsi untuk melindungi filamen-filamen insang dan mencegah mangsa lolos melewati insang. Pada ikan predator, *gill rakers* pendek, gemuk, dan sedikit. Sedangkan pada ikan strainer *gill rakers* panjang, halus, dan sangat banyak.
- *Perut.* Perut ikan menunjukkan adaptasi berkenaan dengan bentuk, kebuncitan, dan sekresi enzim. Pada beberapa ikan, perut berfungsi sebagai organ penggilingan.



Gambar B.4. Bentuk dan Struktur Alat Makan Berbagai Jenis Ikan dengan Kebiasaan Makan yang Berbeda. (Gambar diambil dari Smith, 1989).

Keterangan: a) rainbow trout, jenis ikan karnivora, memiliki perut dengan bentuk menyerupai huruf 'Y'; b) lele, jenis ikan omnivora dengan menekankan sumber makanan utamanya berasal dari hewan, memiliki perut dengan bentuk seperti kantung; c) ikan mas, jenis ikan omnivora dengan menekankan sumber makanan utamanya berasal dari tanaman, tidak memiliki perut; d) bandeng, jenis ikan pemakan plankton dan organisme kecil, memiliki perut berbentuk seperti pipa dan dengan bagian tertentu terdapat mirip empela berotot (*muscular gizzard*) sebagaimana pada burung.

- **Usus.** Usus bervariasi dalam hal panjang dan aktivitas enzim menurut kebiasaan makan. Usus ikan karnivora biasanya pendek dan tinggi aktivitas enzim proteolitiknya; sedangkan usus ikan herbivora biasanya memanjang, berlipat-lipat, dan tinggi aktivitas enzim karbohidrasenya. Katup-katup spiral mungkin saja ada yang mana meningkatkan luasan untuk pencernaan.

2.2. Latihan

Kerjakan latihan ini sebagaimana instruksi di bawah:

1. Seluruh mahasiswa yang mengikuti mata kuliah Nutrisi Ikan dibagi kedalam 10 kelompok studi, kemudian masing-masing berpasangan dengan 1 kelompok studi lainnya. Dengan demikian terdapat 5 pasang, masing-masing terdiri dari 2 kelompok studi;
2. Setiap kelompok studi dilengkapi dengan 3 set alat bedah lengkap dengan papan landasan untuk membedah ikan, dan 3 ekor ikan berukuran besar dari spesies yang sama;
3. Setiap pasangan 2 kelompok studi memilih 3 ekor ikan dari jenis yang sama namun tidak boleh sama dengan pasangan kelompok studi lainnya. Rundingkan dan pilih salah satu jenis ikan untuk masing-masing pasangan. Ikan yang tersedia adalah kakap, lele, mas, bandeng, dan gurami;
4. Ukur panjang total tubuh ikan menggunakan mistar dan bobot ikan dengan menggunakan timbangan elektrik;
5. Selanjutnya, setiap kelompok studi melakukan pembedahan terhadap ke 3 ikan miliknya. Penting!! Bedah dengan hati-hati agar saluran pencernaan tidak sobek, rusak, atau terpotong;
6. Gambar saluran pencernaan sebagaimana terlihat pada posisi aslinya dalam rongga perut. Sebutkan bagian-bagian yang penting;
7. Keluarkan saluran pencernaan tersebut dari tubuh dengan hati-hati. Gambar kembali bagian-bagian yang tadi belum terlihat. Bilamana perlu, tarik, ulur dan rentangkan, namun jangan sampai putus atau rusak;
8. Potong saluran pencernaan tersebut pada bagian faring dan ujung usus besar. Kemudian, timbang bobot total saluran pencernaan tersebut dan ukur panjang totalnya dengan cara merentangkan hingga lurus seluruh bagian usus yang berlipat. Hati-hati!!. Usus ikan mudah putus, apalagi kalau ikan sudah mati lama;
9. Bandingkan hasil pengamatan tersebut dengan kelompok studi lainnya dengan jenis ikan yang berbeda;

10. Buat laporan lengkap dan presentasikan di depan semua kelompok studi serta dosen pengampu.

3. Penutup

3.1. Test Formatif

Jawablah soal-soal di bawah ini.

A. Jawaban Benar / Salah

1. Ikan merupakan hewan yang kurang cerdas dengan volume otak kecil. Oleh karena itu, ikan tidak dapat mengingat-ingat kebiasaan atau rutinitas dalam hal penerapan manajemen pemberian pakan yang dilakukan oleh pembudidaya.
2. Indra penglihatan ikan pada umumnya tidak berkembang dengan baik. Namun demikian, ikan tidak merasa kesulitan dalam menentukan orientasi letak atau posisi pakan.

B. Jawaban singkat

1. Sebutkan bagian mana dari saluran sistem pencernaan yang paling berperan dalam penyerapan nutrisi pakan.
2. Menurut kebiasaan makannya, ikan digolongkan ke dalam 5 kelompok. Sebutkan!.

C. Uraian

1. Jelaskan bagaimana proses pemangsaan pakan oleh ikan bisa atau tidak bisa terjadi!
2. Struktur alat makan ikan beradaptasi dengan kebiasaan makannya. Uraikan dengan contoh!.

3.2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Untuk dapat melanjutkan ke materi berikutnya, mahasiswa harus mampu menjawab semua pertanyaan paling tidak 75% benar. Selamat bagi Anda yang telah lolos ke materi berikutnya!

3.3. Rangkuman

Pakan dan teknik pemberian pakan hendaknya dirancang untuk mendorong efektivitas pemangsaan oleh ikan agar diperoleh efisiensi penggunaan pakan dan pertumbuhan optimal. Berbagai tipe tingkah laku makan meliputi: predator, grazer, strainer, sucker, dan parasit. Proses makan pada ikan dimulai dari perimbangan antara tingkat nafsu makan dan tingkat kenyang, kemudian dilanjutkan dengan respons terhadap rangsangan dan pencarian sumber rangsangan, menentukan lokasi dan identifikasi jarak, jenis, atau tipe pakan, dan akhirnya penangkapan pakan. Apabila rasa pakan sesuai dengan yang diinginkan, maka pakan tersebut akan ditelan. Sebaliknya jika pakan terasa tidak enak, maka pakan tersebut akan ditolak atau dimuntahkan kembali. Berbagai faktor seperti oksigen, suhu, amonia, kompetisi atau persaingan, dan stres karena penanganan mempengaruhi tingkat nafsu makan.

Beberapa pola tingkah laku ataupun kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi ikan dalam mendapatkan makan antara lain indra yang digunakan, musim tahunan, waktu harian, dan kontak secara fisik dengan makanan. Sistem pencernaan ikan meliputi mulut, faring, esofagus, perut atau lambung, pilorus, usus, hati, dan kantung empedu. Ikan dapat diklasifikasikan berdasarkan kebiasaan makannya, seperti herbivora, karnivora, omnivora, detritivora, dan planktivora. Pada ikan, kebiasaan makan yang berbeda berkaitan dengan berbagai struktur alat makan yang dimilikinya. Alat makan tersebut beradaptasi secara struktural dalam melakukan aktivitas makan.

B. Jawaban singkat

1. Jawab: Usus atau intestin
2. Jawab: Kelompok herbivora, karnivora, omnivora, detritivora, dan planktivora.

C. Uraian

1. Jawab: Proses pemangsaan atau makan pada ikan dimulai dari perimbangan antara tingkat nafsu makan dan tingkat kenyang. Apabila ikan merasa lapar maka muncul nafsu makan yang kemudian dilanjutkan dengan respons terhadap rangsangan dan pencarian sumber rangsangan. Rangsangan berupa atraktan atau daya tarik dari pakan, baik secara visual melalui indra penglihatan maupun non-visual melalui indra pembau. Selanjutnya, ikan akan menentukan orientasi lokasi dan mengidentifikasi pakan berdasarkan jarak, jenis, atau tipe pakan. Akhirnya, penangkapan pakan terjadi. Apabila rasa atau stimulan dari pakan sesuai dengan yang diinginkan ikan maka pakan tersebut akan ditelan. Sebaliknya, jika pakan terasa tidak enak bagi ikan maka pakan tersebut akan ditolak atau dimuntahkan kembali.
2. Jawab: Secara alamiah dan biologis, struktur alat pencernaan ikan berbeda menurut kebiasaan makannya, baik pada gigi maupun usus yang dimiliki. Perbandingan panjang antara usus dan panjang total tubuh pada ikan herbivora jauh lebih besar nilainya bila dibandingkan dengan nilai perbandingan pada ikan karnivora. Usus ikan herbivora memiliki usus berlipat-lipat dan biasanya panjang. Hal ini terkait pula dengan perbedaan enzimatis dalam saluran pencernaan serta tingkat kemudahan pakan yang dicerna. Ikan herbivora tinggi aktivitas enzim karbohidrasenya, sedangkan usus ikan karnivora biasanya tinggi aktivitas enzim proteolitiknya. Katup-katup spiral mungkin saja ada pada ikan herbivora yang mana meningkatkan luasan untuk pencernaan.

DAFTAR PUSTAKA/ACUAN/BACAAN ANJURAN

- Lawrence, E. 1989. Biological Terms. 10th ed. Longman Sci. & Technical, Singapore. 645 p.
- Lovell, T. 1989. Nutrition and Feeding of Fish. Van Nostrand reinhold, New York. 260 p.
- Parker, R. 2002. Aquaculture Science. 2nd ed. Delmar, Thomson Learning, USA. 621 p.
- Webster, C.D. 2002. Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture. CABI Pub., USA. 448 p.

SENARAI

Esophagus = oesophagus: bagian antara faring dan perut dari saluran pencernaan

Gall bladder: saluran atau kantung empedu

Pharynx: bagian setelah mulut; bagian depan dari saluran pencernaan

BIOGRAFI PENULIS



Dr.Ir. Subandiyono, MAppSc. adalah staf pengajar pada program studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Lahir di Kebumen pada tanggal 22 Januari 1962 dari pasangan bapak Soetopo M.D. dan ibu Hj. Saidah sebagai anak ke 5 dari 9 bersaudara. Pernikahan dengan Dr.Ir. Sri Hastuti, MSi. dikaruniai seorang putra yang diberi nama Sandi Sutopo Aribowo dan seorang putri yang diberi nama Anggit Gusti Nugraheni.

Gelar kesarjaan diperoleh dari Institut Pertanian Bogor (IPB) pada tahun 1987, dengan masuk sebagai mahasiswa melalui jalur perintis II. Sebagai penerima beasiswa peningkatan prestasi akademik (PPA) serta kemudian ikatan dinas (ID), pada tahun 1988 diterima sebagai dosen di Undip. Gelar *Master of Applied Science* diperoleh dari *University of Tasmania* (UNITAS), Australia pada tahun 1994. Gelar doktor diperoleh dari IPB pada tahun 2005 dengan perolehan sertifikat penghargaan sebagai wisudawan terbaik (IPK 4.0).

Kajian ilmu yang ditekuni mulai dari S1 hingga S3 adalah budidaya ikan (*aquaculture*) dengan lebih fokus pada bidang makanan dan nutrisi ikan, sebagaimana ditunjukkan pada topik skripsi, tesis, dan disertasi. Kajian nutrisi telah dilakukan terhadap udang galah serta ikan trout, beronang, gurami, mas, lele, nila, dan beberapa jenis ikan lainnya. Pada penerbitan tahun 2013, buku ajar 'Nutrisi Ikan' ini memperoleh hibah insentif penulisan buku ajar dari Dikti. Buku teks yang telah diterbitkan adalah mengenai 'BERONANG-serta Prospek Budidaya Laut di Indonesia', dan 'Teknologi Tepat Guna Budidaya Ikan LeleDumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) Hygienis'.

Saat ini, Subandiyono masih mengemban amanah tugas tambahan sebagai Kepala Pusat Aktivitas Instruksional (Kapus PAI), Direktorat Pengembangan Pembelajaran dan Kerjasama Akademik (DP2KA), Universitas Diponegoro.



Dr.Ir. Sri Hastuti, MSi. adalah staf pengajar pada program studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Lahir di Kudus pada tanggal 22 Agustus 1963 dari pasangan bapak Moch. Jaelan Atmo dan ibu Soedjinah sebagai anak ke 4 dari 6 bersaudara. Menjalin rumah tangga dengan Dr.Ir. Subandiyono, MAppSc. sejak 1988 dan telah dikaruniai seorang putra pada tahun 1990 yang diberi nama Sandi S. Aribowo. Tahun 1996 memperoleh amanah lagi, seorang putri bernama Anggit G. Nugraheni. Gelar kesarjaan dan master

diperoleh dari Institut Pertanian Bogor (IPB), masing-masing pada tahun 1987 dan 1997. Gelar doktor diperoleh dari Institusi yang sama pada tahun 2005 dengan perolehan IPK 3.99.

Diterima sebagai dosen Undip pada tahun 1988 dan dengan tugas mengajar bidang budidaya ikan, seperti dasar-dasar akuakultur, manajemen akuakultur, manajemen kesehatan ikan, dan metodologi penelitian. Penelitian beronang telah ditekuni sejak 2000. Ketekunannya terhadap kajian kesehatan ikan telah membuahkan hasil dengan diperolehnya Hibah Bersaing, Hibah Kompetensi, dan Stratnas, yang merupakan skeme penelitian bergengsi dari Dikti. Penelitian terhadap lele dumbo (*Clarias gariepinus*) telah dilakukan sejak 2006. Sejak tahun 2010, Sri Hastuti fokus melakukan kajian terhadap jenis penyakit yang baru-baru ini ditemukan menyerang lele dumbo di berbagai daerah, yaitu lele kuning (*joundice catfish*). Dari hasil penelitian tersebut, diterbitkan buku teks yang diberi judul: 'Teknologi Tepat Guna Budidaya Ikan LeleDumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) Hygienis'. Bersama-sama Subandiyono, Sri Hastuti menyusun dan menerbitkan buku teks berjudul: 'BERONANG-serta Prospek Budidaya Laut di Indonesia'. Pada penerbitantahun 2013, buku ajar 'Nutrisi Ikan' ini memperoleh hibah insentif penulisan buku ajar dari Dikti.

Sri Hastutipernah mengemban tugas sebagai sekretaris laboratorium prodi BDP, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, hinggadua periode dan berakhir pada tahun 2016.



• **UNDIP** •
MAJU DENGAN MUTU

LOGO Q-A UNDIP

Gambar yang terlihat adalah berasal dari dua huruf yaitu Q (*quality*) dan A (*assurance*) yang disusun berimpit,

Huruf Q digambarkan sebagai lingkaran  dan lidah gelombang  yang berwarna merah

Lingkaran menggambarkan kontinuitas, keseimbangan, ketidakpuasan dalam melakukan penjaminan mutu. Lidah gelombang dengan warna merah dimaksudkan sebagai gambaran kedinamisan dari Quality Undip itu sendiri.

Huruf A digambarkan dalam bentuk segitiga  yang melambangkan Tridharma PT yang dijaminmutukan.

QA (Lingkaran dan segitiga) berwarna gradasi dengan gelap dibawah dan menjadi terang di atas sesuai dengan arah mata anak panah (segitiga) menggambarkan tujuan QA untuk mendukung Undip menuju kejayaan (kebersinaran).

Slogan “MAJU DENGAN MUTU” jelas menyatakan tekad UNDIP untuk terus maju, dan kemajuan yang dicapai adalah kemajuan yang selalu mendasar pada mutu (kualitas).