



# NUTRISI DAN KESEHATAN IKAN

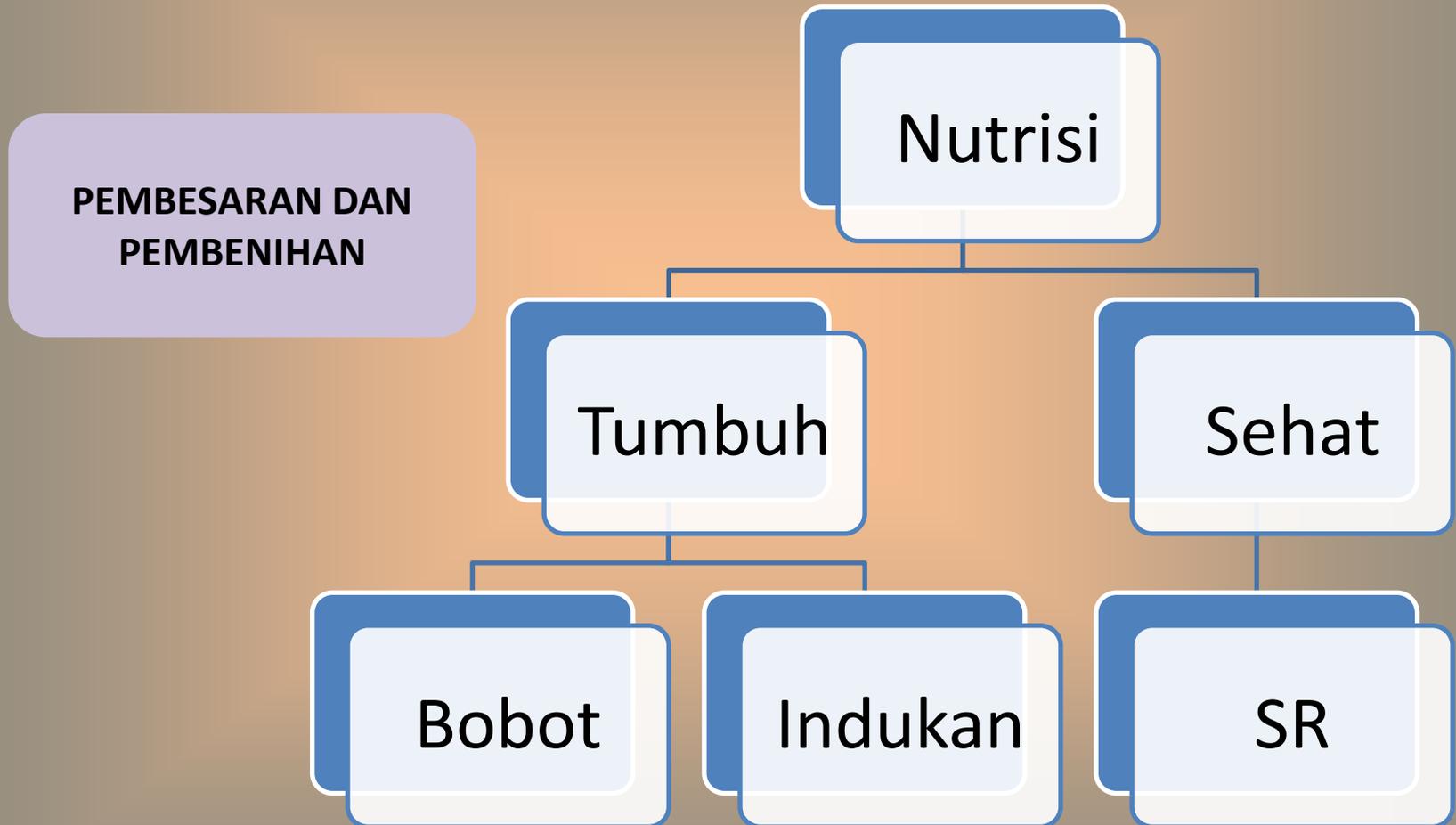
Dr. Agustina



# PENDAHULUAN

- Aspek nutrisi : produksi akuakultur
- Produksi akuakultur (output): berat/bobot, tingkat kelangsungan hidup dan nilai aestetik dr biota budidaya .
- Nutrisi: seimbang, sesuai dg kebutuhan biota
  - Aspek nutrisi : kuantitas dan kualitas.
  - Nutrisi : makronutrien dan mikronutrien
- Seluruh aspek nutrisi ini diperlukan oleh biota akuatik sesuai spesies, food habit, stadia umur maupun faktor lingkungan (terkait stressor)

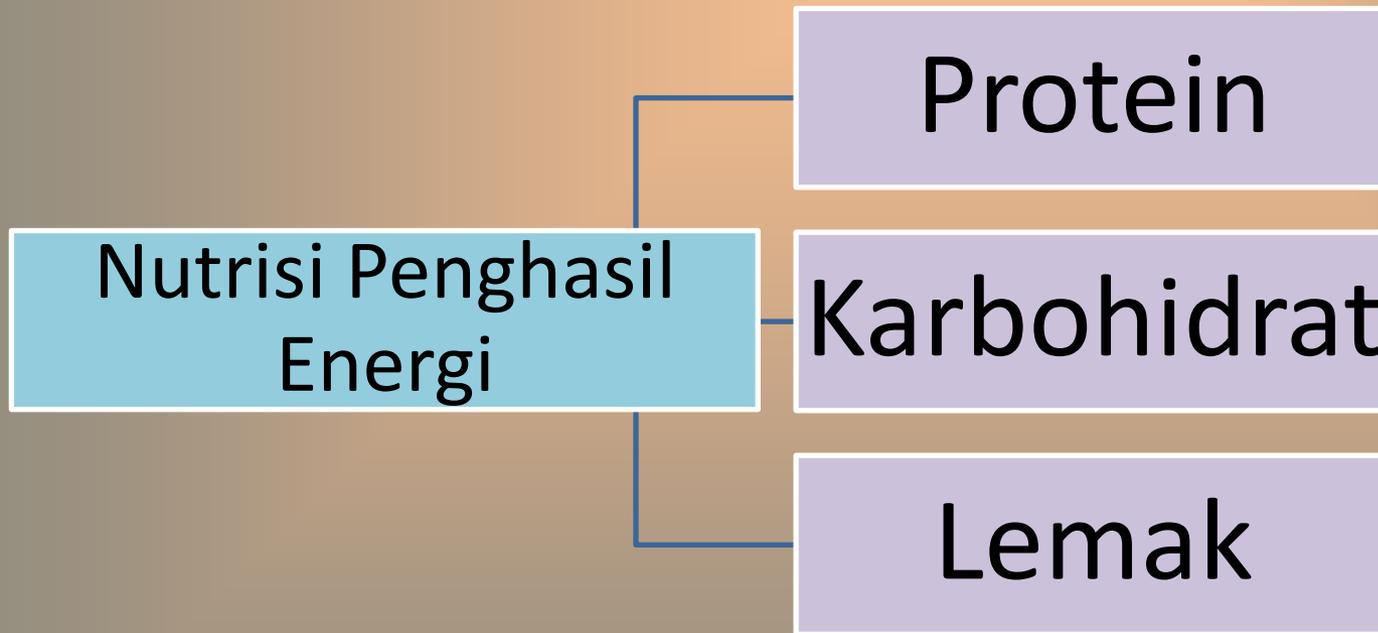
# Bagaimana Nutrisi Mempengaruhi Produksi?



# PERAN NUTRISI

- Menurut Gatlin (2002), ada bbrp peran nutrisi dlm budidaya kompersional maupun intensif:
  - a) Mampu mempengaruhi biaya produksi
  - b) Pertumbuhan ikan
  - c) Kesehatan Ikan
  - d) Produksi limbah

# KELOMPOK NUTRISI UTAMA



- Protein, karbohidrat, dan lipid adalah kelompok nutrisi berbeda yang dimetabolisme tubuh untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan untuk berbagai proses fisiologis dan aktivitas fisik.
- Ada variasi yang cukup besar dalam kemampuan spesies ikan untuk menggunakan nutrisi yang menghasilkan energi.
- Variasi ini terkait dengan kebiasaan makan (food habit) alami mereka, yang diklasifikasikan sebagai herbivora, omnivora atau karnivora.

- Ada hubungan antara kebiasaan makan alami dan kebutuhan protein makanan. Spesies herbivora dan omnivora membutuhkan lebih sedikit protein makanan daripada beberapa spesies karnivora (NRC, 1993).
- Spesies karnivora sangat efisien dalam menggunakan protein makanan dan lipid untuk energi tetapi kurang efisien dalam menggunakan karbohidrat makanan.
- Penggunaan protein yang efisien untuk energi sebagian besar dikaitkan dengan cara amonia dari protein yang dide-aminasi diekskresikan melalui insang dengan pengeluaran energi yang terbatas.

- Makanan yang dimakan spesies karnivora mengandung sedikit karbohidrat, sehingga mereka menggunakan nutrisi ini dengan kurang efisien.
- Dalam hal kepadatan energi, protein, karbohidrat dan lipid memiliki nilai kalori rata-rata masing-masing 5,65, 4,15 dan 9,45 kilo kalori per gram (kkal/g). Nilai energi kotor ini diperoleh dengan mengoksidasi penuh nutrisi dan mengukur panas pembakarannya dalam kalorimeter, dengan energi yang dilepaskan dinyatakan sebagai kkal/g atau kiloJoule (kJ)/g (1 kkal = 4,185 kJ).
- Tidak semua energi kotor dari nutrisi digunakan karena sebagian tidak dicerna dan diserap untuk metabolisme lebih lanjut. Dengan demikian, jumlah energi yang dapat dicerna (DE) yang disediakan oleh pakan atau bahan pakan biasanya dinyatakan sebagai persentase dari energi kotor.

- Sebagian kecil DE (Digestible Energy) yang diserap oleh ikan akan hilang dalam sisa metabolisme, termasuk ekskresi urin dan insang, tetapi kehilangan ini relatif kecil dibandingkan dengan energi makanan yang diekskresikan dalam feses.
- Tidak semua energi kotor dari nutrisi digunakan karena sebagian tidak dicerna dan diserap untuk metabolisme lebih lanjut. Dengan demikian, jumlah energi yang dapat dicerna (DE) yang disediakan oleh pakan atau bahan pakan biasanya dinyatakan sebagai %tase dari energi kotor.
- Sebagian kecil DE yang diserap oleh ikan akan hilang dalam sisa metabolisme, termasuk ekskresi urin dan insang, tetapi kehilangan ini relatif kecil dibandingkan dengan energi makanan yang diekskresikan dalam feses.
- Karena sulitnya mengumpulkan ekskresi urin dan insang ikan, maka jauh lebih sulit untuk menentukan nilai energi metabolis (ME) untuk organisme akuatik daripada hewan darat. Oleh karena itu, nilai ME tidak umum dilaporkan untuk pakan atau bahan ikan.

# PROTEIN

- Protein terdiri dari berbagai asam amino, komposisi yang memberikan protein individu karakteristik unik mereka.
- Banyak biokimia yang diperlukan untuk fungsi tubuh normal dari protein, seperti enzim, hormon, dan imunoglobulin.
- Ikan, seperti hewan lain, mensintesis protein tubuh dari asam amino dalam makanan dan dari beberapa sumber lain.
- Asam amino yang harus disediakan dalam makanan disebut asam amino "esensial" atau "sangat diperlukan".
- Persyaratan diet kuantitatif untuk sepuluh asam amino yang sangat diperlukan telah ditentukan untuk beberapa spesies ikan (Wilson, 2002).

- Ada juga sepuluh asam amino "tidak penting" atau "dapat dibuang" yang dapat disintesis oleh tubuh dari sumber lain.
- Asam amino yang dapat dibuang ini juga dapat ditemukan dalam protein makanan dan digunakan untuk mensintesis protein tubuh.
- Tabel 1 mencantumkan asam amino yang sangat diperlukan dan dapat dibuang.
- Kekurangan salah satu asam amino yang sangat diperlukan dapat membatasi sintesis protein, yang sering menyebabkan penurunan berat badan dan gejala spesifik lainnya.

# Tabel 1. Dua Kelompok Utama Asam Amino

<b>Indispensable (essential)</b>	<b>Dispensable (nonessential)</b>
Arginine	Alanine
Histidine	Asparagine
Isoleucine	Aspartic acid
Leucine	Cystine
Lysine	Glutamic acid
Methionine	Glutamine
Phenylalanine	Glycine
Threonine	Proline
Tryptophan	Serine
Valine	Tyrosine

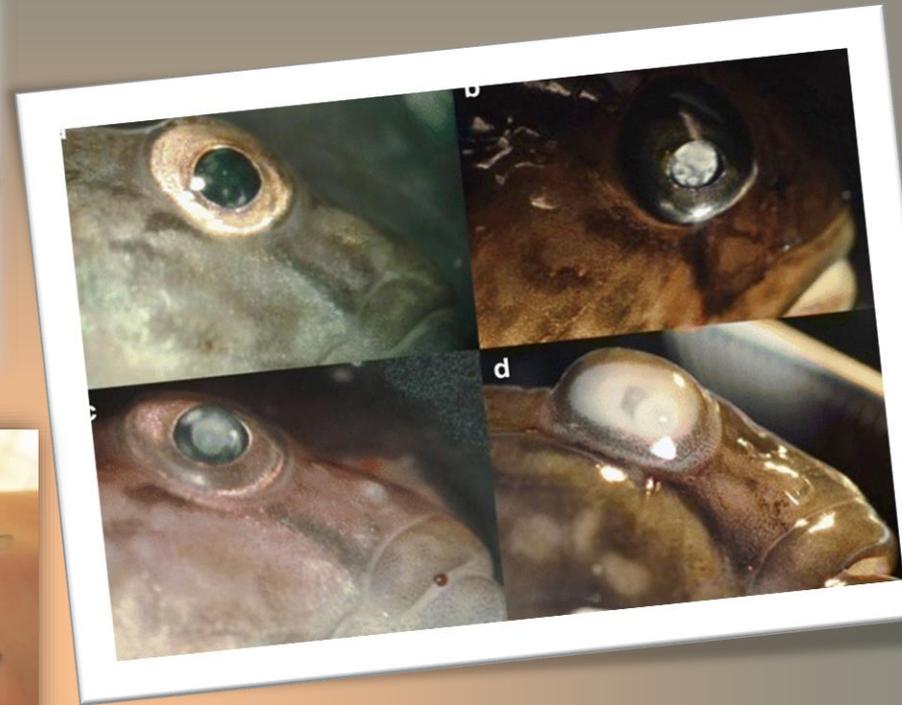
- Memenuhi kebutuhan diet minimum ikan untuk protein, atau campuran asam amino yang seimbang, sangat penting untuk pertumbuhan dan kesehatan yang memadai.
- Namun, pemberian protein makanan dengan kadar yang berlebihan tidak baik secara ekonomi dan lingkungan karena protein adalah komponen makanan yang paling mahal dan kelebihan protein meningkatkan ekskresi limbah nitrogen.
- Sebagian besar ikan herbivora dan omnivora yang dievaluasi hingga saat ini membutuhkan diet dengan 25 hingga 35 % protein kasar; spesies karnivora mungkin memerlukan 40 sampai 50 % protein kasar (Wilson, 2002).
- Pakan komersial diformulasikan secara hati-hati untuk memastikan bahwa kebutuhan protein dan asam amino terpenuhi.

## Protein dan kesehatan ikan

- Kekurangan asam amino esensial dlm pakan ikan akan berakibat pertumbuhan yang rendah, dg bbrp gejala spesifik
- Lisin : erosi sisrip punggung
- Triptophan: Abnormalitas tulang, berat rendah, skoliosis, deposit calsium di ginjal & tulang sekitar syaraf & hyperemia pd ikan trout pelangi.
- Listinin, Arginin, lisisn, triptophan : katarak



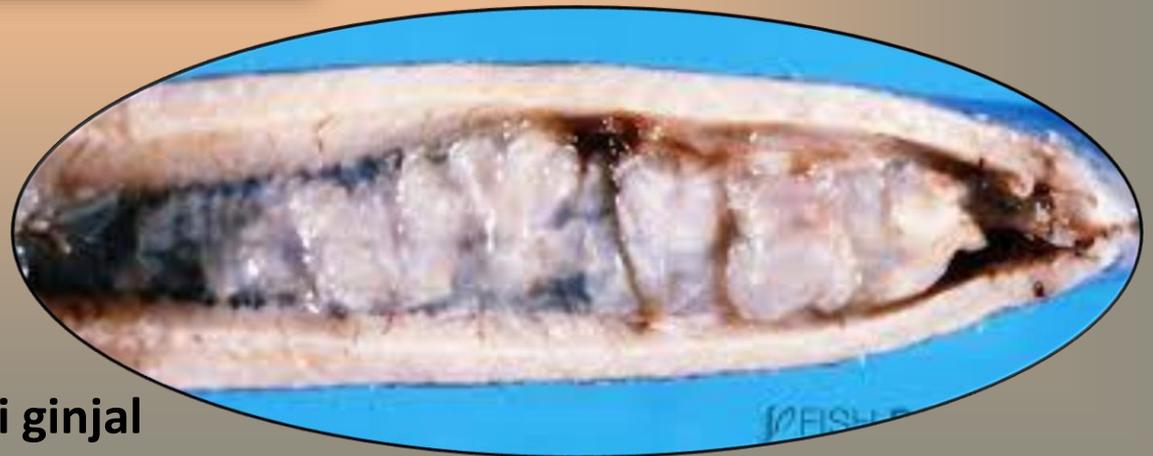
**Hiperemia**



**Katarak**



**Scoliosis**



**Deposit Ca di ginjal**

# KARBOHIDRAT

- Ikan tidak memiliki persyaratan diet khusus untuk karbohidrat, tetapi memasukkan senyawa ini ke dalam makanan merupakan sumber energi yang murah.
- Kemampuan ikan untuk memanfaatkan karbohidrat makanan untuk energi sangat bervariasi; banyak spesies karnivora menggunakannya kurang efisien daripada spesies herbivora dan omnivora (Wilson, 1994).
- Beberapa karbohidrat disimpan dalam bentuk glikogen di jaringan seperti hati dan otot, di mana ia merupakan sumber energi yang siap pakai.
- Beberapa karbohidrat makanan diubah menjadi lipid dan disimpan dalam tubuh untuk energi.

- Karbohidrat dengan berbagai ukuran (panjang rantai karbon) dan kompleksitas (satu hingga beberapa unit terikat bersama) disintesis oleh tanaman melalui fotosintesis.
- Selulosa dan karbohidrat berserat lainnya ditemukan dalam komponen struktural tanaman dan tidak dapat dicerna oleh hewan monogastrik (perut sederhana), termasuk ikan.
- Faktanya, jumlah serat kasar dalam pakan ikan biasanya kurang dari 7 % dari pakan untuk membatasi jumlah bahan yang tidak tercerna yang masuk ke sistem budidaya.

- Karbohidrat terlarut seperti pati merupakan cadangan energi primer yang terdapat pada biji, umbi-umbian dan struktur tanaman lainnya.
- Jaringan hewan seperti hati dan otot mengandung konsentrasi kecil karbohidrat larut dalam bentuk glikogen, yang secara struktural mirip dengan pati.
- Cadangan glikogen ini dapat dengan cepat dimobilisasi ketika tubuh membutuhkan glukosa.
- Pakan olahan untuk ikan karnivora biasanya mengandung kurang dari 20 % karbohidrat larut, sedangkan pakan untuk spesies omnivora biasanya mengandung 25 hingga 45 %.
- Selain sebagai sumber energi, karbohidrat terlarut dalam pakan ikan juga memberikan integritas dan stabilitas pelet dan membuatnya kurang padat.

# Karbohidrat dan kesehatan ikan

- Kelebihan karbohidrat dlm pakan berpengaruh pd pencernaan, jg munculnya perubahan degeneratif pada hati, deposit glikogen dan akumulasi lemak di bagian perut.

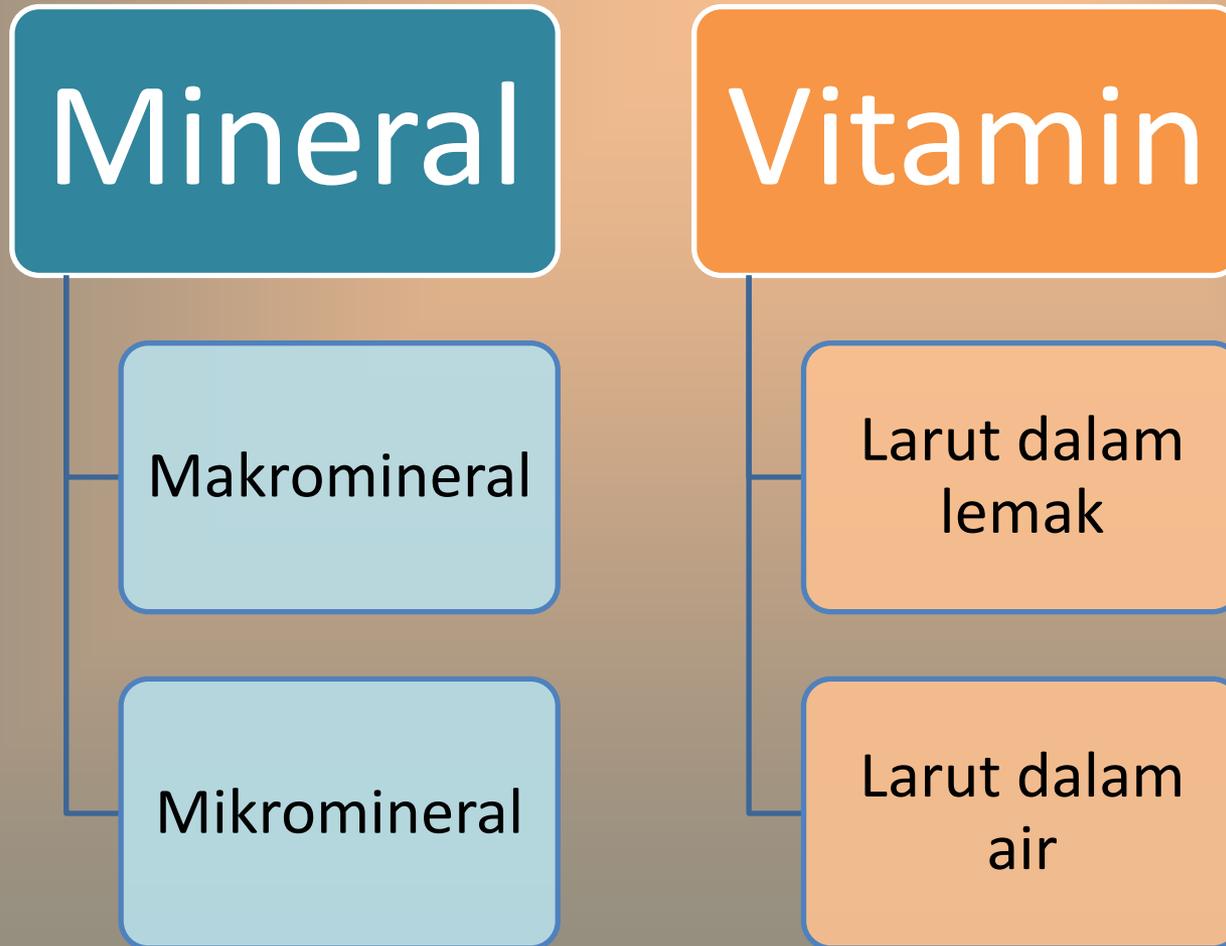
# LIPID/LEMAK

- Kelompok nutrisi ini terdiri dari beberapa senyawa yang berbeda. Lipid netral (lemak dan minyak), dalam bentuk trigliserida, menyediakan sumber energi terkonsentrasi untuk spesies air.
- Lipid makanan juga memasok asam lemak esensial yang tidak dapat disintesis oleh organisme (Sargent *et al*, 1995).
- Asam lemak dari keluarga asam linoleat (n-3) umumnya lebih penting untuk ikan daripada keluarga asam linoleat (n-6).
- Nomenklatur n- atau “omega” digunakan untuk menggambarkan asam lemak dengan rumus umum  $X:Y_n-z$ , di mana X adalah panjang rantai karbon, Y adalah jumlah ikatan etilen/ganda, dan nz (atau -z) menyatakan posisi ikatan rangkap pertama relatif terhadap ujung metil asam lemak.

- Jadi, 16:0 menunjukkan asam lemak jenuh yang mengandung 16 karbon dan tidak ada ikatan rangkap (semua karbon jenuh dengan hidrogen), dan 18:1n-9 (18:1/9) menunjukkan asam lemak tak jenuh tunggal dengan 18 atom karbon dan satu ikatan rangkap yaitu sembilan atom karbon dari ujung metil.
- Banyak ikan air tawar dapat memanjangkan dan menghilangkan asam linolenat 18-karbon dengan satu ikatan rangkap ke rantai yang lebih panjang (20 dan 22 karbon) dari asam lemak tak jenuh yang lebih tinggi (HUFA) dengan lima atau enam ikatan rangkap. Sebaliknya, sebagian besar ikan laut harus memiliki HUFA dalam makanannya.
- Di dalam tubuh, HUFA merupakan komponen membran sel (dalam bentuk fosfogliserida, atau fosfolipid), terutama pada jaringan saraf otak dan mata.

- Mereka juga berfungsi sebagai prekursor hormon steroid dan eikosanoid yang sangat aktif yang dihasilkan dari HUFA 20-karbon (Sargent et al, 1995).
- Senyawa eikosanoid meliputi molekul siklik seperti prostaglandin, prostasiklin dan tromboksan yang dihasilkan oleh aksi siklooksigenase, serta senyawa linier seperti leukotrien dan lipoksin yang awalnya dibentuk oleh enzim lipoksigenase.
- Eicosanoids bertanggung jawab untuk pembekuan darah, respon imunologi dan inflamasi, fungsi ginjal, tonus kardiovaskular, fungsi saraf, dan fungsi lainnya. Diet yang kekurangan asam lemak esensial mengurangi penambahan berat badan, tetapi biasanya setelah jangka waktu yang lama. Hal ini disebabkan mobilisasi asam lemak esensial dari lipid jaringan endogen.

# MIKRONUTRIEN



# MINERAL

- Kelompok zat gizi ini terdiri dari unsur-unsur anorganik yang dibutuhkan tubuh untuk berbagai keperluan. Ikan membutuhkan mineral yang sama seperti hewan darat untuk pembentukan jaringan, osmoregulasi dan fungsi metabolisme lainnya (Lall, 2002).
- Namun, mineral terlarut dalam air dapat memenuhi beberapa kebutuhan metabolisme ikan.
- Mineral biasanya diklasifikasikan sebagai makro atau mikromineral, berdasarkan jumlah yang dibutuhkan dalam makanan dan disimpan dalam tubuh.

# Makromineral

- Makromineral adalah kalsium, fosfor, magnesium, klorida, natrium, kalium, dan belerang.
- Kekurangan makanan dari sebagian besar makromineral sulit untuk diproduksi pada ikan karena penyerapan ion yang terbawa air oleh insang.
- Namun, diketahui bahwa fosfor adalah makromineral yang paling penting dalam makanan ikan karena hanya ada sedikit fosfor dalam air.

- Karena fosfor yang diekskresikan mempengaruhi eutrofikasi air, banyak penelitian telah difokuskan pada nutrisi fosfor dengan tujuan meminimalkan ekskresi fosfor.
- Fosfor merupakan konstituen utama dari jaringan keras seperti tulang dan sisik dan juga hadir dalam berbagai biokimia. Gangguan pertumbuhan dan efisiensi pakan, serta berkurangnya mineralisasi jaringan dan gangguan pembentukan kerangka pada ikan juvenil, adalah gejala umum ketika ikan kekurangan fosfor (Lall, 2002).
- Klorida, natrium dan kalium adalah elektrolit penting yang terlibat dalam osmoregulasi dan keseimbangan asam-basa dalam tubuh (Lall, 2002).
- Mineral ini biasanya berlimpah dalam air dan bahan pakan praktis. Magnesium terlibat dalam homeostasis intra dan ekstraseluler dan dalam respirasi seluler. Ini juga berlimpah di sebagian besar bahan pakan.

# MIKROMINERAL

- Mikromineral (juga dikenal sebagai trace mineral) termasuk kobalt, kromium, tembaga, yodium, besi, mangan, selenium dan seng.
- Pertumbuhan yang terganggu dan efisiensi pakan yang buruk tidak mudah diinduksi dengan defisiensi mikromineral, tetapi dapat terjadi setelah periode pemberian pakan yang lama (Lall, 2002).
- Mineral dan fungsi metabolismenya pada ikan ditunjukkan pada Tabel 2.
- Persyaratan diet kuantitatif untuk beberapa spesies ikan telah ditetapkan (Lall, 2002).
- Tembaga, besi, mangan, selenium dan seng adalah yang paling penting untuk suplemen dalam diet karena bahan pakan praktis mengandung tingkat rendah mikromineral ini dan karena interaksi dengan komponen makanan lainnya dapat mengurangi bioavailabilitasnya.

## Tabel 2. Mineral & fungsinya

Trace mineral	Function
Copper	metalloenzymes
Cobalt	vitamin B <sub>12</sub>
Chromium	carbohydrate metabolism
Iodine	thyroid hormones
Iron	hemoglobin
Manganese	organic matrix of bone
Molybdenum	xanthine oxidase
Selenium	glutathione peroxidase
Zinc	metalloenzymes

- Meskipun biasanya tidak diperlukan untuk melengkapi diet praktis dengan mikromineral lain, premix mineral yang murah dapat ditambahkan ke diet lengkap nutrisi untuk memastikan kandungan mineral yang memadai.

# VITAMIN

- Lima belas vitamin sangat penting untuk hewan darat dan untuk beberapa spesies ikan yang telah diteliti sampai saat ini (Halver, 2002) (Tabel 3).
- Vitamin adalah senyawa organik yang dibutuhkan dalam konsentrasi yang relatif kecil untuk mendukung fungsi struktural atau metabolisme tertentu.
- Vitamin dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan kelarutannya. Vitamin yang larut dalam lemak termasuk vitamin A (retinol), vitamin D (cholecalciferol), vitamin E (alpha-tocopherol) dan vitamin K.
- Vitamin yang larut dalam lemak ini dimetabolisme dan disimpan dalam hubungannya dengan lipid tubuh, sehingga ikan dapat bertahan lama tanpa vitamin ini dalam makanan sebelum mereka menunjukkan tanda-tanda kekurangan.

## Tabel 3. Vitamin dan Fungsinya

<b>Fat-soluble vitamins</b>	<b>Function</b>
vitamin A, retinol	epithelial tissue maintenance, vision
vitamin D, cholecalciferol	bone calcification, parathyroid hormone
vitamin E, tocopherol	biological antioxidant
vitamin K	blood clotting
<b>Water-soluble vitamins</b>	
thiamin, B <sub>1</sub>	carbohydrate metabolism
riboflavin, B <sub>2</sub>	hydrogen transfer
pyridoxine, B <sub>6</sub>	protein metabolism
pantothenic acid	lipid & carbohydrate metabolism
niacin	hydrogen transfer
biotin	carboxylation & decarboxylation
choline	lipotropic factor, component of cell membranes
folic acid	single-carbon metabolism
cyanocobalamin, B <sub>12</sub>	red blood cell formation
ascorbic acid, vitamin C	blood clotting, collagen synthesis
inositol	component of cell membranes

- Vitamin yang larut dalam air termasuk asam askorbat (vitamin C), biotin, kolin, asam folat, inositol, niasin, asam pantotenat, piridoksin, riboflavin, thiamin dan vitamin B12. Mereka tidak disimpan dalam jumlah yang cukup di dalam tubuh, jadi tanda-tanda kekurangan biasanya muncul dalam beberapa minggu pada ikan muda yang tumbuh cepat.
- Sebagian besar vitamin yang larut dalam air ini adalah komponen koenzim yang memiliki fungsi metabolisme tertentu. Informasi rinci tentang fungsi vitamin ini dan jumlah kebutuhan ikan telah ditetapkan untuk banyak spesies ikan budidaya (Halver, 2002).

- Premiks vitamin sekarang tersedia untuk ditambahkan ke makanan yang disiapkan sehingga ikan menerima tingkat yang memadai dari setiap vitamin terlepas dari tingkat dalam bahan makanan.
- Ini memberi produsen margin keamanan untuk kerugian yang terkait dengan pemrosesan dan penyimpanan.
- Stabilitas vitamin selama pembuatan dan penyimpanan pakan telah ditingkatkan selama bertahun-tahun dengan lapisan pelindung dan/atau modifikasi kimia.
- Hal ini terutama terlihat dalam pengembangan berbagai bentuk stabil dari asam askorbat yang sangat labil (Halver, 2002).
- Oleh karena itu, kekurangan vitamin jarang diamati dalam produksi komersial.

*Terima kasih*