



NUTRISI* dan *PAKAN IKAN

**Ria Retno Dewi Sartika Manik
Jogi Arleston**

NUTRISI dan PAKAN IKAN

Ria Retno Dewi Sartika Manik, S.S.T.Pi., M.P
Jogi Arleston, S.St.Pi., M.P

Editor:

Cand.Dr.Anita Sitanggang,S.Pd.,M.Pd



NUTRISI DAN PAKAN IKAN

Penulis:

**Ria Retno Dewi Sartika Manik
Jogi Arleston**

Desain Cover:

Ridwan

Tata Letak:

Atep Jejen

Editor:

Cand.Dr.Anita Sitanggang

ISBN:

978-623-6092-49-1

Cetakan Pertama:

Mei 2021

Hak Cipta 2021, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2021

by Penerbit Widina Bhakti Persada Bandung

All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi,
atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT:

**WIDINA BHAKTI PERSADA BANDUNG
(Group CV. Widina Media Utama)**

**Anggota IKAPI Cabang Jawa Barat
No. 360/ALB/JBA/2020**

Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas
Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Website: www.penerbitwidina.com

PRAKATA PENULIS

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa, karena berkat dan anugerah-Nya, penulis dapat menyelesaikan buku *Nutrisi dan Pakan Ikan*. Penulisan buku ini bertujuan untuk menunjang proses belajar mengajar pada mata kuliah *Manajemen Budidaya Perikanan* yang di dalamnya membahas tentang *Nutrisi dan Pakan Ikan*. Buku ini dapat dijadikan pegangan bagi mahasiswa sebagai bahan ajar dan dijadikan literatur bagi masyarakat sebagai bahan pertimbangan dalam menyusun formulasi pakan ikan serta manajemen pemberian pakan ikan.

Cakupan materi pada buku *Nutrisi dan Pakan ikan* yaitu kebutuhan nutrisi ikan sampai pengemasan dan penyimpanan pakan. Penulis akan sangat berbahagia apabila buku ini dapat diterima baik bagi kalangan *Fakultas Perikanan dan Dinas Perikanan* pada umumnya serta dapat menambah wawasan para pembudidaya ikan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang membantu dalam penyelesaian penulisan buku ini.

Mei, 2021

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI	iv
BAB 1 KEBUTUHAN NUTRISI.....	1
BAB 2 BAHAN BAKU PEMBUATAN PAKAN	5
1. Bahan hewani	5
2. Bahan nabati.....	18
3. Bahan tambahan	28
BAB 3 PERALATAN PEMBUATAN PAKAN IKAN	31
BAB 4 PROTEIN	37
1. Komposisi kimia, klasifikasi dan sumber protein.....	37
2. Komposisi protein.....	38
3. Klasifikasi protein.....	39
4. Sumber protein.....	42
5. Fungsi protein	43
BAB 5 KARBOHIDRAT	45
1. Pengertian karbohidrat	45
2. Peranan fungsi karbohidrat	47
3. Metabolisme dan pencernaan.....	47
BAB 6 LEMAK.....	53
1. Pengertian lemak.....	53
2. Fungsi lemak	54
3. Jenis lemak.....	55
BAB 7 CARA MENGHITUNG FORMULASI PAKAN SECARA MANUAL TANPA EXCEL	59
BAB 8 FORMULASI PAKAN MENGGUNAKAN METODE 4 SQUARE	65
BAB 9 FORMULASI PAKAN MENGGUNAKAN METODE 4 SQUARE	71
1. Pembuatan formulasi pakan	71
2. Kesimpulan	73
3. Proses pembuatan pakan	74
4. Metodologi	76

BAB 10 BAHAN ANTI NUTRISI	79
BAB 11 SISTEM PENCERNAAN PADA IKAN	85
BAB 12 PENGUJIAN MUTU PAKAN.....	93
1. Pengujian fisik.....	93
2. Pengujian kimiawi.....	95
3. Pengujian biologis.....	95
BAB 13 PENGEMASAN DAN PENYIMPANAN PAKAN	95
DAFTAR PUSTAKA.....	97
PROFIL PENULIS	99



KEBUTUHAN NUTRISI IKAN

Seperti halnya manusia ikan memerlukan nutrisi yang baik agar bisa hidup dengan sehat. Oleh karena itu ikan perlu diberi makan dengan makanan yang mengandung kadar nutrisi yang memadai. Nutrisi yang harus ada pada ikan adalah protein, karbohidrat, lemak, mineral, dan vitamin.

1. PROTEIN

Sekitar 50 % dari kebutuhan kalori yang diperlukan oleh ikan berasal dari protein. Bahan ini berfungsi untuk membangun otot, sel-sel, dan jaringan tubuh, terutama bagi ikan-ikan muda. Kebutuhan protein sendiri bervariasi tergantung pada jenis ikannya. Meskipun demikian, protein adalah unsur kunci yang diperlukan untuk pertumbuhan dan kesehatan pada seluruh jenis ikan. Pada umumnya kebutuhan ikan terhadap protein dapat digolongkan secara garis besar sebagai berikut : 15 – 30 % dari total pakan bagi ikan-ikan herbivora, dan 45% bagi ikan karnivora. Sedangkan untuk ikan-ikan muda diperlukan diet dengan kandungan protein 50 %.

2. LEMAK

Lemak merupakan sumber utama energi pada ikan. Lemak tersimpan dalam jaringan dan berfungsi untuk menjaga stamina yang prima pada ikan yang bersangkutan. Selain itu, juga sebagai media penyimpan vitamin-vitamin yang larut dalam lemak, seperti vitamin A, D, E, dan K. Pada makanan ikan, lemak direkomendasikan supaya tidak terlalu tinggi kandungannya. Bahkan ikan-ikan pemakan daging pun (karnivora) kebutuhan akan lemaknya tidak lebih dari 8 %, sedangkan ikan-ikan herbivora kebutuhannya tidak lebih dari 3%. Kelebihan lemak pada ikan diketahui dapat menyebabkan kerusakan

hati, menyebabkan timbulnya beberapa penyakit dan sering menimbulkan kematian dini. Ikan sering mengalami kesulitan untuk mencerna lemak-lemak keras, seperti yang terdapat pada daging sapi misalnya. Lemak jenuh bisa membahayakan ikan, oleh karena perlu dihindarkan. Sedangkan lemak-lemak jamak tak jenuh, seperti terdapat pada artemia sangat mudah dicerna dan diketahui dapat memicu pemijahan.

3. KARBOHIDRAT

Pada ikan, karbohidrat diperlukan untuk pertumbuhan dan energi. Meskipun demikian, ikan tidak memerlukan karbohidrat dalam jumlah besar pada makanannya. Kebanyakan karbohidrat diketahui malah dapat menghambat pertumbuhan ikan. Hal ini tampaknya berkaitan dengan kenyataan bahwa kandungan kadar karbohidrat yang tinggi pada makanan ikan sering berkaitan dengan rendahnya kadar nutrisi esensial lainnya.

4. MINERAL

Di habitatnya sumber-sumber mineral bagi ikan banyak tersedia secara alamiah. Tapi dalam lingkungan akuarium yang tertutup dan serba terbatas hal demikian tidak bisa dipenuhi. Oleh karena itu mineral perlu disediakan melalui makanannya. Mineral pada ikan diperlukan untuk menjaga kesehatan tulang, gigi, dan bahkan sisik. Mineral utama yang diperlukan adalah kalsium dan fosfor. Selain itu mereka juga memerlukan besi, iodine, magnesium, natrium, kalium, tembaga dan seng. Kalsium dapat dijumpai pada air-air berkesudahan tinggi sedangkan fosfor bisa dijumpai pada tanaman air. Apabila air yang digunakan berkesudahan rendah, dan dalam akuarium tidak ada tanaman airnya maka sangat penting untuk memberikan tambahan mineral pada makanan ikan. Tulang dan daging merupakan sumber kalsium dan fosfor yang baik. Meskipun demikian, mereka bisa juga dijumpai pada makanan kering (flake) yang berkualitas baik.

5. SERAT

Serat relatif banyak dijumpai pada sayuran. Meskipun dalam jumlah sedikit dapat membantu proses pencernaan, serat tidak boleh diberikan terlalu banyak. Ikan karnivora bahkan tidak bisa mencerna serat sama sekali, dan direkomendasikan kandungannya pada makanan karnivora tidak lebih

dari 4 %. Sedangkan untuk ikan herbivora dianjurkan untuk memberikan serat dengan kadar 5 – 10 %.

6. VITAMIN

Berbeda dengan mineral, vitamin bersifat tidak stabil pada pakan jadi. Flake misalnya, mengandung cukup vitamin pada awalnya, tapi setelah berjalannya waktu vitamin ini akan mengalami kerusakan. Penyimpanan dalam freezer bisa membantu dalam mengawetkan kandungan vitamin, meskipun demikian dianjurkan untuk membeli pakan ikan untuk digunakan dalam waktu dekat. Vitamin utama yang diperlukan oleh ikan adalah A, D3, E, K, B1, B2, B3, B5, B6, B12, H, M dan inositol.

Banyak para hobi ikan hias yang tidak menyadari peranan penting vitamin dalam kesehatan ikan. Kekurangan vitamin A misalnya, dapat menyebabkan pertumbuhan ikan menjadi terhambat dan dapat menyebabkan terjadi tulang punggung yang melengkung. Vitamin E dan A merupakan faktor penting untuk menjaga ikan berada dalam kondisi prima untuk memijah. Vitamin K merupakan vitamin penting dalam penggumpalan darah. Vitamin B1, B2, dan B6 penting untuk pertumbuhan normal. B3 dan C diperlukan dalam proses pencernaan yang baik. Vitamin C juga diperlukan dalam pertumbuhan tulang dan gigi. Vitamin B5 dan M secara bersama-sama merupakan faktor utama dalam proses metabolisme. Kekurangan vitamin H dapat mengurangi pembentuk sel darah dan menyebabkan anemia.

Membeli makanan ikan dalam jumlah sedikit tapi bervariasi merupakan salah satu cara untuk memastikan bahwa ikan akan mendapatkan pasokan nutrisi yang cukup untuk tumbuh, sehat dan berumur panjang. Beberapa contoh kelainan pada ikan sebagai akibat kekurangan jenis nutrisi tertentu.

Table 1. kelainan pada ikan sebagai akibat kekurangan jenis nutrisi

Gejala kekurangan	Nutrisi
Anemia	Folic Acid, Inositol, Niacin, Pyrodoxine, Rancid Fat, Riboflavin, Vitamin B12, Vitamin C, Vitamin E, Vitamin K
Anorexia	Biotin, Folic Acid, Inositol, Niacin, Pantothenic Acid , Pyrodoxine, Riboflavin, Thiamin, Vitamin A, Vitamin B12, Vitamin C
Acites	Vitamin A, Vitamin C, Vitamin E
Ataxia	Pyrodoxine, Pantothenic acid, Riboflavin
Atrophy of Gills	Pantothenic Acid
Atrophy of Muscle	Biotin, Thiamin
Caclnosis : renal	Magnesium
Cartilage abnormality	Vitamin C, Tryptophan
Cataracts	Methionine, Riboflavin, Thiamin, Zinc
Ceroid liver	Rancid Fat, Vitamin E
Cloudy lens	Methionine, Riboflavin, Zinc
Clubbed gills	Pantothenic Acid
Clotting blood: slow	Vitamin K
Colouration: dark skin	Biotin, Folic Acid, Pyrodoxine Riboflavin
Convulsions	Biotin, Pyrodoxine, Thiamin
Discolouration of skin	Fatty Acids, Thiamin
Deformations: bone	Phosphorous
Deformations: lens	Vitamin A
Degeneration of gills	Biotin
Dermatitis	Pantothenic Acid
Diathesis, exudative	Selenium
Distended stomach	Inositol
Distended swimbladder	Pantothenic Acid
Dystrophy, muscula	

(Sumber: DP Bureau dan CY Cho. Fish Nutrition Research Laboratory)

BAHAN BAKU PEMBUATAN PAKAN

1. BAHAN HEWANI

a. Tepung Ikan

Bahan baku tepung ikan adalah jenis ikan rucah (tidak bernilai ekonomis) yang berkadar lemak rendah dan sisa-sisa hasil pengolahan. Ikan difermentasikan menjadi bekasem untuk meningkatkan bau khas yang dapat merangsang nafsu makan ikan. Lama penyimpanan < 11-12 bulan, bila lebih dapat ditumbuhi cendawan atau bakteri, serta dapat menurunkan kandungan lisin yang merupakan asam amino essensial yang paling essensial sampai 8%.



Gambar 1. Ikan rucah sebagai bahan tepung ikan

Kandungan gizi:

- 1) Protein : 22,65%
- 2) Lemak : 15,38%

- 3) Abu : 26,65%
- 4) Serat : 1,80%
- 5) Air : 10,72%
- 6) Nilai ubah : 1,5-3

Cara pembuatannya:

- 1) Ikan direbus sampai masak, diwadahi karung, lalu diperas.
- 2) Air perasan ditampung untuk dibuat petis / diambil minyaknya.
- 3) Ampasnya dikeringkan dan digiling menjadi tepung.



Gambar 2. Tepung ikan yang sudah jadi

b. Tepung Rebon dan Benawa

Rebon adalah sejenis udang kecil yang merupakan bahan baku pembuatan terasi. Benawa adalah anak kepiting laut. Rebon dan Benawa muncul pada awal musim hujan di sekitar muara sungai, mengerumuni benda yang terapung.



Gambar 3. Udang rebon



Gambar 4. Benawa

Kandungan gizi:

- 1) Protein : 59,4% (udang rebon), 23,38% (benawa)
- 2) Lemak : 3,6% (Udang rebon), 25,33% (Benawa)
- 3) Karbohidrat : 3,2% (Udang rebon), 0,06% (benawa)
- 4) Abu : 11,41% (Benawa)
- 5) Serat : 11,82% (Benawa)
- 6) Air : 21,6% (Udang rebon), 5,43% Benawa
- 7) Nilai ubah : Benawa = 4–6

Cara pembuatannya:

- 1) Bahan direbus sampai masak, diwadahi karung, lalu diperas
- 2) Ampasnya dikeringkan dan digiling menjadi tepung.

c. Tepung Kepala Udang

Bahan yang digunakan adalah kepala udang, limbah pada proses pengolahan udang untuk ekspor.



Gambar 5. Kepala udang

Kandungan gizi:

- | | |
|----------------|----------|
| 1) Protein | : 48,35% |
| 2) Lemak | : 6,65% |
| 3) Karbohidrat | : 0% |
| 4) Abu | : 7,72% |
| 5) Serat kasar | : 14,61% |
| 6) Air | : 17,28% |

Cara pembuatannya :

- 1) Bahan direbus, dijemur sampai kering dan digiling
- 2) Tepung diayak untuk membuang bagian-bagian yang kasar dan banyak mengandung kitin.



Gambar 6. Kepala udang setelah dijadikan tepung

d. Tepung Anak Ayam

Bahan yang digunakan adalah anak ayam jantan dari perusahaan pembibitan ayam petelur.

Kandungan gizinya:

- 1) Protein : 61,65%
- 2) Lemak : 27,30%
- 3) Abu : 2,34%,
- 4) Air : 8,80%
- 5) Nilai ubah : 5–8.



Gambar 7. Anak ayam yang akan dijadikan tepung

Tepung anak ayam juga mengandung hormon, enzim, vitamin, dan mineral yang dapat merangsang nafsu makan dan pertumbuhan.

Cara pembuatannya :

- 1) Anak-anak ayam dimatikan secara masal, bulu-bulunya dibakar dengan lampu semprot. Kemudian direbus sampai kaku (setengah masak).
- 2) Diangin-anginkan sampai kering dan digiling beberapa kali sampai halus. Hasil gilingan yang masih basah disebut pasta dan dapat langsung digunakan.
- 3) Pasta dapat dikeringkan dan digiling menjadi tepung.

e. Tepung Kepompong Ulat Sutra

Bahan yang digunakan adalah kepompong ulat sutra yang merupakan limbah industri pemintalan benang sutra alam.



Gambar 8. Kepompong ulat sutra

Kandungan gizinya:

- | | |
|---------------|----------|
| a. Protein | : 46,74% |
| b. Lemak | : 29,75% |
| c. Abu | : 4,86%, |
| d. Serat | : 8,89% |
| e. Air | : 9,76% |
| f. Nilai ubah | : 1,8 |

f. Ampas Minyak Hati Ikan

Bahan yang digunakan adalah ampas hati ikan yang telah diperas minyaknya.



Gambar 9. Minyak hati ikan

Kandungan gizinya:

- | | |
|---------------|----------|
| 1) Protein | : 25,08% |
| 2) Lemak | : 56,75% |
| 3) Abu | : 6,60%, |
| 4) Air | : 12,06% |
| 5) Nilai ubah | : 8. |

Cara pembuatannya:

1. digunakan sebagai pasta, karena kandungan lemaknya tinggi, sehingga sukar dikeringkan.
2. Digiling halus sampai bentuknya seperti pelet.

g. Tepung Darah

Bahan yang digunakan adalah darah limbah dari rumah pemotongan ternak.

Kandungan gizinya :

- | | |
|----------------|----------|
| a. Protein | : 71,45% |
| b. Lemak | : 0,42% |
| c. Karbohidrat | : 13,12% |

- d. Abu : 5,45%
- e. Serat : 7,95%
- f. Air : 5,19.

Proteinnya sukar dicerna, sehingga penggunaannya untuk ikan < 3% dan untuk udang < 5%.

Cara pembuatannya:



Gambar 10. Tepung darah

Darah beku yang masih mentah dimasak dan dikeringkan, kemudian digiling menjadi tepung.

h. Silase ikan

Bahan yang digunakan adalah ikan rucah dan limbah pengolahan. Silase adalah hasil olahan cair dari bahan baku asal ikan/limbahnya.

Kandungan gizinya :

- 1) Protein : 18-20%
- 2) Lemak : 1-2%
- 3) Abu : 4-6%
- 4) Air : 70-75%
- 5) Kapur : 1-3%
- 6) Fosfor : 0,3-0,9%.

Cara pembuatannya :

- 1) Bahan dicuci, dicincang kecil-kecil, kemudian digiling. Hasil gilingan direndam dalam larutan asam formiat 3% 24 jam, kemudian diperas.
- 2) Air perasan ditampung dan lapisan minyak yang mengapung di lapisan atas disingkirkan.
- 3) Cairan yang bebas minyak dicampur dengan ampas dan ditambah asam propionat 1%, untuk mencegah tumbuhnya bakteri/cendawan dan menambah daya awet $\pm$ 3 bulan dengan pH $\pm$ 4,5.
- 4) Bahan diperam selama 4 hari dan diaduk 3-4 kali sehari.
- 5) Bahan cair yang bersifat asam dapat dicampur dengan dedak, ketela pohon/tepung jagung dengan perbandingan 1:1, dikeringkan dan digunakan untuk campuran dalam ramuan makanan.

i. Arang Bulu Ayam dan Tepung Tulang

Bahan yang digunakan adalah arang bulu ayam, tulang ternak.

Kandungan gizinya :

- 1) Protein : 25,54%
- 2) Lemak : 3,80%
- 3) Abu : 61,60%
- 4) Serat : 1,80%
- 5) Air : 5,52%.



Gambar 11. Tepung tulang

Cara pembuatannya:

- 1) Tulang dipotong sepanjang 5-10 cm, direbus selama 2-4 jam dengan suhu 100° C
- 2) kemudian dihancurkan hingga menjadi serpihan-serpihan sepanjang 1-3 cm.
- 3) Serpihan tulang direndam dalam air kapur 10% selama 4-5 minggu dan dicuci dengan air tawar.
- 4) Pemisahan selatin dengan jalan pemanasan 3 tahap, yaitu pada suhu 60 derajat C selama 4 jam, suhu 70 derajat C selama 4 jam, dan 100 derajat C selama 5 jam.
- 5) Pemrosesan selatin, Tulang dikeringkan pada suhu 100 derajat C, sampai kadar airnya tinggal 5% dan digiling hingga menjadi tepung.
- 6) Setelah itu dikemas dan disimpan.

j. Tepung Bekicot

Bahan yang digunakan adalah daging bekicot mentah dan daging bekicot rebus.



Gambar 12. Bekicot

Kandungan gizinya :

- | | |
|----------------|-----------|
| 1) Protein | : 54,29% |
| 2) Lemak | : 4,18% |
| 3) Karbohidrat | : 30,45%, |
| 4) Abu | : 4,07% |
| 5) Kapur | : 8,3% |
| 6) Fosfor | : 20,3% |
| 7) Air | : 7,01. |

Cara pembuatannya :

Daging bekicot dikeringkan lalu digiling. Untuk campuran makanan sebesar 5-15%.

k. Tepung Cacing Tanah

Tepung cacing tanah dapat menggantikan tepung ikan, dapat ditanak secara masal. Jumlah penggunaan dalam ramuan 10-25%.



Gambar 13. Cacing tanah

Kandungan gizinya :

- 1) Protein : 72% dan mudah diserap dinding usus.

Cara pembuatannya :

- 1) Cacing dikeringkan lalu digiling sampai menjadi tepung.

l. Tepung Artemia

Tepung artemia Dapat menggantikan tepung ikan/kepala udang. Kandungan protein (asam amino essensial) untuk burayak 42% dan dewasa 60%, sedangkan asam lemak tak jenuh untuk burayak 20% dan dewasa 10%. Daya cernanya tinggi.



Gambar 14. Artemia

m. Telur Ayam dan Itik

Bahannya adalah telur mentah atau telur rebus dari ayam dan itik



Gambar 15. Telur ayam (kiri) dan telur itik (kanan)

Kandungan gizinya :

- 1) Protein : 12,8%
- 2) Lemak : 11,5%
- 3) Karbohidrat : 0,7%
- 4) Air : 74%.

Cara pembuatannya :

Telur mentah langsung dikopyok dan dicampur dengan bahan lain. Telur rebus, diambil kuningnya, dihaluskan dan dilarutkan sampai membentuk emulsi atau suspensi.

n. Susu

Bahan yang digunakan adalah tepung susu tak berlemak (skim).



Gambar 16. Tepung susu tak berlemak (skim)

Kandungan gizi :

- 1) Protein : 35,6%
- 2) Lemak : 1,0%
- 3) Karbohidrat : 52,0%,
- 4) Air : 3,5%

2. BAHAN NABATI

a. Dedak

Bahan dedak padi ada 2, yaitu dedak halus (katul) dan dedak kasar. Dedak yang paling baik adalah dedak halus yang didapat dari proses penyosohan beras.



Gambar 17. Dedak

Kandungan gizi :

- 1) Protein : 8,2%,
- 2) Lemak : 12,15%
- 3) Karbohidrat : 28,62%
- 4) Abu : 10,5%
- 5) Serat kasar : 24,46%
- 6) Air : 10,15%
- 7) Nilai ubah : 8

b. Dedak Gandum

Bahan yang digunakan adalah hasil samping perusahaan tepung terigu.

Tepung yang paling baik untuk pakan ikan adalah “wheat pollard”

Kandungan gizi :

- 1) Protein : 11,99%
- 2) Lemak : 1,48%
- 3) Karbohidrat : 64,75%
- 4) Abu : 0,64%
- 5) Serat kasar : 3,75%
- 6) Air : 17,35%
- 7) Nilai ubah : 2-3



Gambar 18. Dedak gandum ‘white pollard’

c. Jagung

Jagung Terdapat 2 jenis, yaitu :

- 1) Jagung kuning, mengandung protein dan energi tinggi, daya lekatnya rendah
- 2) Jagung putih, mengandung protein dan energi rendah, daya lekatnya tinggi. Sukar dicerna ikan sehingga jarang digunakan.



Gambar 19. Jagung kuning (kiri) dan jagung putih (kanan)

d. Cantel/Sorgum

Cantel/Sorgum berwarna merah, putih, kecokelatan. Warna putih lebih banyak digunakan. Cantel/Sorgum mempunyai zat tanin yang dapat menghambat pertumbuhan, sehingga harus ditambah metionin/penyosohan yang lebih baik.



Gambar 20. Cantel/Sorgum

Kandungan gizi :

- | | |
|----------------|----------|
| 1) Protein | : 13,0% |
| 2) Lemak | : 2,05% |
| 3) Karbohidrat | : 47,85% |
| 4) Abu | : 12,6% |
| 5) Serat kasar | : 13,5% |
| 6) Air | : 10,64% |
| 7) Nilai ubah | : 2-5 |

e. Tepung Terigu

Tepung terigu berasal dari biji gandum, berfungsi sebagai bahan perekat.

Kandungan gizi :

- 1) Protein : 8,9%
- 2) Lemak : 1,3%
- 3) Karbohidrat : 77,3%
- 4) Abu : 0,06%
- 5) Air : 13,25%.



Gambar 21. Tepung terigu

f. Tepung Kedelai

Keuntungan menggunakan tepung kedelai adalah kedelai mengandung lisin asam amino essensial yang paling essensial dan aroma makanan lebih sedap, penggunaannya $\pm 10\%$.

Sedangkan kekurangannya kedelai mengandung zat yang dapat menghambat enzim tripsin, tetapi dapat dikendalikan dengan cara kedelai dimasak terlebih dahulu.



Gambar 22. Kedelai

Kandungan gizi :

- 1) Protein : 44%
- 2) Lemak : 14,3%
- 3) Karbohidrat : 29,5%
- 4) Abu : 5,4%
- 5) Serat : 2,8%,
- 6) Air : 8,4%
- 7) Nilai ubah : 3-5

g. Tepung Ampas Tahu

Tepung ampas tahu adalah tepung yang dibuat dari ampas limbah pembuatan tahu.



Gambar 23. Ampas tahu

Kandungan gizi :

- 1) Protein : 23,55%
- 2) Lemak : 5,54%
- 3) Karbohidrat : 26,92%
- 4) Abu : 17,03%
- 5) Serat kasar : 16,53%
- 6) Air : 10,43%

h. Tepung Bungkil Kacang Tanah

Bungkil kacang tanah adalah ampas pembuatan minyak kacang. Kelemahannya dapat menyebabkan penyakit kurang vitamin, dengan gejala sirip tidak normal tapi dapat dicegah dengan membatasi penggunaannya.



Gambar 24. Kacang tanah yang diambil bungkilnya

Kandungan gizi :

- 1) Protein : 47,9%
- 2) Lemak : 10,9%
- 3) Karbohidrat : 25,0%
- 4) Abu : 4,8%
- 5) Serat kasar : 3,6%
- 6) Air : 7,8%
- 7) Nilai ubah : 2,7-4

i. Bungkil Kelapa

Bungkil kelapa adalah ampas dari proses pembuatan minyak kelapa. Sebagai bahan ramuan dapat dipakai sampai 20%.

Kandungan gizi :

- 1) Protein : 17,09%
- 2) Lemak : 9,44%
- 3) Karbohidrat : 23,77%
- 4) Abu : 5,92%
- 5) Serat kasar : 30,4%
- 6) Air : 13,35%.



Gambar 25. Bungkil kelapa

j. Biji Kapuk/Randu

Bahan yang digunakan adalah bungkil kapuk yang telah diambil minyaknya. Kelemahannya adalah Mengandung zat siklo-propenoid yang bersifat racun bius. Tapi bila penggunaannya < 5% hal tersebut dapat ditanggulangi.



Gambar 26. Biji kapuk / randu

Kandungan gizinya :

- 1) Protein : 27,4%
- 2) Lemak : 5,6%
- 3) Karbohidrat : 18,6%
- 4) Abu : 7,3%
- 5) Serat kasa : 25,3%
- 6) Air : 6,1 %.

k. Biji Kapas

Bahan yang digunakan adalah bungkil dari pembuatan minyak. Kelemahannya, mengandung zat gosipol yang bersifat sebagai racun, yaitu merusak hati dan perdarahan/pembengkakan jaringan tubuh. Untuk penggunaannya harus dimasak dulu.



Gambar 27. Biji kapas

Kandungan gizi :

- 1) Protein : 19,4%
- 2) Lemak : 19,5%
- 3) Asam lemak linoleat : 47,8%
- 4) Asam lemak palmitat : 23,4%
- 5) Asam lemak oleat : 22,9%.

l. Tepung Daun Turi

Kelemahan tepung daun turi adalah mengandung senyawa beracun yaitu asam biru (HCN), lusein, dan alkaloid-alkaloid lainnya.



Gambar 28. Turi

Kandungan gizinya :

- | | |
|----------------|------------|
| 1) Protein | : 27,54% |
| 2) Lemak | : 4,73% |
| 3) Karbohidrat | : 21,30% |
| 4) Abu | : 20,45% |
| 5) Serat kasar | : 14,01% |
| 6) Air | : 11,97 %. |

m. Tepung Daun Lamtoro

Kelemahannya adalah mengandung mimosin, yaitu zat yang dapat menghambat pertumbuhan, tapi zat tersebut dapat dihilangkan dengan merendamnya dalam air tawar selama beberapa lama, kemudian dijemur sebelum dijadikan tepung. Apabila tidak di treatment, maka dalam pemakaiannya hanya boleh < 5% saja.



Gambar 29. Lamtoro

Kandungan gizinya :

- 1) Protein : 36,82%
- 2) Lemak : 5,4%
- 3) Karbohidrat : 16,08%
- 4) Abu : 1,31%
- 5) Serat kasar : 18,14%
- 6) Air : 8,8%.

n. Tepung Daun Ketela Pohon

Kelemahannya adalah mengandung racun HCN/asam biru.



Gambar 30. Daun ketela pohon

Kandungan gizi :

- 1) Protein : 34,21%,
- 2) Lemak : 4,6%
- 3) Karbohidrat : 14,69%
- 4) Air : 0,12 %

o. Isi Perut Besar Hewan Memamah biak

Bahan yang digunakan adalah isi perut sapi dari rumah pemotongan ternak. Dapat dibuat menjadi tepung dengan cara dikeringkan, dan digiling sampai menjadi tepung.

Kandungan gizinya :

- 1) Protein : 8,39%
- 2) Lemak : 5,54%
- 3) Karbohidrat : 33,51%
- 4) Abu : 17,32%
- 5) Serat kasar : 20,34%
- 6) Air : 14,9%
- 7) Nilai ubah : 2

3. BAHAN TAMBAHAN

a. Vitamin dan Mineral

Vitamin dan mineral dapat diperoleh dari toko penjual makanan ayam (poultry shop) yang sudah dikemas dalam bentuk premiks (premix). Premix tersebut mengandung vitamin, mineral, dan asam-asam amino tertentu. Dosis Penggunaannya, Untuk ikan 1-2% dan untuk udang 10-15%.

Contoh-contoh merek dagang :

- 1) Top mix : mengandung 12 macam vitamin (A, D, E, K, B kompleks), 2 asam amino essensial (metionin dan lisin) dan 6 mineral (Mn, Fe, J, Zn, Co dan Cu), serta antioksidan (BHT)
- 2) Rhodiamix : mengandung 12 macam vitamin (A, D, E, K, B kompleks), asam amino essensia metionin, dan 8 mineral (Mg, Fe, Mo, Ca, J, Zn, Co dan Cu), serta antioksidan.
- 3) Mineral B12 : mengandung tepung tulang, CaCO_3 , FeSO_4 , MnSO_4 , KI , CuSO_4 , dan ZnCO_3 , serta vitamin B12 (sianokobalamin)
- 4) Merek lain : Aquamix, Rajamix U, Pfizer Premix A, Pfizer Premix B.

b. Garam Dapur (NaCl)

Fungsi garam dapur yaitu sebagai bahan pelezat (gurih), mencegah terjadinya proses pencucian zat-zat lain yang terdapat dalam ramuan makanan ikan. Dosis Penggunaannya cukup 2%.

c. Bahan Perekat

Contoh bahan perekat adalah agar-agar, gelatin, tepung terigu, tepung sagu, dll. Yang paling baik adalah tepung kanji dan tapioka. Dosis Penggunaannya cukup 10%.

d. Antioksidan

Bahan-bahan Antioksidan adalah fenol, vitamin E, vitamin C, etoksikulin (1, 2 dihydro – 6 – etoksi - 2, 2, 4 trimethyquin oline), BHT (butylated hydroxytoluena), dan BHA (butylated hydroxyanisole). Dosis Penggunaannya adalah, etoksikulin 150 ppm, BHT dan BHA 200 ppm.

e. Ragi

Ragi adalah sejenis cendawan yang dapat merubah karbohidrat menjadi alkohol dan CO₂. Ada berbagai macam jenis ragi, di antaranya adalah ragi tape, ragi roti, dan bir.

Kandungan gizi :

- | | |
|----------------|----------|
| 1) Protein | : 59,2% |
| 2) Lemak | : 0 % |
| 3) Karbohidrat | : 38,93% |
| 4) Abu | : 4,95% |
| 5) Serat kasar | : 0 % |
| 6) Air | : 6,12%. |



Gambar 31. Ragi

f. Ampas bir

Ampas bir merupakan limbah pengolahan bir. Ada 2 macam ampas bir yaitu ampas bir basah dan kering. Dosis penggunaannya yaitu ampas bir basah 3-6% dan kering 10%.



Gambar 32. Ampas bir

Kandungan gizinya :

- 1) Protein : 25,9%
- 2) Serat kasar : 15%

PERALATAN PEMBUAT PAKAN IKAN

1. ALAT PENGGILING DAN PENGAYAK

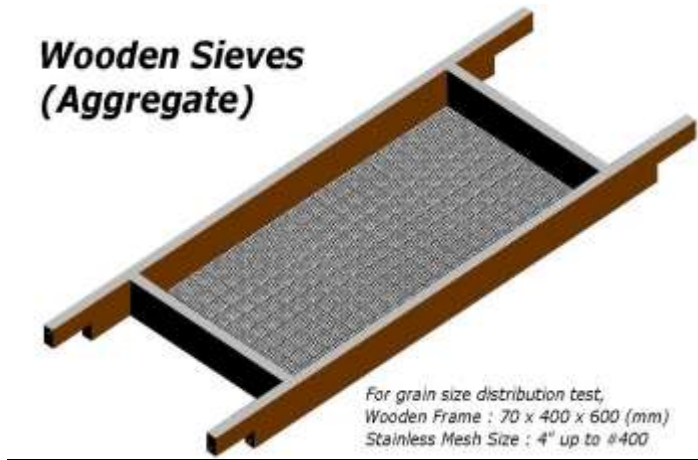
Alat penggiling yang digunakan dapat berupa penggiling jagung, penggiling kopi, dan penggiling daging. Alat penggiling jagung untuk menggiling bahan baku kasar menjadi tepung halus. Alat penggiling kopi untuk menghancurkan pellet menjadi remah atau tepung. Alat penggiling daging untuk menggiling ikan atau daging sampai menjadi tepung. Alat ini juga digunakan untuk mencetak pellet.



Gambar 33. Mesin penggiling pakan

Selain penggiling, alat penumbuk juga diperlukan. Misalnya, lumpang dan alu, yang terbuat dari kayu, batu atau besi digunakan untuk menghaluskan bahan baku yang masih kasar. Alat pengayak diperlukan untuk mengayak bahan-bahan berupa tepung, untuk mendapatkan ukuran butir

tepung yang berbeda-beda sesuai kebutuhan, tergantung ukuran mata ayakan yang berbeda-beda.



Gambar 34. Alat pengayak

2. ALAT PENIMBANG DAN PENAKAR

Dengan timbangan dan takaran, dapat diketahui jumlah tiap-tiap susunan ramuan. Bahan dengan jumlah sangat sedikit dapat ditimbang dengan timbangan emas atau timbangan digital. Untuk jumlah banyak digunakan timbangan kue, sedangkan untuk jumlah yang sangat banyak digunakan timbangan duduk.



Gambar 35. Timbangan

Alat penakar untuk bahan yang cair misalnya jarum suntik atau pipet untuk jumlah sedikit dan gelas ukur untuk jumlah lebih banyak. Dapat juga memakai gayung sesuai kebutuhan.

3. ALAT PENGADUK DAN PENCAMPUR

Mixer (pengaduk kue) atau *blender* (pembuat jus) dapat dipakai sebagai alat pengaduk dan pencampur apabila ada aliran listrik.



Gambar 36. Mixer



Gambar 37. Blender

Apabila tidak ada listrik, cukup menggunakan alat pengocok telur tradisional yang berupa kawat spiral bertangkai. Mengaduk bahan kering dapat menggunakan tangan atau menggunakan sekop bila jumlahnya sangat banyak.

4. ALAT PEMASAK

Alat pemasak dapat berupa tungku, kompor minyak, kompor gas, maupun kompor listrik. Untuk jumlah yang sangat sedikit, dapat digunakan alat penangas lampu spritus.

Sebagai pelengkap alat pemasak, digunakan dandang, periuk, panci, baskom, dan rantang. Untuk memudahkan pekerjaan dibutuhkan juga wadah-wadah, seperti ember, gentong, drum, jerigen, dan baki.

5. ALAT PENGERING

Secara alami, pengeringan dilakukan dengan dijemur di panas matahari. Namun, apabila mendung digunakan kotak pengering, lemari pengering, dan oven. Sumber panasnya dapat berasal dari api tungku, api kompor, maupun listrik.

6. ALAT PENYIMPAN

Untuk menyimpan pakan basah, misalnya bentuk larutan dan roti kukus, dibutuhkan ruangan dingin, yaitu lemari es, baik freezer maupun refrigerator. Di tempat tersebut, pakan basah dapat bertahan 2-3 hari. Untuk pakan kering yang berjumlah sedikit, diperlukan sebuah stoples. Apabila jumlahnya agak banyak, gunakan drum plastik yang tertutup atau disimpan di dalam karung plastik (bagor), lalu diletakkan di tempat kering yang tidak lembab.



Gambar 38. Drum plastik sebagai salah satu alat penyimpan pakan



PROTEIN

1. KOMPOSISI KIMIA, KLASIFIKASI DAN SUMBER PROTEIN

Protein adalah molekul makro yang mempunyai berat molekul antara lima ribu hingga beberapa juta. Protein terdiri atas rantai-rantai panjang asam amino yang terikat satu sama lain dalam ikatan peptida. Asam amino terdiri atas unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen. Beberapa asam amino di samping itu mengandung unsur-unsur fosfor, besi, sulfur, idiom, dan kobalt. Unsur nitrogen adalah unsur utama protein, karena terdapat di dalam semua protein akan tetapi tidak terdapat di dalam karbohidrat dan lemak. Unsur nitrogen merupakan 16% dari berat protein.

Molekul protein lebih kompleks dari pada karbohidrat dan lemak dalam hal berat molekul dan keanekaragaman unit-unit asam amino yang membentuknya. Berat molekul protein bisa mencapai 40 juta. Bandingkan dengan berat glukosa yang besarnya 180. Ada dua puluh jenis asam amino yang diketahui sampai sekarang yang terdiri atas sembilan asam amino esensial (asam amino yang tidak dapat dibuat tubuh dan harus didatangkan dari makanan) dan sebelas asam amino non esensial.

Protein merupakan suatu polimer heterogen yang tersusun atas monomer asam amino dalam jumlah banyak, mencapai ribuan bahkan ratusan, saling berhubungan satu sama lain melalui ikatan peptida dan ikatan silang antara ikatan hidrogen, ikatan sulfhidril, dan ikatan *van der waal*. Protein merupakan penyusun utama makhluk hidup, molekul protein ini mengandung unsur oksigen, nitrogen, hidrogen, karbon, sulfur, serta fosfor

yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup. Pada makhluk hidup, protein memegang peranan penting, baik sebagai antibodi (sistem kekebalan tubuh), sistem kendali (hormon), sumber asam amino bagi organisme heterotof (tidak mampu membentuk asam amino), sumber gizi, maupun dalam fungsi struktural atau mekanis (pembentuk batang dan sendi sitoskeleton). Pada ikan, protein memegang peranan penting karena material organik utama dalam jaringan maupun organ tubuh ikan tersusun oleh protein berkisar antara 18-30 %. Bahkan bersama dengan komponen nitrogen lain, protein berperan membentuk vitamin, enzim, asam nukleat, hormon, dll.

Fungsi protein sebagai senyawa organik kompleks yang berbobot molekul tinggi, protein sangat dibutuhkan oleh ikan terutama sebagai sumber energi. Karena nilai energi produktif yang diberikan oleh protein kepada ikan lebih besar jika dibandingkan dengan hewan lainnya, dimana peningkatan panas akibat pemberian protein pada ikan lebih rendah. Selain itu, Sebagian besar energi yang dapat dicerna (*digestible energy*) dalam protein juga dapat dimetabolisme dengan lebih baik oleh tubuh ikan. Selain sebagai sumber energi, protein pada ikan juga berfungsi memperbaiki jaringan rusak, serta membantu pertumbuhan ikan. Protein ini dibutuhkan oleh tubuh ikan secara kontinue karena asam amino dalam protein dibutuhkan secara terus menerus terutama untuk mengganti protein rusak selama masa pemeliharaan dan membentuk protein baru selama masa pertumbuhan dan masa reproduksi.

2. KOMPOSISI PROTEIN

Berbeda dengan lemak dan karbohidrat dimana susunan dasarnya adalah karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, masih mengandung juga unsur-unsur seperti belerang, fosfor, kadang-kadang besi dan unsur-unsur yang lain. Presentase rata-rata dari unsur-unsur di dalam bermacam-macam protein adalah kurang lebih sebagai berikut:

- a. Karbon : 50-55%
- b. Hydrogen : 6,5-7,3%
- c. Oksigen : 20-24%
- d. Nitrogen : 15-18%
- e. Belerang : 0,4-2,5%
- f. Fospor : 0,1-1,0%

Kalau semuanya dijumlah ternyata kurang dari 100%, hal ini kemungkinan adanya unsur-unsur lain yang jumlahnya sangat sedikit. Protein adalah satu-satunya yang mengandung gizi nitrogen, sebuah fakta yang menjadikannya kedua penting dan berpotensi beracun. Protein terdapat di dalam kulit, rambut, otot, tanduk, sutera, putih telur, dan sebagainya. Protein terdiri dari molekul-molekul yang besar yang mempunyai berat molekul antara 12.000 hingga beberapa juta (Sastrohamidjojo, 2005).

Asam amino merupakan blok bangunan lebih besar struktur molekul protein. Beberapa dari asam amino ini dapat sintesis dari asam amino lain (disebut sebagai non essensial asam amino), sementara beberapa harus diperoleh dari makanan kami makan (disebut sebagai asam amino essensial).

Setelah terhubung dalam rantai protein, asam amino individu yang disebut sebagai residu, dan rangkaian terkait karbon, nitrogen, dan oksigen atom dikenal sebagai rantai utama atau tulang punggung protein.

3. KLASIFIKASI PROTEIN

Kriteria yang biasanya digunakan untuk menentukan senyawa organik seperti titik cair, titik didih, berat molekul, bentuk kristal, tidak dapat digunakan dalam protein. Protein diklasifikasikan seperti berikut (Muhammad,1983):

a. Berdasarkan fungsi biologisnya

1) Protein Enzim

Golongan protein ini berperan pada biokatalisator dan pada umumnya mempunyai bentuk globular. Protein enzim ini mempunyai sifat yang khas karena hanya bekerja pada substrat tertentu, yang termasuk golongan ini antara lain:

- a) *Peroksidase* yang mengkatalisa peruraian hydrogen peroksida
- b) *Pepsin* yang mengkatalisa pemutusan ikatan peptida
- c) *Polinukleotidase* yang mengkatalisa hidrolisa polinukleotida

2) Protein Pengangkut

Protein pengangkut mempunyai kemampuan membawa ion atau molekul tertentu dari suatu organ ke organ lain melalui aliran darah yang termasuk golongan ini antara lain:

a) Hemoglobin pengangkut oksigen

b) Lipo protein pengangkut *lipid*

3) Protein Struktural

Peranan protein struktural adalah sebagai pembentuk struktural sel jaringan dan memberi kekuatan pada jaringan, yang termasuk golongan ini adalah elastin, fibrin dan keratin.

4) Protein Hormon

Protein hormon adalah hormon yang dihasilkan oleh kelenjar endokrin membantu mengatur aktivitas metabolisme di dalam tubuh.

5) Protein Pelindung

Protein ini pada umumnya terdapat dalam darah, melindungi organisme dengan cara melawan serangan zat asing yang masuk dalam tubuh.

6) Protein Kontraktil

Golongan ini berperan dalam proses gerak, memberi kemampuan pada sel untuk berkonsentrasi atau mengubah bentuk, yang termasuk golongan ini antara lain miosin dan aktin.

7) Protein Cadangan

Protein cadangan atau protein simpanan adalah protein yang disimpan dan dicadangkan untuk beberapa proses metabolisme.

b. Berdasarkan bentuk molekulnya

1) Protein Bentuk Serabut (*fibrous*)

Protein bentuk serabut terdiri atas beberapa rantai peptide berbentuk spiral yang terjalin satu sama lain sehingga menyerupai batang yang kaku. Karakteristik protein serabut adalah rendahnya daya larut, mempunyai kekuatan mekanisme yang tinggi dan tahan terhadap enzim pencernaan. Protein ini terdapat dalam unsur-unsur struktur tubuh (kolagen, elastik, keratin dan miosin).

2) Protein Globular

Protein globular berbentuk bola, terdapat dalam cairan jaringan tubuh. Protein ini larut dalam larutan garam dan asam encer, mudah berubah dibawah pengaruh suhu, yang termasuk dalam protein globular adalah albumin, globulin histon dan protamin.

3) Protein Konjugasi

Protein konjugasi adalah protein sederhana yang terikat dengan bahan-bahan non asam amino, yang termasuk dalam protein konjugasi adalah kromoprotein, glikoprotein, pospoprotein, nukleoprotein, lesitoprotein dan lipoprotein.

c. Berdasarkan komponen penyusunnya

1) Protein Sederhana

Protein sederhana tersusun oleh asam amino saja oleh karena itu pada hidrolisisnya hanya diperoleh asam-asam amino penyusunnya saja, yang termasuk golongan ini adalah albumin, globulin, histon dan prolamin.

2) Protein Majemuk/Konyugasi

Protein ini tersusun oleh protein sederhana dan zat lain yang bukan protein. Zat lain yang bukan protein disebut radikal prostetik, yang termasuk golongan ini dapat dilihat dalam Tabel 2, di bawah ini :

Tabel 2. Protein Majemuk/Konyugasis

Nama	Tersusun oleh	Terdapat pada
Nukleoprotein	Protein + asam nukleat	Inti sel, kecambah biji-bijian
Glikoprotein	Protein + karbohidrat	Musin pada kelenjar ludah, tendomusin pada tendon, hati
Fosfoprotein	Protein + fosfat yang mengandung lesitin	Kasein susu, kuning telur
Kromoprotein/ metaloprotein	Protein + pigmen/ ion logam	Hemoglobin
Lipoprotein	Protein + lemak	Serum darah, kuning telur, susu, membran sel

Sumber: Muhammad, 1983.

d. Berdasarkan asam amino penyusunnya

1) Protein yang tersusun oleh asam amino esensial

Asam amino esensial adalah asam amino yang dibutuhkan oleh tubuh, tetapi tubuh tidak dapat mensintesisnya sendiri sehingga didapat atau diperoleh dari protein makanan. Ada 10 jenis asam amino esensial yaitu isoleusin (ile), leusin (leu), lisin (lys), metionin (met), sistein (Cys), valin (val), triptofan (tryp), tirosina (tyr), fenilalanina (Phe) dan Treonina (tre).

2) Protein yang tersusun oleh asam amino non esensial

Asam amino non esensial adalah asam amino yang dibutuhkan oleh tubuh dan tubuh dapat mensintesa sendiri melalui reaksi aminasi reduktif asam keton atau melalui transaminasi, yang termasuk golongan ini antara lain alanin, aspartat, glutamate, glutamine.

4. SUMBER PROTEIN

Protein yang dicerna oleh ikan digunakan sebagai sumber energi untuk pembaruan/mengganti jaringan yang rusak dan pertumbuhan ikan. Oleh karena pemakaian protein pakan akan sangat berguna jika semua protein tersebut digunakan untuk pertumbuhan atau perbaikan jaringan dan dapat dikatabolisme sebagai energi. Beberapa bahan baku yang dapat digunakan sebagai sumber protein adalah:

- a. Tepung darah
- b. Tepung kopra
- c. Tepung Kedelai bebas lemak
- d. Tepung ikan
- e. Tepung daging dan tulang
- f. Tepung kepala udang
- g. Tepung udang
- h. Tepung cumi-cumi
- i. Ikan rucah
- j. Ragi

5. Fungsi Protein

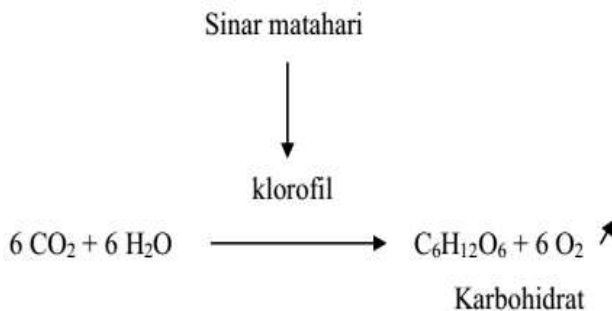
Adapun fungsi protein pada tubuh ikan :

- a. Sebagai zat pembangun yang membentuk jaringan baru untuk pertumbuhan, mengganti jaringan yang rusak maupun untuk reproduksi.
- b. Sebagai zat pengatur yang berperan untuk pembentukan enzim dan hormon penjaga dan pengatur berbagai proses metabolisme di dalam tubuh.
- c. sebagai zat pembakar karena unsur karbon yang terkandung di dalamnya dapat difungsikan sebagai sumber energi pada saat kebutuhan energi tidak terpenuhi oleh karbohidrat dan lemak. Molekul protein tersusun dari sejumlah asam amino sebagai bahan dasar. Mutu protein sangat ditentukan oleh komposisi asam amino penyusunannya komposisi ini akan berbeda antara satu bahan dengan bahan lainnya.

KARBOHIDRAT

1. PENGERTIAN KARBOHIDRAT

Dalam kehidupan sehari-hari kita melakukan aktifitas, baik yang telah merupakan kebiasaan misalnya berdiri, berjalan, mandi, makan dan sebagainya atau yang hanya kadang-kadang saja kita lakukan. Untuk melakukan aktifitas itu kita memerlukan energi. Energi yang diperlukan ini kita peroleh dari bahan makanan yang kita makan. Pada umumnya bahan makanan itu mengandung tiga kelompok utama senyawa kimia, yaitu karbohidrat, protein dan lemak atau lipid. Energi yang terkandung dalam karbohidrat itu pada dasarnya berasal dari energy matahari. Karbohidrat dalam hal ini glukosa, dibentuk dari karbon dioksida dan air dengan bantuan sinar matahari dan klorofil dalam daun. Selanjutnya glukosa yang terjadi diubah menjadi amilum dan disimpan pada bagian lain, misalnya pada buah atau umbi.



struktur molekul karbohidrat



Legend:

- Hydrogen (grey sphere)
- Carbon (blue sphere)
- Oxygen (red sphere)

Karbohidrat biasanya didefinisikan sebagai polihidroksi aldehida dan keton atau zat yang dihidrolisis menghasilkan polihidroksi aldehida dan keton. Karbohidrat biasa disebut juga karbon hidrat, hidrat arang, sacharon (sakarida) atau gula. Karbohidrat berarti karbon yang terhidrat. Rumus umumnya adalah $C_x(H_2O)_y$. Karbohidrat dibuat oleh tanaman melalui proses fotosintesis. Karbohidrat adalah senyawa karbonil alami dengan beberapa gugus hidroksil. Yang tergolong karbohidrat adalah gula (monosakarida) dan polimernya yaitu oligosakarida dan polisakarida.

2. PERANAN FUNGSI KARBOHIDRAT

Karbohidrat mempunyai beberapa fungsi yakni:

- a. Fungsi utamanya sebagai sumber energi (1 gram karbohidrat menghasilkan 4 kalori) bagi kebutuhan sel-sel jaringan tubuh.
- b. Sebagian dari karbohidrat diubah langsung menjadi energi untuk aktifitas tubuh sebagian lagi disimpan dalam bentuk glikogen di hati dan di otot. Ada beberapa jaringan tubuh seperti sistem syaraf dan eritrosit, hanya dapat menggunakan energi yang berasal dari karbohidrat saja.
- c. Melindungi protein agar tidak dibakar sebagai penghasil energi.
- d. Kebutuhan tubuh akan energi merupakan prioritas pertama; bila karbohidrat yang dikonsumsi tidak mencukupi untuk kebutuhan energi tubuh dan jika tidak cukup terdapat lemak di dalam makanan atau cadangan lemak yang disimpan di dalam tubuh, maka protein akan menggantikan fungsi karbohidrat sebagai penghasil energi. Dengan demikian protein akan meninggalkan fungsi utamanya sebagai zat pembangun. Apabila keadaan ini berlangsung terus menerus, maka keadaan kekurangan energi dan protein (KEP) tidak dapat dihindari lagi.
- e. Membantu metabolisme lemak dan protein dengan demikian dapat mencegah terjadinya pemecahan protein yang berlebihan.
- f. Di dalam hepar berfungsi untuk detoksifikasi zat-zat toksik tertentu.
- g. Beberapa jenis karbohidrat mempunyai fungsi khusus di dalam tubuh. Laktosa misalnya berfungsi membantu penyerapan kalsium. Ribosa merupakan komponen yang penting dalam asam nukleat.
- h. Selain itu beberapa golongan karbohidrat yang tidak dapat dicerna, mengandung serat (*dietary fiber*) berguna untuk pencernaan, memperlancar defekasi.

3. METABOLISME DAN PENCERNAAN KARBOHIDRAT

Metabolisme Karbohidrat adalah proses metabolisme yang dimulai dengan pencernaan Amilum dalam usus halus. Hasil pencernaan berupa monosakarida yang diserap oleh usus halus. Di dalam tubuh ikan,

karbohidrat dapat dibentuk dari beberapa asam amino dan sebagian dari gliserol lemak. Akan tetapi sebagian besar karbohidrat diperoleh dari bahan makanan yang dikonsumsi sehari-hari, terutama sumber bahan makan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Pada proses fotosintesis, klorofil pada tumbuh-tumbuhan akan menyerap dan menggunakan energi matahari untuk membentuk karbohidrat dengan bahan utama CO_2 dari udara dan air (H_2O) yang berasal dari tanah. Energi kimia yang terbentuk akan disimpan di dalam daun, batang, umbi, buah dan biji-bijian.

Pencernaan karbohidrat dalam tubuh ikan, dimulai sejak makanan masuk ke dalam mulut; makanan dikunyah agar dipecah menjadi bagian-bagian kecil, sehingga jumlah permukaan makanan lebih luas kontak dengan enzim-enzim pencernaan. Di dalam mulut makanan bercampur dengan air ludah yang mengandung enzim amilase (ptyalin). Enzim amilase bekerja memecah karbohidrat rantai panjang seperti amilum dan dekstrin, akan diurai menjadi molekul yang lebih sederhana maltosa. Sedangkan air ludah berguna untuk melicinkan makanan agar lebih mudah ditelan.

Hanya sebagian kecil amilum yang dapat dicerna di dalam mulut, oleh karena makanan sebentar saja berada di dalam rongga mulut. Oleh karena itu sebaiknya makanan dikunyah lebih lama, agar memberi kesempatan lebih banyak pemecahan amilum di rongga mulut. Dengan proses mekanik, makanan ditelan melalui kerongkongan dan selanjutnya akan memasuki lambung.

a. Pencernaan dalam lambung

Proses pemecahan amilum diteruskan di dalam lambung, selama makanan belum bereaksi dengan asam lambung.

b. Pencernaan dalam usus

Di usus halus, maltosa, sukrosa dan laktosa yang berasal dari makanan maupun dari hasil penguraian karbohidrat kompleks akan diubah menjadi mono sakarida dengan bantuan enzim-enzim yang terdapat di usus halus.

c. Absorpsi

Semua jenis karbohidrat diserap dalam bentuk monosakarida, proses penyerapan ini terjadi di usus halus. Glukosa dan galaktosa memasuki aliran darah dengan jalan transfer aktif, sedangkan fruktosa dengan jalan difusi. Para ahli sepakat bahwa karbohidrat hanya dapat diserap

dalam bentuk disakarida. Hal ini dibuktikan dengan dijumpainya maltosa, sukrosa dan laktosa dalam urine apabila mengkonsumsi gula dalam jumlah banyak. Akhirnya berbagai jenis karbohidrat diubah menjadi glukosa sebelum diikut sertakan dalam proses metabolisme.

Proses metabolisme karbohidrat di mulai dari dinding usus halus, glukosa akan menuju ke hepar melalui vena portae. Sebahagian karbohidrat ini diikat di dalam hati dan disimpan sebagai glikogen, sehingga kadar gula darah dapat dipertahankan dalam batas-batas normal (80-120 mg%). Karbohidrat yang terdapat dalam darah, praktis dalam bentuk glukosa, oleh karena fruktosa dan galaktosa akan diubah terlebih dahulu sebelum memasuki pembuluh darah.

Apabila jumlah karbohidrat yang dimakan melebihi kebutuhan tubuh, sebagian besar (2/3) akan disimpan di dalam otot dan selebihnya di dalam hati sebagai glikogen. Kapasitas pembentukan glikogen ini sangat terbatas (maksimum 350 gram), dan jika penimbunan dalam bentuk glikogen ini telah mencapai batasnya, kelebihan karbohidrat akan diubah menjadi lemak dan disimpan di jaringan lemak. Bila tubuh memerlukan kembali energi tersebut, simpanan glikogen akan dipergunakan terlebih dahulu, disusul oleh mobilisasi lemak.

Sel-sel tubuh ikan yang sangat aktif dan memerlukan banyak energi, mendapatkan energi dari hasil pembakaran glukosa yang di ambil dari aliran darah. Kadar gula darah akan diisi kembali dari cadangan glikogen yang ada di dalam hati. Kalau enersi yang diperlukan lebih banyak lagi, timbunan lemak dari jaringan lemak mulai dipergunakan. Dalam jaringan lemak diubah ke dalam zat antara yang dialirkan ke hati.

Di sini zat antara itu diubah menjadi glikogen, mengisi kembali cadangan glikogen yang telah dipergunakan untuk meningkatkan kadar gula darah. Peristiwa oksidasi glukosa di dalam jaringan-jaringan terjadi secara bertahap dan pada tahap- tahap itulah enersi dilepaskan sedikit demi sedikit, untuk dapat digunakan selanjutnya.

Melalui suatu deretan proses-proses kimiawi, glukosa dan glikogen diubah menjadi asam piruvat. Asam piruvat ini merupakan zat antara yang sangat penting dalam metabolisme karbohidrat. Asam piruvat dapat segera diolah lebih lanjut dalam suatu proses pada "lingkaran Krebs".

Dalam proses siklus ini dihasilkan CO₂ dan H₂O dan terlepas energi dalam bentuk persenyawaan yang mengandung tenaga kimia yang besar yaitu ATP (*Adenosin Triphosphate*). ATP ini mudah sekali melepaskan energinya sambarubah menjadi ADP (*Adenosin Diphosphate*). Sebagian dari asam piruvat dapat diubah menjadi "asam laktat". Asam laktat ini dapat keluar dari sel-sel jaringan dan memasuki aliran darah menuju ke hepar.

Di dalam hepar asam laktat diubah kembali menjadi asam piruvat dan selanjutnya menjadi glikogen, dengan demikian akan menghasilkan energi. Hal ini hanya terdapat di dalam hepar, tidak dapat berlangsung di dalam otot, meskipun di dalam otot terdapat juga glikogen. Sumber glikogen hanya berasal dari glukosa dalam darah. Metabolisme karbohidrat selain dipengaruhi oleh enzim-enzim, juga diatur oleh hormon-hormon tertentu misalnya hormon Insulin. Insulin akan mempercepat oksidasi glukosa di dalam jaringan, merangsang perubahan glukosa menjadi glikogen di dalam sel-sel hepar maupun otot. Hal ini terjadi apabila kadar glukosa di dalam darah meninggi.

Apabila kadar glukosa darah menurun, glikogen hati dimobilisasikan sehingga kadar glukosa darah akan menaik kembali. Insulin juga merangsang glukoneogenesis, yaitu mengubah lemak atau protein menjadi glukosa. Juga beberapa hormon yang dihasilkan oleh hypophysis dan kelenjar suprarenal merupakan pengatur-pengatur penting dari metabolisme karbohidrat. Enzim sangat diperlukan pada proses-proses kimiawi metabolisme zat-zat makanan. vitamin-vitamin sebagian dari enzim, secara tidak langsung berpengaruh pada metabolisme karbohidrat ini. Tiamin (vitamin B₁) diperlukan dalam proses dekarboksilase karbohidrat. Kekurangan vitamin B₁ akan menyebabkan terhambatnya enzim-enzim dekarboksilase, sehingga asam piruvat dan asam laktat tertimbun di dalam tubuh.

a. Defisiensi Karbohidrat Dalam Tubuh Ikan

Ikan membutuhkan karbohidrat dalam jumlah tertentu setiap harinya. Walaupun tubuh ikan tidak membutuhkan dalam jumlah yang khusus, kekurangan karbohidrat yang sangat parah akan menimbulkan masalah. Diperlukan sekitar 2 gram karbohidrat per Kg berat tubuh sehari untuk mencegah terjadinya ketosis. Secara keseluruhan tubuh ikan harus

mempertahankan keseimbangan karbohidrat, lemak dan protein sebagai sumber energi.

Jika asupan karbohidrat ditiadakan, maka cadangan lemak dalam jaringan adiposa akan dimobilisasi sedemikian cepatnya, sehingga tubuh tidak dapat mengoksidasi karbohidrat seluruhnya menjadi CO_2 dan H_2O . Sebagian dari hasil pemecahan lemak itu akan diubah menjadi substansi yang disebut dengan keton bodies. Walaupun tubuh dapat menggunakan keton bodies ini sebagai penghasil energi dan di ekspresikan melalui urine, produksi dalam jumlah besar akan terjadi penumpukan keton bodies di dalam darah dan mengakibatkan terjadinya ketosis.

b. Kebutuhan Karbohidrat

Kebutuhan karbohidrat pada ikan dipengaruhi oleh kebiasaan makannya. Ikan herbivor membutuhkan pakan buatan dengan kandungan karbohidrat berkisar antara 20-30%. Pada ikan karnivor membutuhkan karbohidrat hanya 10-20 % karena kemampuan mencernanya relatif rendah.

Meskipun tampaknya karbohidrat tidak dibutuhkan oleh ikan, namun sebaiknya pakan buatan dilengkapi dengan karbohidrat sebagai sumber energi dan untuk menghemat penggunaan protein. Tidak sedianya karbohidrat dan lemak dalam pakan buatan akan menyebabkan proses metabolisme dan penggunaan protein tidak efisien. Contohnya udang membutuhkan karbohidrat dalam jumlah relatif besar karena diperlukan dalam pembentukan kitin dan pengaturan osmoregulasi.

Sebaliknya, penambahan karbohidrat secara berlebihan dalam pakan buatan akan menyebabkan timbulnya kejadian yang tidak diinginkan. Tingginya konsentrasi karbohidrat dapat menyebabkan terjadinya timbunan glikogen secara berlebihan. Hal ini sering mengakibatkan kematian pada ikan. Pemberian serat kasar yang terlalu tinggi dapat menurunkan kualitas pakan buatan. Serat kasar di dalam pakan buatan akan mengganggu proses metabolisme, apabila kadarnya melebihi 21 %. Untuk udang, kandungan serat kasar disarankan tidak lebih dari 30 %. Kegunaan dari karbohidrat dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase molting dan sintasan kepiting bakau setelah perlakuan berbagai pakan buatan yang diperkaya ekstrak bayam pada setiap periode waktu

Parameter	Perlakuan Pakan				Kontrol
	A	B	C	D	
Molting (%)					
10 - 20 hari	0	0	0	6,67	6,67
21 - 30 hari	0	6,67	0	33,33	6,67
31 - 40 hari	13,33	6,67	6,67	13,33	13,33
41 - 50 hari	13,33	20,00	13,33	20,00	20,00
51 - 60 hari	20,00	20,00	46,67	26,67	13,33
Total	46,67	53,33	66,67	100	60,00
Tidak molting (%)	40,00	46,67	26,67	0	40,00
Mortalitas (%)	13,33	0	6,67	0	0

Menurut Siti Aslamyah dan Yushinta Fujaya (2010) melaporkan bahwa pakan dengan kadar protein 30,62% dan karbohidrat 49,13% yang diperkaya ekstrak bayam dengan dosis 700 ng/g kepiting merupakan pakan terbaik dalam menginduksi molting kepiting bakau.



LEMAK

1. PENGERTIAN LEMAK

Lemak (fat) adalah ester gliseril yang banyak mengandung komponen asam jenuh, pada suhu kamar lemak berbentuk padat dan lemak yang berbentuk cair pada suhu disebut minyak dengan komponen utamanya adalah asam lemak tak jenuh. Lemak dan minyak dalam keadaan murni tidak berwarna,. Berbau, berasa. Warna, bau, rasa yang khas pada minyak umumnya disebabkan oleh senyawa organik lain yang terdapat dalam bahan murni. Warna kuning pada mentega disebabkan oleh adanya β -karoten (pigmen kuning yang juga terdapat pada wortel dan bunga purbanegara dan marigold). Rasa mentega berasal senyawa 3-hidroksi, 2-butanon, dan diasetil, kedua senyawa ini dihasilkan selama krim mengalami pematangan.

Gliserida dalam larutan alkali mengalami hidrolisis dan menghasilkan gliserol dan garam logam alkali dari asam lemaknya. Garam ini disebut sabun, proses hidrolisisnya disebut penyabunan (saponifikasi). Reaksi penyabunan dapat digunakan untuk memberikan informasi tentang struktur gliserida. Hal ini biasa dilakukan di laboratorium untuk mengetahui untuk mengetahui bilangan penyabunan (*saponification value*) yakni mg KOH yang dibutuhkan dalam penyabunan 1 gram gliserida.

Ketidakjenuhan lemak atau minyak dapat dijenuhkan dengan penambahan hydrogen dengan bantuan katalis (hidrogenasi). Jadi minyak atau lemak yang bertitik leleh rendah dapat diubah menjadi lemak bertitik cair tinggi. Lemak ini bila dicampur dengan susu skim (susu tanpa krim), diperkaya dengan vitamin A dan diberi warna buatan, dikenal dengan

mentega. Apabila lemak dan minyak yang dimakan kena panas, udara, dan cahaya akan mengalami hidrolisis dan pemecahan. Asam lemak yang berbobot molekul rendah yang dihasilkan menyebabkan bau yang merangsang, keadaan ini dikenal sebagai ketengikan. Ketengikan oksidatif ini dapat dihambat oleh anti-oksigen, misalnya 3-1-butyl -4-hidroksianisol (BHA).

2. FUNGSI LEMAK

Fungsi lemak umumnya yaitu sebagai sumber energi, bahan baku hormon, membantu transport vitamin yang larut lemak, sebagai bahan insulasi terhadap perubahan suhu, serta pelindung organ-organ tubuh bagian dalam.

Sebuah penelitian pernah melaporkan bahwa hewan-hewan percobaan yang tidak mendapatkan jumlah lemak yang cukup dalam pakannya akan mengalami hambatan pertumbuhan, bahkan ada yang berhenti tumbuh dan akhirnya mati. Kurangnya lemak dalam pakan juga akan menyebabkan kulit menjadi kering dan bersisik.

Dalam saluran pencernaan, lemak dan minyak akan lebih lama berada di dalam lambung dibandingkan dengan karbohidrat dan protein, demikian juga proses penyerapan lemak yang lebih lambat dibandingkan unsur lainnya. Oleh karena itu, pakan yang mengandung lemak mampu memberikan rasa kenyang yang lebih lama dibandingkan pakan yang kurang atau tidak mengandung lemak.

Salah satu fungsi lemak memang untuk mensuplai sejumlah energi, dimana satu gram lemak mengandung 9 kalori, sedangkan 1 gram karbohidrat hanya mengandung 4 kalori. Fungsi lain dari lemak adalah untuk membantu absorpsi vitamin yang larut dalam lemak. Selain itu, lemak juga merupakan sumber asam-asam lemak esensial yang tidak dapat dihasilkan tubuh dan harus disuplai dari pakan. Fungsi lemak sebagai bahan baku hormon juga sangat berpengaruh terhadap proses fisiologis di dalam tubuh, contohnya yaitu pembuatan hormon seks.

Lemak tubuh dalam jaringan lemak (jaringan adipose) mempunyai fungsi sebagai insulator untuk membantu tubuh mempertahankan temperaturnya, sedangkan pada wanita dapat memberikan kontur khas feminim seperti jaringan lemak di bagian bokong dan dada. Selain itu, lemak

tubuh dalam jaringan lemak juga berperan sebagai bantalan yang melindungi organ-organ seperti bola mata, ginjal, dan organ lainnya.

Sedangkan fungsi lemak dalam pakan yaitu dapat memberikan rasa gurih, memberikan kualitas renyah (terutama pada pakan yang digoreng), serta memberikan sifat empuk pada kue. Lemak yang terdapat dalam bahan pakan sekitar 90%nya merupakan lemak dalam bentuk trigliserida, sedangkan sisanya 10% adalah dalam bentuk kolesterol dan fosfolipid.

Lemak yang berasal dari produk hewani umumnya mengandung sejumlah besar asam lemak jenuh. Sebaliknya produk pakan nabati, kecuali minyak kelapa, mengandung sejumlah besar asam lemak tidak jenuh berantai panjang. Perlu diketahui, semakin banyak lemak jenuh yang kita konsumsi, maka akan semakin tinggi pula kadar kolesterol dalam darah kita.

3. JENIS-JENIS LEMAK

a. Lemak tak jenuh tunggal

- 1) Kebaikan : Lemak ini dapat menurunkan kadar kolesterol dan melindungi jantung, jika selalu dibakar lemak ini takkan disimpan di dalam perut.
- 2) Keburukan : Tidak ada
- 3) Saran : Konsumsilah lemak ini dan kurangi lemak trans serta lemak jenuh untuk menjaga kesehatan.
- 4) Dosis : Sekitar 10 – 15 % dari porsi makan.
Misalnya : Kacang – kacangan, selai kacang, zaitun dan minyaknya, minyak kacang, Alpukat, Minyak canola, Minyak macadamia.

b. Lemak tak jenuh ganda

- 1) Kebaikan : Lemak ini dapat membantu melawan penyakit jantung dan depresi. Juga dapat memecah otot dan meningkatkan pertumbuhan otot.
- 2) Keburukan : Lemak ini mengandung omega 6 dan omega 3, terlalu banyak omega 6 dapat mengakibatkan obesitas, penyakit kanker dan jantung.

- 3) Saran : Konsumsilah omega 3 lebih banyak seperti ikan salmon.
- 4) Dosis : 10 – 15 % dari total kalori harian.
- 5) Misalnya : ikan, minyak biji bunga matahari, minyak jagung, minyak wijen, minyak kedelai, Flaxceed, kacang walnut, Kacang kedelai, dan walnut.

c. Lemak Jenuh

- 1) Kebaikan : Menurut penelitian mengkonsumsi lemak jenuh tetapi mengurangi konsumsi karbohidrat maka kadar HDL nya meningkat yang berarti baik.
- 2) Keburukan : Mengkonsumsi karbohidrat dalam jumlah banyak maka kelebihan jumlah lemak jenuh didalam diet anda akan mengurangi fungsi insulin dan mengakibatkan tubuh menyimpan lemak lebih yang pada akhirnya akan mengganggu jantung anda.
- 3) Saran : Konsumsilah lemak ini dalam porsi yang kecil dan konsumsi karbohidrat kurang dari 1 gram per kilo berat badan anda sehari.
- 4) Dosis : 10 % atau kurang dari kalori total harian anda.
Misalnya : Daging sapi, Daging ayam, terutama daging hasil pemrosesan

d. Perbedaan Lemak jenuh dan tak jenuh

Perbedaan antara lemak jenuh dan tak jenuh utamanya adalah, dua jenis tipe lemak yang ditemukan dalam pakan, dapat menolong mebuat kolesterol anda lebih rendah. sedangkan kedua jens lemak(jenuh dan tak jenuh) dalam berbagai jenis pakan, pembelajaran telah menemukan bahwa lemak tidak dibuat sama lemak tak jenuh sapat bermanfaat bagi jantung anda, sedang lemak jenuh dapat mengganggu kolesterol anda dan jantung anda.

lemak jenuh terdapat di hewan dan produk-produk pakan olahan, seperti daging, produk susu, kripik, dan yang merusak. Struktur kimia dari lemak jenuh adalah sepenuhnya dengan atom hidrogen, dan tidak mengandung dua rantai ikatan antara atom-atom karbon. Lemak jenuh tidak

menyehatkan jantung, karena mereka adalah yang paling dikenal untuk meningkatkan kolesterol LDL anda (kolesterol yang buruk).

Lemak tak jenuh di sisi lain ditemukan pakan seperti kacang, avocado, dan zaitun (olive). Mereka cair pada suhu kamar dan berbeda lemak jenuh dalam struktur kimia yang berisi dua rantai ikatan. Selan itu, peneliti telah menunjukkan bahwa lemak tak jenuh juga menyehatkan jantung-mereka mempunyai kemampuan untuk menurunkan kolesterol LDL dan meningkatkan HDL kolesterol(kolesterol baik).

Jadi, jika anda sedang mencoba untuk mengikuti diet menurunkan kolesterol, Konsumsilah lemak tak jenuh sebaiknya anda tidak meningkatkan tingkat kolesterol yang lebih tinggi. Bagaimanapun, anda harus mengurangi, bahkan menghindari makan yang mengandung lemak jenuh yang tinggi.



CARA MENGHITUNG FORMULASI PAKAN SECARA MANUAL TANPA EXCEL

1. Tentukan bahan-bahan yang akan digunakan

Tabel 4.

Bahan-bahan yang digunakan untk membuat formulasi pakan ikan

BAHAN	KADAR KERING (%)	PROTEIN (%)	LEMAK (%)	ABU (%)	SERAT KASAR (%)
TEPUNG IKAN	89,05	57,62	9,37	24,24	6,28
TEPUNG BUNGKIL KEDELAI	92,98	43,62	27,11	3,50	6,54
TEPUNG DEDAK	86,50	10,80	5,10	8,70	11,50
TEPUNG BUNGKIL JAGUNG	90,00	12,00	3,25	8,82	11,33
TEPUNG TAPIOKA	89,34	0,25	0,03	0,09	0,43

Bahan-bahan yang akan digunakan sebisa mungkin diketahui nutrisinya seperti protein, lemak, abu dan serat kasar serta kadar keringnya.

2. Tentukan BETN dan (Digesty Energy) DE

a. BETN (Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen)

Rumus :

$$\text{BETN (\%)} = 100 - (\text{Protein} + \text{Lemak} + \text{Abu} + \text{Serat kasar})$$

Lihat tabel 1.

Diketahui :

BAHAN	KADAR KERING (%)	PROTEIN (%)	LEMAK (%)	ABU (%)	SERAT KASAR (%)
TEPUNG IKAN	89,05	57,62	9,37	24,24	6,28

Dengan demikian BETN dari Tepung ikan adalah :

$$= 100 - (57,62 \% + 9,37 \% + 24,24 \% + 6,28)$$

$$= 100 - 97,51\%$$

$$= 2,49 \%$$

- b. DE (Digesty Energi) adalah Energi yang kita gunakan untuk dimasukkan ke dalam formulasi pakan sebagai energy yang dibutuhkan ikan untuk tumbuh dan proses metabolisme.

Rumus :

$$\text{DE} = ((4 \times \text{Protein}) + (9 \times \text{Lemak}) + (4 \times \text{BETN})) / 100$$

Diketahui :

BAHAN	KADAR KERING	PROTEIN	LEMAK	ABU	SERAT KASAR	BETN
TEPUNG IKAN	89,05	57,62	9,37	24,24	6,28	2,49

Dengan demikian DE Tepung ikan adalah :

$$= ((4 \times 57,62) + (9 \times 9,27) + (4 \times 2,49)) / 100$$

$$= 3,25 \text{ kkal}$$

3. Tentukan perbandingan bahan tepung hewani dan bahan tepung nabati yang akan digunakan.

Perbandingan bahan protein hewani dan nabati tergantung pada jenis ikan, contoh pada ikan lele. Ikan lele merupakan ikan omnivora cenderung karnivora sehingga dapat dilakukan dengan perbandingan Protein Hewani : Nabati Adalah 65:35. Jika ikan yang akan dibuat formulasinya adalah ikan nila yaitu omnivora cenderung herbivora dapat menggunakan perbandingan Protein Hewani : Nabati adalah 40:60.

4. Tentukan protein bahan berdasarkan bahan yang baik untuk ikan. (Perbandingan 65 : 35) dengan protein 31%.

BAHAN	Protein bahan	Protein bahan yang digunakan
Tepung Ikan	$= 65/100 \times 31$ $= 20,15 \%$	$= 100/100 \times 20,15 \%$ $= 20,15\%$
Tepung Bungkil Kedelai	$= 35/100 \times 31$ $= 10,85 \%$	$= 70/100 \times 10,85 \%$ $= 7,60 \%$
Tepung Dedak		$= 15/100 \times 10,85 \%$ $= 1,63 \%$
Tepung Bungkil Jagung		$= 15/100 \times 10,85 \%$ $= 1,63 \%$

Dengan demikian protein yang akan digunakan adalah :

$$= 20,15\% + 7,60\% + 1,63\% + 1,63\%$$

$$= 31,00 \%$$

Protein yang diinginkan dapat beraneka ragam sesuai kebutuhan ikan.

5. Tentukan komposisi dari masing-masing bahan.

Bahan	Protein (%)	Protein bahan yang digunakan (%)	Komposisi (%)
Tepung Ikan	57,62	20,15	$= 20,15 / 57,62 \times 100$ $= 34,97$
Tepung Bungkil Kedelai	43,62	7,60	$= 7,60 / 43,62 \times 100$ $= 17,41$
Tepung Dedak	10,80	1,63	$= 1,63 / 10,80 \times 100$

			= 15,07
Tepung Bungkil Jagung	12,00	1,63	= $1,6/12,00 \times 100$ = 13,56
Tepung Tapioka	0,25	0	13,24
Vitamin dan mineral	0	0	4,00
CMC	0	0	1,75

Sehingga komposisi yang didapatkan adalah :

$$= 34,97 \% + 17,41\% + 15,07\% + 13,56\% + 4,00\% + 1,75\%$$

$$= 100 \%$$

- Bahan tepung tapioka digunakan sebagai penyedia energi terbaik bagi ikan sehingga penggunaannya untuk melengkapi energi yang kurang dari bahan lainnya.
- Bahan Vitamin dan mineral wajib digunakan, biasanya berkisar 3-5 % dari bahan pakan seluruhnya.
- Bahan CMC digunakan sebagai perekat bahan pakan, biasanya digunakan 1- 2% untuk melengkapi formulasi pakan hingga 100 %

6. Tentukan energy dari bahan-bahan yang digunakan

Bahan	Komposisi (%)	DE (kkal)	Energi yang dihasilkan
Tepung Ikan	34,97	3,25	$34,97 \times 3,25 = 113,57$
Tepung Bungkil Kedelai	17,41	4,95	$17,41 \times 4,95 = 86,26$
Tepung Dedak	15,07	3,45	$15,07 \times 3,45 = 51,94$
Tepung Bungkil Jagung	13,56	3,36	$13,56 \times 3,36 = 45,52$
Tepung Tapioka	13,24	3,98	$13,24 \times 3,98 = 52,70$

Sehingga energy yang dihasilkan dalam pakan adalah :

$$113,57 + 86,26 + 51,94 + 45,52 + 52,70 = 350 \text{ kkal}$$

7. Tentukan kebutuhan bahan pakan ketika akan membuat 20 kg

Bahan	Komposisi (%)	Bahan kering	Bahan yang digunakan (kg)
Tepung Ikan	34,97	89,05	= $34,97/89,05 \times 20$ = 7,85
Tepung Bungkil Kedelai	17,41	92,98	= $17,41/92,98 \times 20$ = 3,75
Tepung Dedak	15,07	86,50	= $15,07/86,50 \times 20$

			= 3,48
Tepung Bungkil Jagung	13,56	90,00	= $13,56 / 90,00 \times 20$ = 3,01
Tepung Tapioka	13,24	89,34	= $13,24 / 89,34 \times 20$ = 2,96
Vitamin dan mineral	4,00		= $4,00 / 100 \times 20$ = 0,80
CMC	1,75		= $1,75 / 100 \times 20$ = 0,35

Sehingga seluruh bahan yang digunakan adalah :

$$= 7,85 + 3,75 + 3,48 + 3,01 + 2,96 + 0,35$$

$$= 22,21 \text{ kg}$$

8. Pakan yang akan dibuat adalah sebanyak :

Jumlah 22 kg

Protein 31 %

Energi 350 kkal.

CONTOH CARA MENGHITUNG FORMULASI PAKAN

ANALISA PROKSIMAT BAHAN KERING								
BAHAN	KADAR KERING	PROTEIN	LEMAK	ABU	SERAT KASAR	BETN	DE (KKAL/G)	GE (KKAL/G)
TEPUNG IKAN	89,05	57,62	9,37	24,24	6,28	2,49	3,25	424,31
TEPUNG BUNGKIL KEDELAI	92,98	43,62	27,11	3,50	6,54	19,23	4,95	581,49
TEPUNG DEDAK	86,50	10,80	5,10	8,70	11,50	63,90	3,45	371,21
TEPUNG BUNGKIL JAGUNG	90,00	12,00	3,25	8,82	11,33	64,60	3,36	363,37
TEPUNG TAPIOKA	89,34	0,25	0,03	0,09	0,43	99,20	3,98	408,42

FORMULASI PAKAN								
BAHAN	PROTEIN BAHAN		KOMPOSISI	ENERGI (kkal)	PROKSIMAT	(%)	KEBUTUHAN 1 KG (GR)	KEBUTUHAN 20 KG (KG)
TEPUNG IKAN	20,15	20,15	34,97	113,57	PROTEIN	31,03	392,71	7,85
TEPUNG BUNGKIL KEDELAI	10,85	7,60	17,41	86,26	LEMAK	9,21	187,26	3,75
TEPUNG DEDAK		1,63	15,07	51,94	ABU	11,61	174,21	3,48
TEPUNG BUNGKIL JAGUNG		1,63	13,56	45,52	SERAT KASAR	6,66	150,69	3,01
TEPUNG TAPIOKA			13,24	52,70	BETN	35,74	148,19	2,96
VITAMIN DAN MINERAL			4,00		DE	350,00	40,00	0,80
CMC			1,75				17,46	0,35
				297,30				
TOTAL		31,00	100,00	350,00			1.110,53	22,21

BAB 8

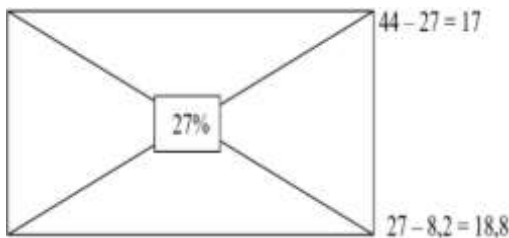
FORMULASI PAKAN MENGUNAKAN METODE 4 SQUARE

PEMBUATAN PAKAN BUATAN

a. Metode Menghitung formulasi kebutuhan Bahan Baku

Sebelum mulai menghitung, harap diingat bahwa suatu bahan baku disebut bahan sumber protein apabila kadar proteinnya > 20%. Karena harga protein paling mahal, maka yang pertama dihitung adalah protein, sedangkan yang lainnya menyesuaikan, misalnya dengan menambahkan sumber energi. Yang paling mudah adalah menggunakan metode “Bujur Sangkar”.

Contoh : akan disiapkan pakan ikan mas dengan 27% protein, dari bahan dedak dan tepung kedelai. dedak kadar protein 8,2 tepung kedelai 44 % .



Untuk membuat pakan ikan mas 27% protein sebanyak 100 kg, kita harus mencampur :

- 1) Dedak : $17 / 35,8 = 47,5\% \times 100 = 47,5 \text{ Kg}$
- 2) Tepung kedelai : $18,8 / 35,8 = 52,5\% \times 100 = 52,5 \text{ kg}$

Angka pembagi yaitu 35,8 didapat dari pengurangan sumber protein utama yaitu tepung kedelai yang proteinnya >20% (44%) dikurangi dengan sumber protein tambahan yang proteinnya <20% (8,2%)

Bila akan membuat pakan ikan mas dengan 27% protein menggunakan lebih dari 2 bahan baku, kelompokkan dahulu bahan baku basal yaitu sumber protein tambahan (kadar protein < 20%) dan bahan baku protein utama (protein >20%). Di rata-ratakan dahulu setiap kelompok, setelah itu dimasukkan ke metode bujur sangkar.

$$(\text{Protein dedak} + \text{protein jagung}) / 2 = (8,2 + 10,2) / 2 = 9,2 \%$$

$$(\text{Bungkil kedelai} + \text{tepung kepala udang}) / 2 = (44 + 48,35) / 2 = 46,175 \%$$

Bahan baku basal kadar protein 9,2

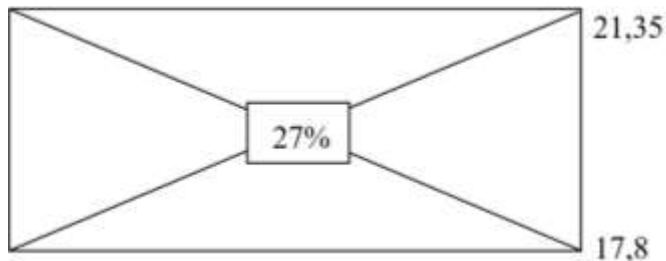
(dedak + jagung)

Bahan baku protein kadar protein 48,35%

(bungkil kedelai + tepung udang)

$$\text{Bahan baku basal (protein tambahan)} : 21,35 / 39,15 = 54,53 \%$$

$$\text{Bahan baku protein (protein utama)} : 17,8 / 39,15 = 45,47 \%$$



Jadi untuk membuat 100 kg pakan ikan mas yang membutuhkan protein 27% ini, dapat mencampur :

- 1) Dedak : 27,265 kg
- 2) Jagung : 27,265 kg
- 3) Bungkil kedelai : 22,735 kg
- 4) Tepung udang : 22,735 kg

Metode ini dapat juga digunakan berdasarkan kebutuhan kalori, hal ini dilakukan bila kita akan membuat pakan dengan kalori tertentu.

b. Proses pembuatan bahan baku menjadi berbagai bentuk pakan buatan

Setelah menyusun ramuan bahan baku untuk pakan buatan yang memperhatikan kadar zat-zat dari masing-masing bahan baku yang disesuaikan dengan kebutuhan, dilanjutkan dengan proses pembuatan dari campuran bahan baku menjadi pakan buatan yang bias dibuat menjadi beberapa bentuk. Berikut ini adalah contoh-contoh cara pembuatannya.

1) Bentuk Larutan Emulsi

Emulsi adalah bahan yang terlarut menyatu dengan air pelarutnya.

Cara membuatnya :

- a) Sebutir telur itik direbus sampai masak, kemudian diambil kuningnya dan dilarutkan dalam 200 ml air.
- b) Sambil diaduk, tambahkan 40 g tepung kedelai halus, 5 g sagu, dan akhirnya 1 g vitamin.
- c) Panaskan larutan sambil tetap diaduk, sampai diperoleh cairan kental seperti lem yang encer. Larutan siap digunakan setelah dingin.
- d) Masa simpan larutan 10 jam dan digunakan untuk makanan burayak ikan yang berumur 3-20 hari.

2) Bentuk Larutan Suspensi

Suspensi adalah bahan yang terlarut tidak menyatu dengan air pelarutnya.

Cara membuatnya :

- a) 20 g kedelai direbus sampai masak, agar zat penghambat tumbuhnya hilang, dihaluskan dan diberi air sedikit demi sedikit, kemudian disaring dengan kain mori halus. Telur itik diberi perlakuan serupa dan yang digunakan hanya bagian yang kuning.
- b) Larutan sari kedelai dan larutan sari kuning telur dicampur dan diaduk merata.
- c) Digunakan untuk makanan burayak.

3) Bentuk Roti Kukus

- a) Telur itik dikopyok sampai lumat dan berbuih. Secara berangsur-angsur ditambahkan tepung ikan, tepung terigu, dan tepung susu, sampil terus diaduk dan diberi air sedikit demi sedikit.

- b) Adonan dikukus sampai masak selama 30 menit. Roti yang sudah masak didinginkan dengan kipas angin.
- c) Vitamin B dan C dihaluskan, ditambah tetrasiklin yang telah dibuang kapsulnya dan beberapa tetes vitamin A+D-kompleks dan Kalsidol.
- d) 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.
- e) Sebelum digunakan sebaiknya dibuat suspensi, yaitu dengan melarutkannya dalam air melalui kain saringan halus yang ukurannya disesuaikan dengan ukuran burayak yang akan diberi makan.



Gambar 40. Pakan bentuk roti kukus

4) Bentuk Pellet

- a) Bahan untuk membuat pelet ada 2 macam, yaitu berupa: tepung kering dan gumpalan (pasta).
- b) 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.
- c) 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.

- d) Apabila bahan perekat dicampur langsung dengan bahan-bahan lainnya, maka pembuatan adonan dilakukan dengan air panas sebanyak $\pm \frac{1}{4}$ berat bahan baku. Pengadukan dilakukan di atas api kecil, agar air tidak cepat dingin.
- e) Pengadukan adonan dilakukan sampai terjadi perubahan warna.
- f) Adonan didinginkan di atas tampir. Apabila menggunakan ragi, maka pencampurannya dilakukan setelah adonan dingin.
- g) Bahan baku yang telah dingin dicetak dengan penggiling daging dan akan diperoleh bentuk batangan-batangan. Batangan basah tersebut dipotong-potong sepanjang 3 cm.
- h) Pelet basah yang telah dipotong-potong dijemur sampai kadar airnya 10 - 20%. Pengeringan dihentikan apabila pelet kering, keras dan mudah patah.
- i) Pellet digunakan sebagai pakan ikan dewasa yang sudah mempunyai berat > 60-75 gram dan berumur > 120 hari.



Gambar 41. Pakan bentuk pellet

5) Bentuk Remah dan Tepung

- a) Keduanya berasal dari pellet yang sudah kering. Pellet digiling lagi dengan penggiling kopi. Remah lebih besar dan kasar dibandingkan tepung kasar, digunakan sebagai pakan gelondongan besar/ikan tanggung (berumur 80-120 hari). Besar kecilnya ukuran butiran tergantung kendor kencangnya setelan gigi-gigi penggilas alat penggiling.

- b) Tepung kasar dan halus dipisahkan dengan ayakan :
 - (1) Tepung kasar untuk benih berumur 20-40 hari, mata saringnya 40-75 sampai 75-105 mikron.
 - (2) Tepung halus untuk benih berumur 40-80 hari, mata saringnya > 105 mikron.

6) Bentuk Lembaran (Waver)

Waver berasal dari emulsi yang dihamparkan di atas alas aluminium atau seng dan dikeringkan, kemudian diremas-remas menjadi kepingan-kepingan kecil.

Cara membuatnya :

- a) Kuning telur ayam dikopyok sampai lumat, sambil berangsur-angsur ditambah air 100 ml, kemudian ditambah 20 gram tepung terigu.
- b) Adonan dipanaskan sambil terus diaduk sampai adonan mengental menjadi larutan emulsi yang masih panas dan encer, dioleskan tipis-tipis di atas lempeng aluminium, kemudian dipanggang sampai mengering dan akan mengelupas sendiri.

Lapisan yang telah mengelupas, dikumpulkan. Dalam keadaan demikian mudah pecah-pecah menjadi kepingan-kepingan kecil.



FORMULASI PAKAN MENGUNAKAN METODE 4 SQUARE

Beberapa hal yang perlu diperhatikan berkaitan dengan bahan baku pakan buatan adalah mengenal jenis dan cara memilihnya. Berdasarkan sumbernya, dikenal dua kelompok bahan makanan untuk ikan, yaitu bahan hewani dan bahan dari nabati.

Beberapa bahan makanan nabati yang dapat digunakan untuk pakan ikan, di antaranya adalah rumput-rumputan, kacang-kacangan, dedaunan, sayuran, buah-buahan, umbi-umbian, padi-padian, dan biji-bijian yang berminyak. Sedangkan bahan baku hewani berasal dari hewan-hewan darat maupun hewan-hewan air. Pada umumnya bahan hewani mengandung protein yang sangat penting. Selain mudah dicerna, kandungan asam amino esensialnya juga lebih lengkap.

Bahan baku yang halus menghasilkan pakan yang bagus kualitasnya dibandingkan dengan menggunakan bahan yang kasar. Akan mengalami kesulitan dalam membuat adonan dan pembentukan pelet.

1. PEMBUATAN FORMULASI PAKAN

Pembuatan pakan, harus diawali dalam perencanaan biota apa yang akan diberi pakan, kondisi biotanya, apakah herbivora, karnivora atau omnivora. Dalam praktik ini, kami memelihara ikan nila yang bersifat omnivora. Maka, setiap bahan baku memiliki bagian yang sama karena ikan jenis omnivore memakan segala jenis makanan, baik dari nabati atau hewani.

Pelet yang dibuat dalam praktik ini terbuat dari lima bahan baku ditambah dengan vitamin dan mineral, berikut adalah bahan baku pembuatan pakan buatan dengan kadar protein yang berbeda-beda:

- Tepung ikan (60 % P)
- Tepung daun lamtoro (23,30 % P)
- Tepung kedelai (37,42 % P)
- Tepung dedak halus (11,35 % P)
- Tepung maizena (7,63 % P)

Pakan buatan terdiri dari Protein Suplemen yang mengandung protein lebih dari 20 % sedangkan Basal makanan mengandung protein kurang dari 20%. Sehingga dalam pembuatan pakan ini setiap bahan baku dikelompokkan sesuai dengan kandungan proteinnya. Maka formulasi pakan buatan dengan kadar protein 30% adalah sebagai berikut :

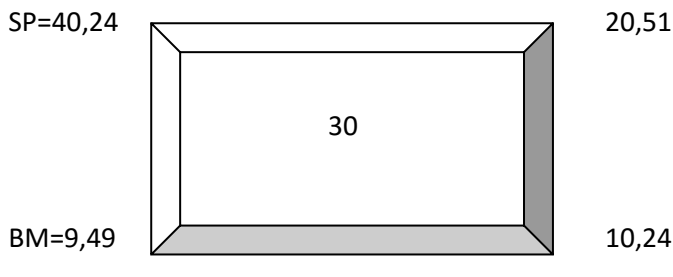
- Kelompok Protein Suplemen (PS)

Tepung ikan	1 bagian x 60%	= 60 %
Tepung lamtoro	1 bagian x 23,3%	= 23,3%
Tepung kedelai	1 bagian x 37,42%	= 37,42 %
Total:		$\frac{120,72 \%}{3} = 40,24\% P$

- Kelompok Basal Makanan (BS)

Dedak Halus	1 bagian x 11,35 %	= 11,35 %
Tepung jagung	1 bagian x 7,63 %	= 7,63 %
Total:		$\frac{18,98}{2} = 9,49\% P$

- Menghitung dengan persegi empat



- Banyaknya bahan baku yang dibutuhkan dari sumber protein utama

$$SP = \frac{20,51}{30,75} \times 297 = 198 \text{ gr}$$

$$BM = \frac{10,24}{30,75} \times 297 = 99 \text{ gr}$$

e. Banyaknya bahan baku yang dibutuhkan dari setiap bagian

Suplemen Protein	$Tepung \text{ ikan} = \frac{1}{3} \times 198 = 66 \text{ gr}$ $Tepung \text{ daun lamtoro} = \frac{1}{3} \times 198 = 66 \text{ gr}$ $Tepung \text{ kedelai} = \frac{1}{3} \times 198 = 66 \text{ gr}$
Bassal Makanan	$Dedak \text{ halus} = \frac{1}{2} \times 99 = 49,5 \text{ gr}$ $Tepung \text{ maizena} = \frac{1}{2} \times 99 = 49,5 \text{ gr}$
Vitamin Mix	3 gr
Total :	300 gr

2. KESIMPULAN

Pakan buatan atau dikenal dengan pellet adalah salah satu unsure budidaya, oleh Karena itu dibutuhkan bahan baku yang berkualitas tinggi untuk menghasilkan pakan buatan yang merbutu, maka diharapkan biota yang dipelihara juga memiliki nilai gizi yang dapat memenuhi kesehatan masyarakat. Untuk membuat pakan buatan, diutuhkan perhitungan yang tepat, perhitungannya dikenal formulasi pakan maka dengan menggunakan formulasi pakan dapat menentukan berapa berat bahan baku yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan protein.

Dari hasil perhitungan formulasi pakan dengan kadar protein 30% dengan berat pakan 300 gram adalah sebagai berikut:

- 1) Tepung ikan 66 gram
- 2) Tepung kedelai 66 gram
- 3) Tepung daun lamtoro 66 gram
- 4) Tepung dedak halus 49,5 gram
- 5) Tepung maizena 49,5 gram
- 6) Vitamin mix 3 gram

Tingkat pemberian pakan buatan baiknya diberikan secara optimum, karena dapat menghasilkan pertumbuhan yang baik bagi biota yang dipelihara, dasar kolam bersih karena tidak ada sisa pakan yang tersisa dan kualitas air bagus karena tidak ada endapan yang berlebih dari sisa pakan atau sisa pakan yang terlarut dalam air. Sehingga biota yang dipelihara selain pertumbuhannya baik, kesehatannya pun terjaga.

3. PROSES PEMBUATAN PAKAN

Pakan buatan adalah suatu jenis pakan yang sengaja kita ramu dari beberapa macam bahan baku yang diramu dan diolah, kemudian dibentuk sesuai dengan yang kita kehendaki. Pakan buatan sengaja dibuat dan diperlukan karena keterbatasan pakan alami dalam memenuhi kebutuhan pakan pada budidaya. Pada era sekarang ini pakan buatan banyak diaplikasikan di dalam budidaya karena beberapa hal, diantaranya:

- a. Jumlah atau kuantitasnya cukup
- b. Dengan memakai pakan buatan kita dapat meramalkan budidaya
- c. Ketersediaan pakan buatan dapat dipenuhi secara terus menerus atau berkesinambungan
- d. Meningkatkan produksi budidaya dengan jalan menambah padat tebar sehingga hasil yang didapat bertambah
- e. Memanfaatkan limbah-limbah industri

Ada beberapa sifat fisik pakan buatan yang harus diperhatikan untuk memperoleh hasil yang maksimal :

1) Kadar air

Variasi kadar air dikenal dengan pakan buatan kering (kadar air sekitar 10 %), lembab (kadar air 30-45 %), basah (kadar air > 50 %). Pakan basah biasanya diproses dari campuran bahan-bahan segar seperti ikan rucah. Pakan lembab bentuk seperti bakso lebih disukai ikan karena pakan lembab lebih menarik ikan, sehingga pakan lembab memberi hasil terbaik dan lebih mudah disiapkan dalam skala kecil dilokasi budidaya. Kalau pakan kering kelebihannya dapat dibuat dalam jumlah banyak sekaligus mudah disimpan, diangkut dan diberikan pada ikan.

2) Bentuk Pakan

Bentuk pakan sangat beragam, pakan kering dibuat dalam bentuk pellet, remah, butiran, dan lembaran. Pakan lembab dapat berbentuk seperti bola, bakso, roti kukus, untuk pakan basah berbentuk seperti bubur atau pasta. Pellet dapat dibuat dalam beragam bentuk seperti batang, bulat, dan gilik. Ukuran pellet berkisar antara 3-3,5 mm atau disesuaikan dengan ukuran ikan yang akan diberi makan. Pellet akan diberikan pada ikan-ikan dalam fase pertumbuhan atau dewasa. Kekerasan pellet tergantung pada cara pembuatan, jenis bahan baku, jenis perekat, dan jumlah perekat.

3) Tekstur Pakan

Tekstur adalah tingkat kehalusan bahan baku sebelum diramu. Kehalusan bahan baku berpengaruh terhadap kekompakan dan kerataan, saat dilakukan pencampuran dan mempermudah proses pencernaan didalam usus ikan. Ikan termasuk yang tidak menguyah makanan, langsung ditelan meskipun usus pendek, sehingga kesempatan untuk mencerna makanan relatif singkat.

4) Daya Apung Pakan dalam Air

Umumnya pakan buatan sifatnya tenggelam, namun melalui proses khusus, pellet dapat dibuat mengapung atau melayang. Semakin besar berat jenis pakan dibandingkan dengan pakan maka pakan makin cepat tenggelam. Jika berat jenis pakan 1 maka akan melayang, sedangkan jika berat jenis pakan lebih kecil dari 1 maka pakan akan mengapung.

5) Daya Tahan Pakan dalam Air

Pakan buatan harus dapat bertahan supaya tidak segera hancur atau buyar ketika masuk kedalam air, daya tahan pakan dalam air dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jumlah, jenis dan bahan baku, cara pembuatan, jumlah dan jenis bahan perekat serta penepungan bahan baku.

Dalam membuat pakan buatan harus memilih bahan-bahan yang menguntungkan. Untuk hal itu harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a) Nilai gizi tinggi
- b) Mudah diperoleh
- c) Mudah diolah

- d) Harga relatif murah
- e) Tidak mengandung zat yang berbahaya
- f) Bukan makanan pokok manusia

4. METODOLOGI

Praktik dilaksanakan pada semester iv terhitung dari bulan Januari sampai dengan bulan Juni di Laboratorium Budidaya Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta.

a. Alat

Adapun alat yang digunakan dalam praktik pembuatan pakan buatan dengan kadar protein 30 5 sebanyak 300 gram antara lain:

- | | |
|--------------|------------|
| 1) Baskom | 6) Ember |
| 2) Timbangan | 7) Kompor |
| 3) Ayakan | 8) Mangkok |
| 4) Cetakan | |
| 5) Pisau | |

b. Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan pakan buatan adalah sebagai berikut:

- 1) Tepung ikan
- 2) Tepung maizena
- 3) Tepung daun lamtoro
- 4) Tepung dedak
- 5) Vitamin dan mineral berupa vitamin mix

c. Cara Kerja

Sebelum membuat pakan berupa pellet, perlu disiapkan bahan baku yang perlu diolah terlebih dahulu, hal karena tidak tersedianya di pasar seperti tepung daun lamtoro dan tepung maizena. Berikut adalah cara pembuatannya;

1) Pembuatan Tepung Maizena

- a) Masukan tepung maizena ke dalam mangkok
- b) Menambahkan air, kemudian aduk sampai rata

- c) Memanaskan campuran tepung maizena dengan air sampai terbentuk adonan tepung maizena
- 2) Pembuatan tepung daun Lamtoro
 - a) Ambil daun lamtoro sebanyak mungkin, kemudian rendam dengan air selama 24 jam.
 - b) Kemudian daun lamtoro yang sudah direndam, dijemur hingga kering.
 - c) Setelah kering, daun di tumbuk dengan menggunakan penggilingan.
 - d) Hasil tumbukan diayak dan usahakan tepung sehalus mungkin.

Setelah semua bahan yang akan digunakan telah dipersiapkan maka langkah selanjutnya yang harus dilakukan adalah membuat adonan dari tiap-tiap bahan yang sudah disiapkan. Jumlah dari bahan yang akan dicampurkan sesuai dengan hasil pembuatan formulasi. Adapun langkah kerja dalam pembuatan pakan buatan berupa pelet adalah sebagai berikut;

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan, bahannya sudah dalam bentuk tepung dan peralatannya dalam keadaan bersih.
2. Lakukan pencampuran bahan, usahakan campuran bahan yang jumlahnya sedikit terlebih dahulu kemudian disusul bahan yang jumlahnya banyak (secara sedikit demi sedikit).
3. Aduk adonan sampai semua bahan tercampur, lalu tambahkan adonan tepung maizena sebagai perekat
4. Adonan yang sudah tercampur rata, siap untuk digiling untuk pembentukan pelet. Hasil penggilingan lalu dibentuk sesuai dengan ukuran yang diinginkan.
5. Setelah semua adonan sudah siap dibentuk, maka harus dilakukan pengeringan dengan cara penjemuran oleh sinar matahari. Dalam penjemuran harus diperhatikan keadaan cuaca. Jangan sampai pelet yang dibuat berjamur karena pengeringannya yang kurang maksimal.
6. Apabila pelet sudah kering, dipotong sesuai dengan bukaan mulut ikan dan harus disimpan di tempat yang tidak lembap. Pelet yang sudah kering, tidak boleh terkena angin.

BAB
10

BAHAN ANTI NUTRISI

1. PHYTAT

Phytat merupakan salah satu non polysaccharida dari dinding tanaman seperti silakat dan oksalat. Asam phytat termasuk chelat (senyawa pengikat mineral) yang kuat yang bisa mengikat ion metal divalent membentuk phytat komplek sehingga mineral tidak bisa diserap oleh tubuh. Mineral tersebut yaitu Ca, Zn, Cu, Mg dan Fe. Pada sebagian besar cereal, 60-70 % phosphor terdapat sebagai asam phytat, pencernaan molekul phytat sangat bervariasi dari 0-50 % tergantung bahan pakan dan umur ikan. Ikan muda lebih rendah kemampuan mencerna phytat, tetapi pada ikan dewasa 50%. Pencernaan phytat terjadi karena adanya phytase tanaman atau sintetis phytase dari mikroba usus. Perlakuan panas pada ransum seperti pelleting atau ekstrusi tidak terlihat memperbaiki pencernaan pospor-phytat. Cara memecahkan masalah adanya P-phytat dalam ransum yaitu :

- a. Penambahan phytase : kelemahan dari penambahan phytase ke dalam ransum akan menambah biaya ransum dan phytase mudah rusak selama proses pelleting. Sebagian besar phytase di denaturasi pada suhu 65°C. Sebaiknya *enzym phytase* ditambahkan setelah proses pengolahan.

- b. Penambahan sumber pospor lainnya ke dalam ransum seperti di *calcium pospat*.

Sebagian besar cereal dan suplemen protein nabati relatif rendah kandungan phytase kecuali dedak gandum, sedangkan biji yang mengandung minyak kandungan phytat lebih tinggi.

2. TANNIN

Tannin adalah senyawa phenolic yang larut dalam air. Dengan berat molekul antara 500-3000 dapat mengendapkan protein dari larutan. Secara kimia tannin sangat kompleks dan biasanya dibagi kedalam dua grup, yaitu hydrolizable tannin dan condensed tannin. Hydrolizable tannin mudah dihidrolisa secara kimia atau oleh enzim dan terdapat di beberapa legume tropika seperti Acacia Spp. Condensed tannin atau tannin terkondensasi paling banyak menyebar di tanaman dan dianggap sebagai tannin tanaman. Sebagian besar biji legume mengandung tannin terkondensasi terutama pada testanya. Warna testa makin gelap menandakan kandungan tannin makin tinggi. Kandungan tannin pada varietas sorgum tannin tinggi sebesar 2,7 dan 10,2 % catechin equivalent. Dari 24 varietas sorgum kandungan tannin berkisar dari 0,05-3,67 % (catechin equivalent).

Kandungan tannin sorgum sering dihubungkan dengan warna kulit luar yang gelap. Peranan tannin pada tanaman yaitu untuk melindungi biji dari predator burung, melindungi perkecambahan setelah panen, melindungi dari jamur dan cuaca. Sorgum bertannin tinggi bila digunakan pada ternak akan memperlihatkan penurunan kecepatan pertumbuhan dan menurunkan efisiensi ransum pada broiler, menurunkan produksi telur pada layer dan meningkatnya kejadian leg abnormalitas. Cara mengatasi pengaruh dari tannin dalam ransum yaitu dengan mensuplementasi DL-metionin dan suplementasi agen pengikat tannin, yaitu gelatin, polyvinylpyrrolidone (PVP) dan polyethyleneglycol yang mempunyai kemampuan mengikat dan merusak tannin. Selain itu kandungan tannin pada bahan pakan dapat

diturunkan dengan berbagai cara seperti perendaman, perebusan, fermentasi, dan penyosohan kulit luar biji.

3. GOSSYPOL

Penggunaan bungkil biji kapuk (*Cottonseed meal*) pada hewan *monogastrik* dibatasi oleh kandungan serat kasar dan senyawa toksik yaitu *tannin* dan *gossypol* yaitu pigmen polyphenolic kuning. Konsentrasi *gossypol* dalam biji bervariasi di antara spesies kapuk dan antara cultivarnya berkisar 0,3 dan 3,4 %. *Gossypol* ditemukan dalam bentuk bebas, bentuk beracun dan bentuk ikatan yang tidak toksik. Metode pengolahan biji kapuk menentukan kandungan *gossypol* bebas. Kandungan *gossypol* bebas pada pengolahan menggunakan ekstrak pelarut berkisar antara 0,1-0,5 % tetapi untuk proses *expeller* kandungan *gossypol* bebas kira-kira 0,05 %. Seluruh biji mempunyai *gossypol* bentuk bebas. Ransum layer mengandung < 50 ppm *gossypol* mencegah terjadinya *green discoloration* pada kuning telur khususnya setelah penyimpanan serta dapat menurunkan daya tetas dari telur *fertile*. Penambahan garam besi (*ferric sulphat*) pada ransum yang biji kapuk dapat merusak *gossypol* yaitu dengan mengikat grup reaktif *gossypol* dengan (Fe), dan kandungan protein ransum yang tinggi juga dapat mencegah pengaruh merugikan dari *gossypol*.

4. SAPONIN

Sebagian besar saponin ditemukan pada biji-bijian dan tanaman makanan ternak seperti alfalfa, bunga matahari, kedelai, kacang tanah . Saponin umumnya mempunyai karakteristik yaitu rasa pahit, sifat iritasi mucosal, sifat penyabunan, dan sifat hemolitik dan sifat membentuk kompleks dengan asam empedu dan kolesterol. Saponin mempunyai efek menurunkan konsumsi ransum karena rasa pahit dan terjadinya iritasi pada oral mucosa dan saluran pencernaan. Pada anak ayam yang diberi 0,9 % triterpenoid saponin bisa menurunkan konsumsi ransum, menurunkan pertambahan berat badan,

menurunkan pencernaan lemak, meningkatkan ekskresi kolesterol dan menurunkan absorpsi vitamin A dan D.

5. MIMOSIN

Tepung daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*) kering sama dengan tepung biji kapuk sebagai sumber protein. Nilai nutrisi yang rendah dari lamtoro karena adanya mimosin. Lamtoro mengandung *mimosin* sebesar 3-5 % BK, tetapi juga mengandung senyawa *antinutrisi* lain termasuk *protease* inhibitor, tannin dan *galactomannan*. Karena adanya *mimosin* ini penggunaan lamtoro dalam ransum non ruminansia sebesar 5-10 % tanpa menimbulkan gejala toxicosis.

6. PROTEASE INHIBITOR

Protease inhibitor adalah senyawa yang bisa menghambat tripsin dan chymotripsin dan umumnya pada tanaman mengandung konsentrasi yang rendah kecuali kedelai. Kedelai cenderung mengandung *protease* inhibitor tinggi dan pada cereal lainnya rendah. Memakan kedelai mentah mengakibatkan meningkatnya berat pankreas. Penghambatan aktivitas tripsin berpengaruh pada pencernaan protein, karena tripsin adalah activator dari semua enzim yang dikeluarkan oleh pankreas yaitu *zymogen* termasuk tripsinogen, *chymotripsinogen*, proelastase dan carboxypeptidase. Pengaruh utama dari tripsin inhibitor bukan mengganggu pencernaan protein tetapi sekresi berlebihan dari pankreas.

Cholecystokinin adalah peptide yang merangsang sekresi enzim pankreas dikeluarkan oleh bagian proximal usus halus yang dikontrol oleh aktivitas umpan balik negatif. Meningkatnya kadar tripsin di lumen usus akan menurunkan sekresi cholecystokinin. Sekresi *cholecystokinin* oleh mucosa usus karena adanya monitor peptide yaitu sebuah peptide yang disekresikan ke dalam getah pankreas. Apabila pencernaan protein selesai maka monitor peptide dirusak oleh

trypsin dan sekresi *cholecystokinin* berhenti. Adanya inhibitor trypsin dalam ransum, pankreas secara terus menerus merangsang *cholecystokinin* sebab monitor peptide tidak dirusak oleh trypsin. Kelebihan rangsangan ini menyebabkan terjadi *hyperthrophy* dan hiperplasia dari pankreas yang terlihat dari berat pankreas meningkat. Protease inhibitor mudah dinetralkan dengan pemanasan. Kerusakan ini tergantung dari suhu, waktu pemanasan, ukuran partikel dan kandungan air. Pengolahan untuk menetralkan trypsin inhibitor harus dipertimbangkan jangan sampai merusak nilai nutrisi dari kedelai.

7. CYANOGENIC GLYCOSIDE (CYANOGEN)

Cyanogenic glycoside, *cyanoglycosida* atau *cyanogen* adalah senyawa yang apabila diperlakukan asam dan diikuti dengan hidrolisis oleh enzim tertentu akan melepaskan *hydrogen cyanida* (HCN). *Cyanoglycosida* terdapat lebih dari 2000 spesies tanaman. Singkong (cassava) adalah hasil panen utama yang mengandung cyanogen dalam jumlah tinggi. Pengolahan singkong secara tradisional yaitu umbi dipotong-potong di bawah air mengalir untuk mencuci cyanogen. Alternatif lain yaitu umbi singkong dipotong-potong, dihancurkan dan dikeringkan di bawah sinar matahari sampai HCN menguap. HCN setelah dilepas dengan cepat diabsorpsi dari saluran gastro intestinal masuk ke dalam darah. Ion Cyanida (CN-) berikatan dengan Fe heme dan beraksi dengan ferric (oksidasi) dalam mitokondria membentuk cytochrome oxidase di dalam mitokondria, membentuk kompleks stabil dan menahan jalur pernafasan. Akibatnya hemoglobin tidak bisa melepas oxygen dalam system transport electron dan terjadi kematian akibat hypoxia seluler.

Beberapa cara mengurangi cyanogenic glycoside yaitu :

- a. Proses pembuatan pati menghilangkan cyanogen.
- b. Pencacahan, dikeringkan atau sebelumnya disimpan lebih dulu dalam keadaan basah bisa mengurangi 2/3 cyanogen dari segar.

8. NON STARCH POLYSACCHARIDE

Non-starch polysaccharide (NSP) adalah karbohidrat kompleks yang terlihat di endosperm dinding sel dari biji cereal. Karbohidrat ini sukar dicerna sehingga lolos dari saluran pencernaan dan mengikat air sehingga viscositas cairan di saluran pencernaan tinggi. Viscositas di saluran pencernaan meningkat menyebabkan transport nutrient menurun dan absorpsi menurun. Kedelai mengandung NSP dalam bentuk oligosaccharide. Kedelai yang berasal dari berbagai negara mengandung oligosaccharida berbeda-beda.



SISTEM PENCERNAAN PADA IKAN

1. TINGKAH LAKU MAKAN DAN KEBIASAAN MAKAN

Pengetahuan tentang tingkah laku makan dan pemilihan makanan dari ikan dalam budidaya adalah penting untuk meningkatkan pertumbuhan dan kehidupan. 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 di bawah 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. Berbagai tipe tingkah laku makan. Pada habitat alam, ikan menampilkan berbagai tipe tingkah laku makan (*feeding behavior*) yang berbeda. Di antaranya:

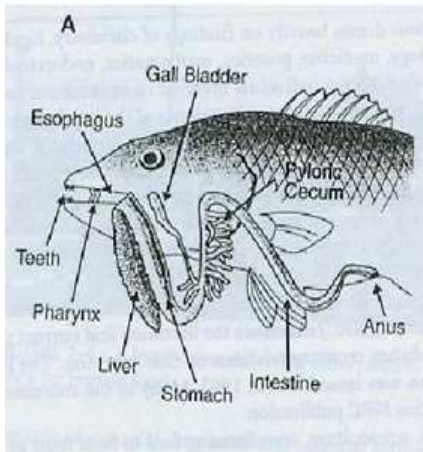
- a. Predator atau pemangsa daging adalah ikan yang memakan hewan lain dengan terutama menggunakan penglihatan untuk berburu mangsa meskipun pembau, perasa, dan organ indra lainnya mungkin saja digunakan. Ikan tersebut mungkin saja berburu secara aktif ataupun berdiam menunggu mangsa

- b. Grazer atau ‘pemotong rumput’ makan organisme dasar atau plankton yang diambil secara selektif. Beberapa grazer makan alga atau menggigit- gigit karang untuk mengambil polip
- c. 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
- d. 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

Sedangkan kebiasaan makan ikan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Herbivora adalah ikan yang biasanya makan material tanaman.
- b. Karnivora adalah ikan yang biasanya makan hewan.
- c. Omnivora adalah ikan yang biasanya makan tanaman dan hewan.
- d. Detritivora adalah ikan yang biasanya makan tanaman dan hewan yang lapuk atau membusuk.
- e. Planktivora adalah ikan yang biasanya makan plankton

2. SUSUNAN SISTEM PENCERNAAN PADA IKAN



Saluran pencernaan ikan terdiri dari mulut, faring, esofagus (kerongkongan), lambung, usus dan anus. Di dalam rongga mulut ikan terdapat lidah pendek yang berada di dasar mulut. Lidah ini tidak dapat digerakkan dan tidak mempunyai fungsi yang berarti. Gigi ikan tumbuh pada bagian rahang atas dan rahang bawah,

bahkan ada yang tumbuh pada langit-langit mulut. Gigi ikan bertulang keras berbentuk kerucut. Ikan tidak mempunyai kelenjar ludah tetapi mempunyai kelenjar lendir dari mulutnya. Lambung ikan merupakan pelebaran dari saluran pencernaan. Antara lambung dengan usus terdapat tiga buah usus buntu (sekum).

Ikan mempunyai hati, kantong empudu, serta saluran empudu yang bermuara ke dalam usus. Pankreas tidak begitu jelas dan bersatu dengan hati, disebut *hepatopankreas*. Makanan dari lambung masuk ke dalam usus. Di usus terjadi penyerapan makanan. Sisa-sisa makanan dikeluarkan melalui anus.

a. Cavum Oris (Rongga Mulut)

Pada rongga mulut pisces terdapat lingua atau lidah yang bentuknya kaku dan tidak bisa digerakkan yang terdapat pada dasar mulut dan tidak mengeluarkan kelenjar saliva hanya ada sel mucus atau sel lendir.

- 1) Terdapat gigi-gigi kecil yang berbentuk kerucut pada geraham bawah.
- 2) Terdapat Glandula Mukosa atau kelenjar lender yang berfungsi untuk mempermudah jalannya makanan.
- 3) Terdapat organ pengecap yang sering menyelimuti lidah yang berfungsi sebagai penyeleksi makanan.

Pada rongga mulut pisces juga terdapat organ palatin yang terletak pada langit-langit bagian belakang, dan merupakan penebalan dari lapisan mukosa. Organ ini terdiri dari lapisan otot dan serat kolagen dan berfungsi sebagai proses penelanan makanan dan membantu membuang kelebihan air pada makanan yang dimakan.

b. Faring

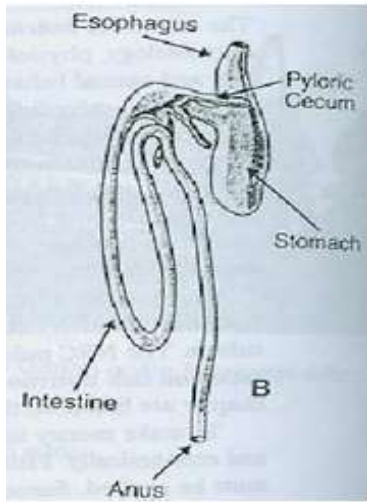
Pada faring ini berfungsi sebagai penyaring makanan. tetapi pada faring kadang kala masih ditemukan organ pengecap, jika ada material yang bukan makanan maka material tersebut akan dibuang melalui celah insang.

c. Esofagus

Esofagus mempunyai bentuk kerucut, pendek seperti pipa, dan terdapat di belakang insang. Pada organ ini mengandung lender yang berfungsi untuk membantu penelanan makanan.

d. Lambung

Lambung pada ikan mempunyai dua fungsi, selain sebagai penampung makanan, lambung juga sebagai pencerna makanan. Pada ikan yang tidak berlambung, fungsi penampung makanan digantikan oleh usus depan yang dimodifikasi menjadi kantung yang membesar atau sering disebut lambung palsu. Seluruh Permukaan lambung ditutupi oleh sel mucus yang mengandung *mukopolisakarida* yang agak asam dan berfungsi sebagai pelindung dinding lambung dari kerja asam klorida. Pada lambung juga mempunyai sel-sel penghasil cairan gastric yang terletak di bagian bawah dari lapisan epithelium yang berfungsi untuk mensekresikan peptin dan asam klorida.



Proses pencernaan di lambung dilakukan ada yang kimiawi dan ada pula pencernaan secara mekanik juga dilakukan di lambung. Pada ikan herbivora contohnya ikan ini menggerus makanan pada lambung, lambung tersebut sering disebut gizzard atau lambung khusus. Di dalam lambung ini akan terjadi proses pencernaan protein, lemak, dan karbohidrat. Pencernaan protein di lambung

akan mengalami denaturasi oleh kerja HCl dan dihidrolisis oleh enzim pepsin, sehingga protein menjadi peptid. Pencernaan protein, lemak dan karbohidrat di lambung merupakan tahap awal, tetapi secara intensif dilakukan di usus. Sedangkan pada ikan yang tidak mempunyai lambung, pencernaan protein dilakukan pada usus depan oleh enzim protease.

Di dalam lambung terdapat beberapa segmen, di antaranya:

- 1) Pylorus merupakan segmen yang terletak antara lambung dan usus depan. Pada segmen ini berfungsi sebagai pengatur pengeluaran makanan dari lambung ke segmen usus
- 2) Intestinum merupakan segmen terpanjang dari saluran pencernaan atau tractus digesti. Pada bagian depan usus ini ada yang terdapat dua saluran dan ada yang satu saluran. Dua saluran tersebut yaitu saluran yang berasal dari kantong empedu (*ductus choledochus*) dan saluran yang berasal dari pancreas. Sedangkan yang hanya mempunyai satu saluran pada depan lambung ini, karena pancreas pada ikan tertentu tersebut menyebar pada organ hati. jadi hanya terdapat satu saluran yaitu ductus choledochus. Lapisan mukosa usus tersusun oleh selapis sel

epithelium dengan bentuk *prismatic*. Pada lapisan ini terdapat tonjolan-tonjolan atau prisma atau villi yang membentuk seperti sarang tawon pada usus bagian depan dan akan lebih beraturan pada usus bagian belakang. Bentuk sel yang umum ditemukan di *epithelium* usus adalah sel enterosit dan sel mukosit. Sel enterosit merupakan sel yang permukaan atasnya mengarah ke rongga usus. sel ini adalah sel yang paling dominan, yang jumlahnya akan semakin meningkat ke arah bagian belakang usus. Sel enterosit memiliki tonjolan kecil atau mikrovilli kecil yang berperan dalam penyerapan makanan. Sel mukosit atau sering disebut sel penghasil lendir. Merupakan sel yang berbentuk seperti piala, pada permukaan sel ini juga terdapat mikrovilli. Lendir ini berfungsi sebagai pelumas dan pelindung dinding usus. Perbedaan intestinum pada ikan tiap jenis ikan terletak pada bentuknya. Ikan jenis herbivora memiliki usus yang menggulung dan panjang. Sedangkan untuk ikan omnivore memiliki usus yang hampir sama dengan herbivora tetapi lebih pendek. Sedangkan untuk ikan karnivora memiliki usus pendek dan tidak menggulung.

- 3) Rectum merupakan segmen saluran pencernaan yang paling terujung. Segmen ini berfungsi sebagai penyerap air dan ion. Sedangkan pada larva ikan, selain sebagai penyerap air dan ion, rectum juga sebagai penyerap protein
- e. Anus merupakan ujung saluran pencernaan. Pada ikan bertulang sejati anus terletak di sebelah depan saluran genital

3. KETERKAITAN ANTARA KEBIASAAN MAKAN DENGAN STRUKTUR ALAT MAKAN

Kebiasaan makan yang berbeda dari ikan berkaitan dengan berbagai struktur alat makan yang dimilikinya. Alat makan tersebut beradaptasi secara struktural dalam melakukan aktivitas makan. Keterkaitan tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:

- a. Mulut. Ukuran dan struktur mulut bervariasi menurut kebiasaan makan ikan. Pada ikan sucker, mulut menghadap ke bawah dan bibir berdaging atau lembek. Di antara 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 predator
- b. Gigi mungkin saja ditemukan dalam rahang, mulut atau faring. Hubungan yang kuat tampak antara jenis gigi dan tingkah laku makan atau tipe makanan yang dimakan.
- c. 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.
- d. Perut ikan menunjukkan adaptasi berkenaan dengan bentuk, kebuncitan, dan sekresi enzim. Pada beberapa ikan, perut berfungsi sebagai organ penggilingan.
- e. 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.

Bentuk dan struktur alat makan berbagai jenis ikan dengan kebiasaan makan berbeda. Rainbow trout, jenis ikan karnivora, memiliki perut dengan bentuk menyerupai huruf 'Y', lele adalah jenis

ikan omnivora dengan menekankan sumber makanan utamanya berasal dari hewan, memiliki perut dengan bentuk seperti kantung, ikan mas adalah jenis ikan omnivora dengan menekankan sumber makanan utamanya berasal dari tanaman, tidak memiliki perut. 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.



PENGUJIAN MUTU PAKAN

Untuk mengetahui tingkatan mutu pakan yang kita buat, haruslah dilakukan pengujian. Pakan yang paling umum untuk diuji yaitu berupa bentuk pellet. Ada 3 macam pengujian, yaitu pengujian fisik, kimiawi dan biologis.

1. PENGUJIAN FISIK

Pengujian pellet secara fisik yaitu :

a. Kehalusan bahan baku

Kehalusan bahan baku, dapat diuji dengan jalan menggilingnya lagi, berdasarkan besar kecilnya ukuran butiran, kita dapat membedakannya menjadi sangat halus, halus, agak kasar, sangat kasar dll.

b. Kekerasannya

Pengujian kekerasan dapat dilakukan dengan memberi beban pada pelet yang bersangkutan dengan suatu pemberat yang mempunyai bobot tertentu. Pemberian beban itu kita lakukan dengan beberapa macam pemberat, sampai akhirnya pelet tidak mampu lagi untuk menahannya dan hancur. Pelet yang baik harus mempunyai kekerasan yang tinggi, dan biasanya berasal dari bahan baku yang cukup halus.

c. Daya tahan dalam air

Pengujian daya tahan dalam air, dilakukan dengan merendamnya dalam air dingin. Waktu yang diperlukan sampai saat pellet hancur merupakan ukuran daya tahannya.

d. Daya mengapungnya

Pengujian daya apung, kita lakukan dengan jalan menjatuhkan pellet ke dalam air dalam akuarium dengan ketinggian air 20 cm. Waktu yang diperlukan mulai saat pelet menyentuh permukaan air sampai tenggelam di dasar, adalah merupakan ukuran daya apungnya.

2. PENGUJIAN KIMIAWI

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kandungan gizi dari pakan tersebut, yaitu kadar protein, lemak, karbohidrat, abu, serat dan kadar air. Pengujian ini dapat dilakukan di laboratorium makanan yang terdapat di ibukota kabupaten. Parameter yang diuji antara lain energi gross, protein kasar, lemak kasar dan serat kasar.

3. PENGUJIAN BIOLOGIS

Aspek biologis penting adalah Nilai Konversi Pakan (*Feed Conversion Ratio*). Feed Conversion Ratio (FCR) adalah bobot pakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kg daging ikan. Nilai ini sebenarnya tidak merupakan angka mutlak, karena tidak hanya ditentukan oleh kualitas pakan, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain, seperti jenis, ukuran ikan, kepadatan, kualitas air dll. Semakin kecil nilai konversi pakan, semakin baik kualitas pakan, karena akan semakin ekonomis. Untuk mengetahui nilai konversi pakan perlu dilakukan pengujian di lapangan pada berbagai tipe percobaan untuk mengetahui perkembangan pertumbuhan ikan.



PENGEMASAN DAN PENYIMPANAN PAKAN

Pada saat ini proses pengemasan sudah menjadi hal yang mutlak dalam usaha pembuatan pakan ikan, karena dengan pengemasan yang baik, maka proses penurunan mutu dapat ditekan. Wadah untuk mengemas pakan sangat bervariasi, mulai dari karung plastik, kertas semen dan plastik tebal untuk kapasitas besar dan alumunium foil untuk kapasitas kecil.

Pada saat ini terdapat 3 masalah dalam proses penyimpanan, yakni serangga, organisme mikroskopis dan perubahan deterioratif, yang semua itu akan menyebabkan kehilangan bobot, kualitas, risiko kesehatan dan ekonomis. Serangga memakan hampir semua bahan baku dan mengkontaminasinya dengan feses, sayap yang gugur, sarang, bau, dll. Kehadiran serangga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti sumber serangga, ketersediaan pakan, temperatur, kelembaban udara dan kehadiran organisme lain. Serangga spesies tropis, pada umumnya tumbuh optimum pada suhu 28 ° C. Kelembaban di atas 70% meningkatkan perkembangbiakan serangga. Kelembaban pakan pada umumnya berhubungan erat dengan kelembaban udara dan serangga menyebabkan kehilangan bobot dan kualitas.

Mikroorganisme adalah kontaminan biologis pada lingkungan alami dan hadir pada semua bahan pakan. Bakteri dan jamur tidak dapat hidup pada kelembaban di bawah 20%. Proses penanganan pasca panen yang

melibatkan panas, ekstraksi kimia, mekanis serta dehidrasi menurunkan jamur kontaminan.

Efek kerusakan pada pakan akibat jamur ada 4 :

1. Produksi racun *mycotoxin*.
2. Timbulnya panas.
3. Naiknya kelembaban.
4. Munculnya jamur.

Perubahan *deterioratif* pada bahan baku dan pakan hampir selalu terjadi, dan ini berhubungan dengan kandungan lipid/lemak pada pakan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses *deterioratif* adalah :

- a. Faktor lingkungan (temperatur, kelembaban, kebersihan lingkungan dan rancangan bangunan).
- b. Kehadiran serangga dan mikroorganisme.

Ketengikan merupakan gabungan dari 3 proses, yaitu : oksidasi, hidrolisis dan pembentukan keton. Banyak faktor yang mempengaruhi oksidasi lipid yaitu enzim, hematin, peroksida, cahaya, temperatur dan katalisis dari logam berat.

Hal terpenting pada penyimpanan bahan pakan dan pakan adalah :

- a. Kebersihan umum ruangan, sebab ruangan yang terpengaruh cuaca dan memungkinkan serangga berkembang biak akan memudahkan terjadinya kerusakan.
- b. Keseimbangan keluar-masuk barang. Barang yang pertama masuk, barang itu yang pertama dikeluarkan atau "*first in first out*".
- c. Saluran buangan dan sampah harus tersendiri dan berjalan dengan baik.
- d. Ukuran bantalan kayu dan posisi penumpukan barang.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, Eddy dan Evi Liviawaty. 2003. Pakan Ikan. Yogyakarta. Penerbit Kanisius.
- Almatsier, Sunita. 2009. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Aslamyah, Siti dan Yushinta Fujaya. 2010. Stimulasi Molting dan Pertumbuhan Kepiting Bakau (*Scylla* sp.) Melalui Aplikasi Pakan Buatan Berbahan Dasar Limbah Pangan yang Diperkaya dengan Ekstrak Bayam. Jurnal Ilmu Kelautan, vol. 15 (3) 170-178.
- Girindra. 1993. Biokimia 1. PT. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Lehninger, L Albert. 1982. Dasar-Dasar Biokimia. Erlangga: Surabaya
- Marzuqi, Muhammad, Ni Wayan Widya Astuti, dan Ketut Suwiry, 2012. Pengaruh Kadar Protein Dan Rasio Pemberian Pakan Terhadap Pertumbuhan Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*), Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, Vol. 4, No. 1, Hlm. 55-65.
- Masyamsir. 2001. Membuat Pakan Ikan Buatan. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Mujiman, A. 2004. Makanan Ikan. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.
- Murray, Robert K. Daryl K. Granner. Victor W. Radwell. 2009. Biokimia Harper Edisi 27. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran (EGC)
- Poedjiati, Anna. 1994. Dasar-Dasar Biokimia. Universitas Indonesia: Jakarta.
- Roswieem, Albert L. 1982. Dasar-Dasar Biokimia. Erlangga: Jakarta
- Sloane, Ethel. 2003. Anatomi Dan Fisiologi Untuk Pemula. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran (EGC).

PROFIL PENULIS



Ria Retno Dewi Sartika Manik adalah Dosen Jurusan Perikanan pada Fakultas Teknik dan Pengelolaan Sumber daya Perairan Universitas HKBP Nommensen Pematangsaintar (UHKBNP) dilahirkan di Kota Singkawang, tanggal 3 Oktober 1992. Menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Perikanan pada Tahun 2014 pada Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta dan Magister pada Tahun 2017 pada Universitas Brawijaya. Pengalaman mengajar sejak lulus Magister, menjadi Dewan Riset Daerah Kota Sibolga 2019-2020, sebagai Narasumber pada pelatihan teknis Budidaya di Dinas Perikanan Kabupaten Batubara, sebagai Anggota Asosiasi Masyarakat Akuakultur Indonesia.

NUTRISI dan PAKAN IKAN

Pada dasarnya, ikan yang memperoleh kecukupan pakan dengan kualitas dan kuantitas yang memadai akan tumbuh dengan baik dan tidak mudah terserang penyakit. Pakan akan membantu terciptanya sistem ketahanan tubuh pada ikan. Sistem ketahanan tubuh tersebut akan menciptakan imunitas atau kekebalan terhadap serangan penyakit, dan sangat dipengaruhi oleh sistem hormonal yang di konsumsi. Kebutuhan nutrisi ikan akan menopang pertumbuhan ikan secara optimal yang di sajikan melalui pakan ikan. Komponen bahan baku pembuatan pakan ikan seperti lemak, dan karbohidrat.

Buku ini ditulis melalui pendekatan teoritis dan praktis para pendidik di Indonesia. Tujuannya untuk menyajikan inovasi dalam proses pendampingan penambahan wawasan untuk para penikmat buku ini. Pembahasan dimulai dengan ulasan umum mengenai kebutuhan nutrisi ikan kemudian menggali sajian bahan-bahan dan alat yang dapat dijadikan bahan baku pakan buatan seperti bahan yang mengandung protein, karbohidrat dan lemak, kemudian melihat cara menghitung formulasi pakan secara manual tanpa excel dan juga cara menghitung formulasi pakan menggunakan metode 4 square. Bahan anti nutrisi sebagai pembahasan selanjutnya mengidentifikasi sistem pencernaan pada ikan dan pengujian mutu pakan serta pengemasan dan penyimpanan pakan. Semua topik dan tulisan yang disatukan dalam buku ini menekankan pada pentingnya kebutuhan nutrisi dan pakan ikan.