




**NUTRISI IKAN**

# **Mineral, Fungsi dan Kebutuhan pada Ikan**

**Dr. Agustina**




# **Sub Pokok Bahasan**

- 1) Klasifikasi mineral**
  - 2) Fungsi mineral secara umum**
  - 3) Jenis mineral yang mempengaruhi pertumbuhan ikan**
  - 4) Interaksi mineral dengan nutrisi lain**
- 



# Klasifikasi Mineral

Mineral merupakan komponen anorganik yang ditemukan dalam bentuk abu saat makanan atau jaringan tubuh dibakar



Berdasarkan kebutuhan relatif mineral dalam pakan, maka mineral dikelompokkan dalam 2 bagian:

1. Makro atau mayor mineral
2. Mikro atau trace mineral

**Webster & Lim (2015)**





# 01. Makromineral

Adalah elemen yang diperlukan dalam jumlah yang banyak.  
Mulai dari sepersepuluh gram sampai lebih dari satu gram  
perhari.



## 02. Mikromineral

Adalah mineral yang diperlukan dalam jumlah yang sangat sedikit (dari mikrogram sampai miligram perhari).

# Fungsi Mineral

Secara umum mineral berfungsi:

Menambah kekuatan sistem rangka, berfungsi sebagai komponen senyawa organik (protein & lemak), pengaktif sistem enzim, menjaga keseimbangan asam-basa dan osmotik.

# Fungsi Mineral

- ❖ Membantu menyangga (kekakuan) dan menguatkan struktur rangka dan tulang
- ❖ Komponen utama dari tulang, gigi dan sisik
- ❖ Unsur penyusun senyawa organik seperti protein dan lemak
- ❖ Sebagai koenzim (pengaktif enzim)
- ❖ Berperan dlm osmoregulasi, keseimbangan asam basa tubuh





## **Bagaimana cara ikan mendapatkan mineral?**



### **Dari air (lingkungan)**

Menyerap mineral terlarut melalui kulit, membran insang dan saluran pencernaan (pada ikan laut), untuk memenuhi sebagian dari kebutuhan metabolisme mereka



### **Mineral dan imunitas**

Beberapa jenis mineral menunjukkan kemampuan meeningkatkan imunitas beberapa jenis ikan



## Kebutuhan ikan dan udang akan mineral

- ✓ Untuk pembentukan jaringan dan berbagai fungsi metabolik
- ✓ Bisa mengabsorpsi mineral dari air melalui membran insang
- ✓ Juga melalui proses minum
- ✓ Kalsium diperoleh sebagian besar dr air
- ✓ Utk spesies yg hidup di laut, air laut kaya akan besi, madnesium, kobal, potasium, sodium dan seng.

## Principle Mineral Constituents

Element	Percent
calcium	1.33
phosphorus	0.74
sodium	0.16
potassium	0.19
chlorine	0.11
magnesium	0.04
sulfur	0.15

# MAKROMINERAL

01. **Kalsium**
02. **Khlorida**
03. **Kalium**
04. **Sodium**
05. **Magnesium**
06. **Fosfor**



**Memberi kekuatan pada tulang**



**Mengontrol denyut jantung**



**Transmisi impuls saraf & kontraksi otot**

**Kalsium (Ca)**



**Penting dalam  
pembekuan darah**



**Menjaga integritas  
membran sel**



**Mengaktivasi berbagai  
enzim**

**Kalsium (Ca)**



Diserap oleh ujung  
proksimal usus



Beberapa faktor  
meningkatkan  
penyerapan oleh tubuh  
termasuk vitamin D,  
asupan protein makanan  
dan media asam

## Kalsium (Ca)

Defisiensi vit D mengurangi penyerapan Ca, spt halnya kelebihan Fosfor, kelebihan lemak atau serat dlm pakan dan adanya asam fitat.



# Khlorida (Cl)



## Peran

Merupakan mineral penting yang diperlukan untuk pembentukan asam hidroklorida (hydrochloric acid) yang ada dalam cairan pencernaan ikan.



## Keberadaan dalam tubuh

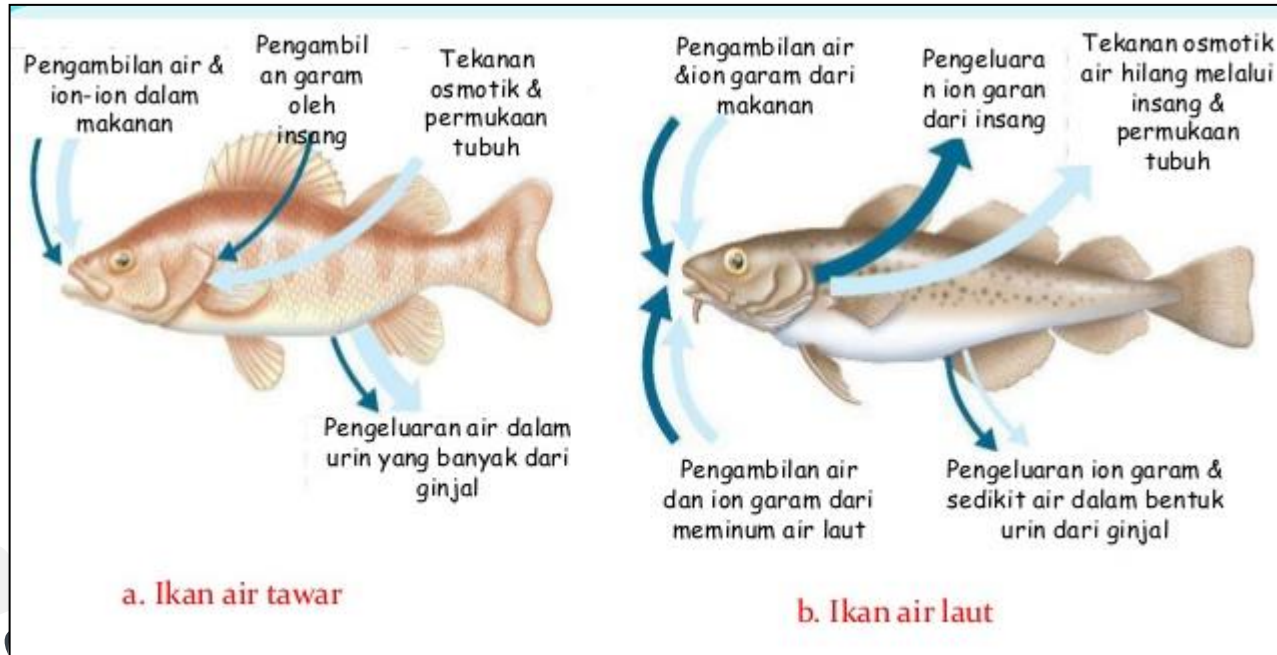
Sebagian besar ditemukan dalam cairan ekstraseluler di dalam tubuh, dan dlm darah kandungannya lebih besar dibanding mineral lain



# Khlorida (Cl)

## Peran

Klorin dlm btk ion khlorida bermuatan negatif, berperan penting dalam pengaturan tekanan osmotik dan keseimbangan asam-basa.



# Magnesium (Mg)

## Jumlah

Magnesium terdapat dlm jumlah yg melimpah kedua dlm bentuk kation seluler.

## Peran 1

Berperan dlm osmoregulasi pd ikan, yg mana penting utk aktivitas ATPase dan pelepasan selanjutnya dari energi yang tersimpan dari adenosin triFosfor

## Peran 2

Energi dari ATP lalu digunakan utk tranfortasi garam melalui membran insang.

## Bentuk

Hampir 60% Mg ada dalam tulang dlm btk Fosfor, 30& dlm jaringan lunak (hati & otot).

## Magnesium (Mg)

### Interaksi Magnesium dengan Nutrien lain

Mg merupakan unsur dalam tulang dan gigi, berperan pula dalam pencernaan protein.

Jk diet defisit Mg maka Ca disimpan dalam jaringan lunak yang berakibat munculnya lesi kalsifikasi.

Kelebihan Mg bisa mengganggu metabolisme Ca dan Fosfor.



# Peran Magnesium yang Lain

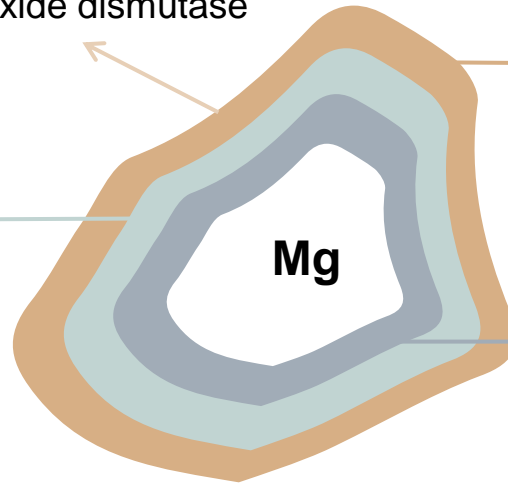
3. Mengurangi radikal bebas dg meningkatkan aktivitas enzim antioksidase (gluthatione peroxidase, superoxide dismutase)

## Antioksidan

1. Melindungi membran sel dari kerusakan oksidatif dg mengurangi influks Ca ke dlm sel

2. Mengurangi produksi dari radikal bebas dg mencegah aktivitas oksidasi NADPH

Imunitas ikan



# Fosfor (P)

**Terdapat dalam tulang dan sisik**

**Fosfolipid, enzim dan sistem buffer**

**Pada vertebrata P terdpt 78% dalam tulang dlm btk kalsium fosfat**

**Penting dalam pembentukan antibodi**

**P berperan dalam metabolisme energi, dan sbg komponen asam nukleat**

**P hrs tersedia dlm pakan, krn sangat sedikit tersedia di lingkungan akuatik**

# Kebutuhan Ikan akan Fosfor

## Berlebihan P

Akan merugikan lingkungan akuatik



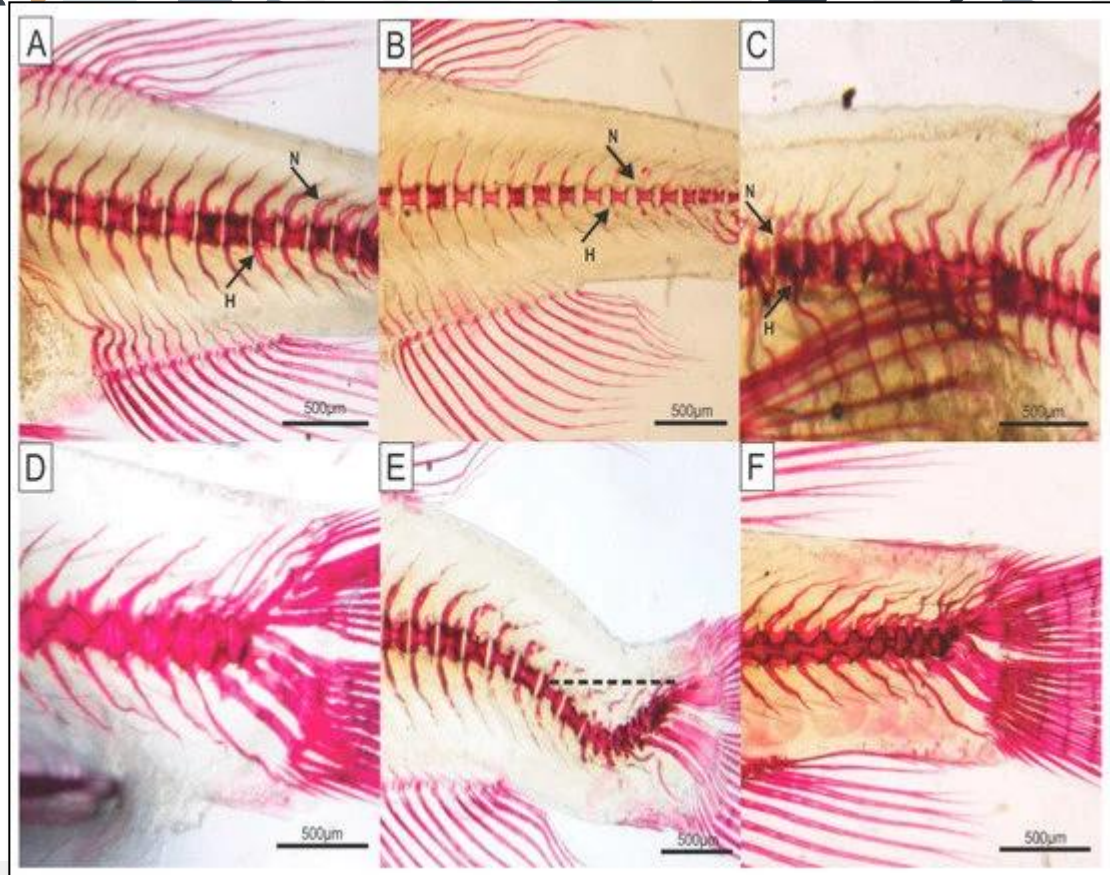
## Kekurangan P

Mineralisasi tulang yang tidak mencukupi

## Kekurangan P

Pertumbuhan ikan menurun, malformasi pd tubuh

Pembentukan tulang pada zebrafish (*Danio rerio*) mengalami gangguan krn defisit fosfor



## Interaksi P dg Nutrien Lain

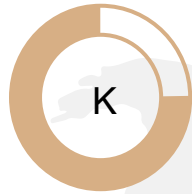
Jika dalam pakan terdapat kelebihan P dan rendah Ca akan berdampak pada menurunnya penyerapan P & Ca.

Jika dalam pakan kelebihan Fe, Al & Mg maka akan menghambat penyerapan P.

P dan Mg adalah 2 mineral yg berperan penting dlm sistem imun dan ketahanan terhadap penyakit : produksi antibodi, aktivitas fagositosis



# Kalium (K)



## Keberadaan

Mineral ke-3 dg jlh terbesar dlm tubuh, setelah Ca dan P

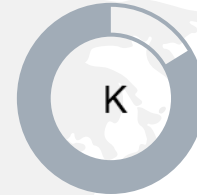
Kelebihan Kalium akan mengganggu penyerapan Mg

## Interaksi



## Interaksi

K dan Na bersama-sama berperan dlm mengatur tekanan osmotik, mrliputi keseimbangan asam basa dalam tubuh ikan



## Fungsi lain

Ion K merilekskan otot dan digunakan pd reaksi enzim





# Natrium (Na)

## Peran

Na merupakan ion bermuatan positif utama dalam cairan di luar sel yang membantu memelihara keseimbangan osmotik dan asam-basa.

Na jg berperan dlm kontraksi otot fungsi saraf, penterapan karbohidrat.

## Interaksi

Na, K & Cl merupakan komponen utama dlm memelihara tekanan osmotik dan keseimbangan asam-basa.



# NUTRISI DAN KESEHATAN IKAN

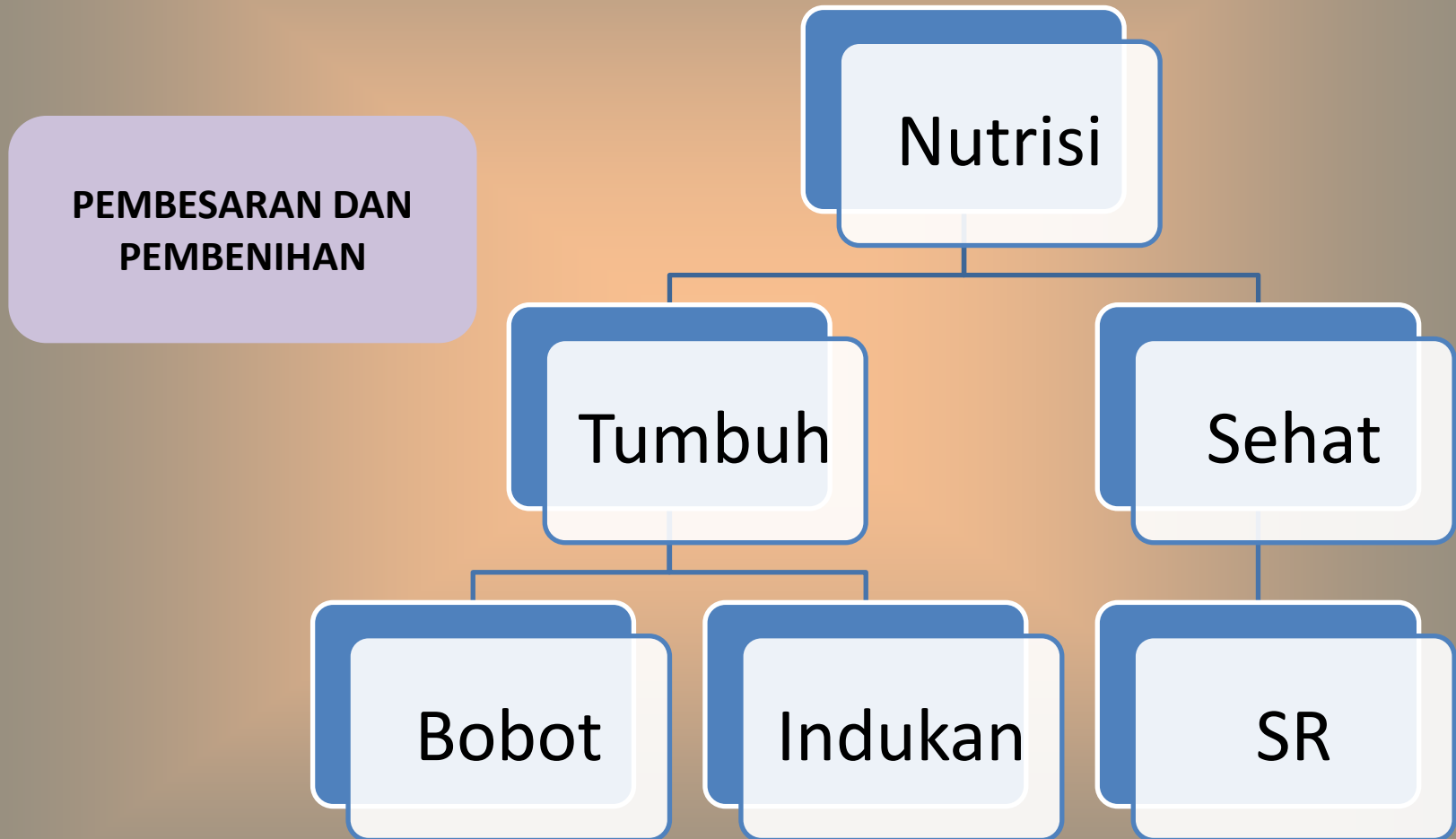
Dr. Agustina



# PENDAHULUAN

- Aspek nutrisi : produksi akuakultur
- Produksi akuakultur (output): berat/bobot, tingkat kelangsungan hidup dan nilai estetik 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)

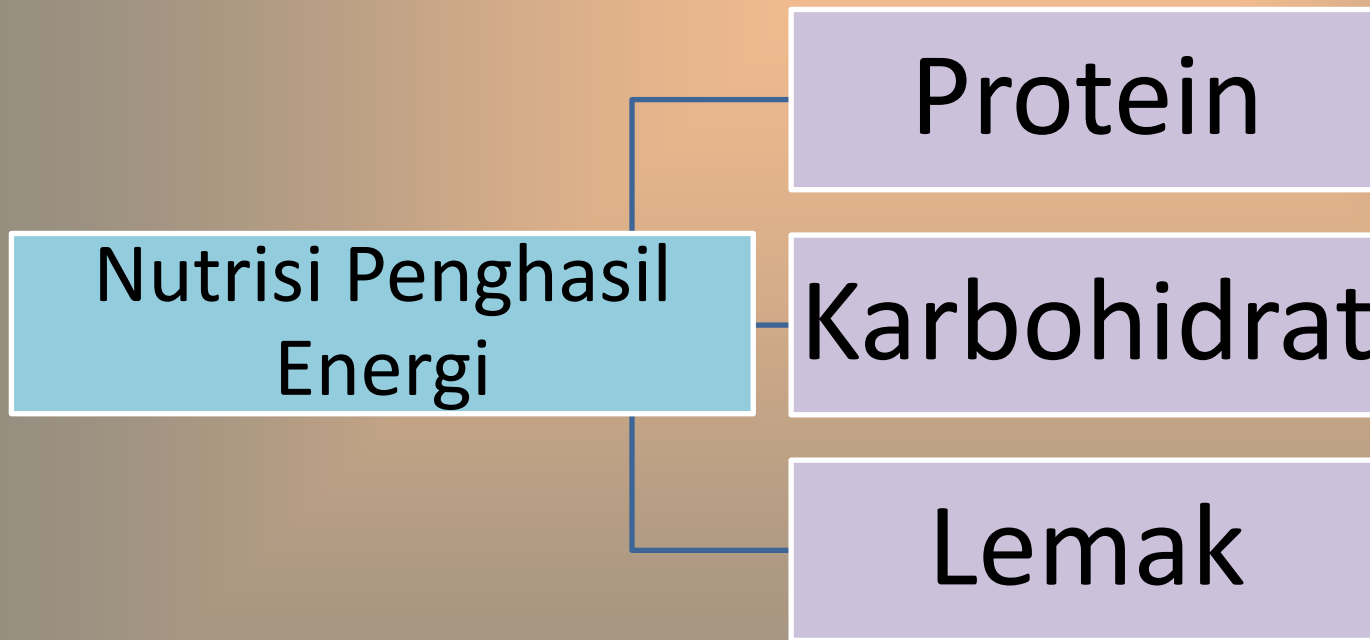
# Bagaimana Nutrisi Mempengaruhi Produksi?



# PERAN NUTRISI

- Menurut Gatlin (2002), ada bbrp peran nutrisi dlm budidaya komvensional 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.

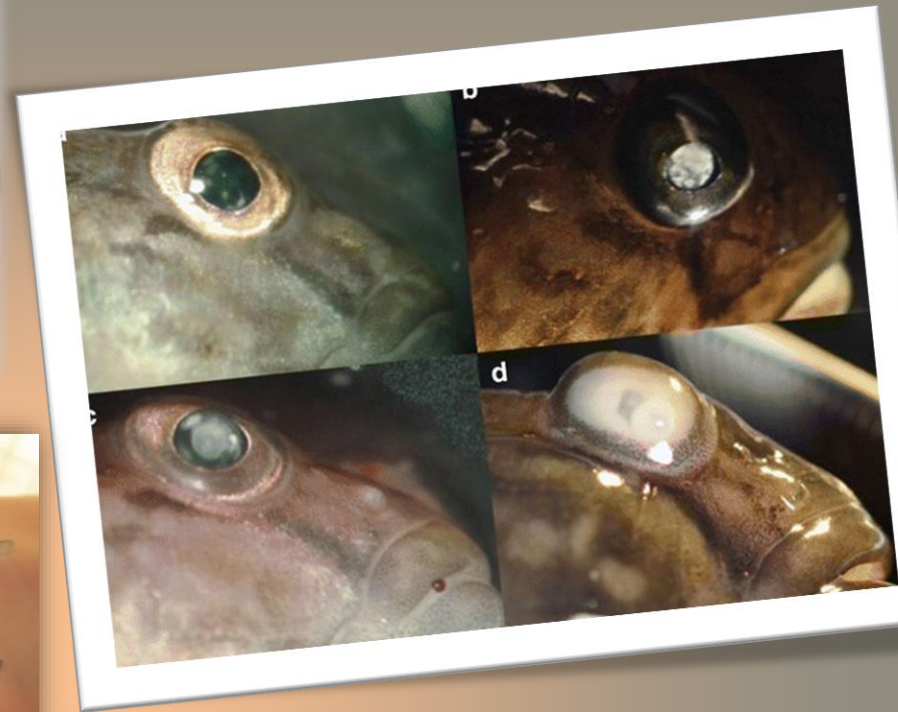
## Protein dan kesehatan ikan

- Kekurangan asam amino esensial dlm pakan ikan akan berakibat pertumbuhan yang rendah, dg bbrp gejala spesifik
- Lisin : erosi sirip 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.

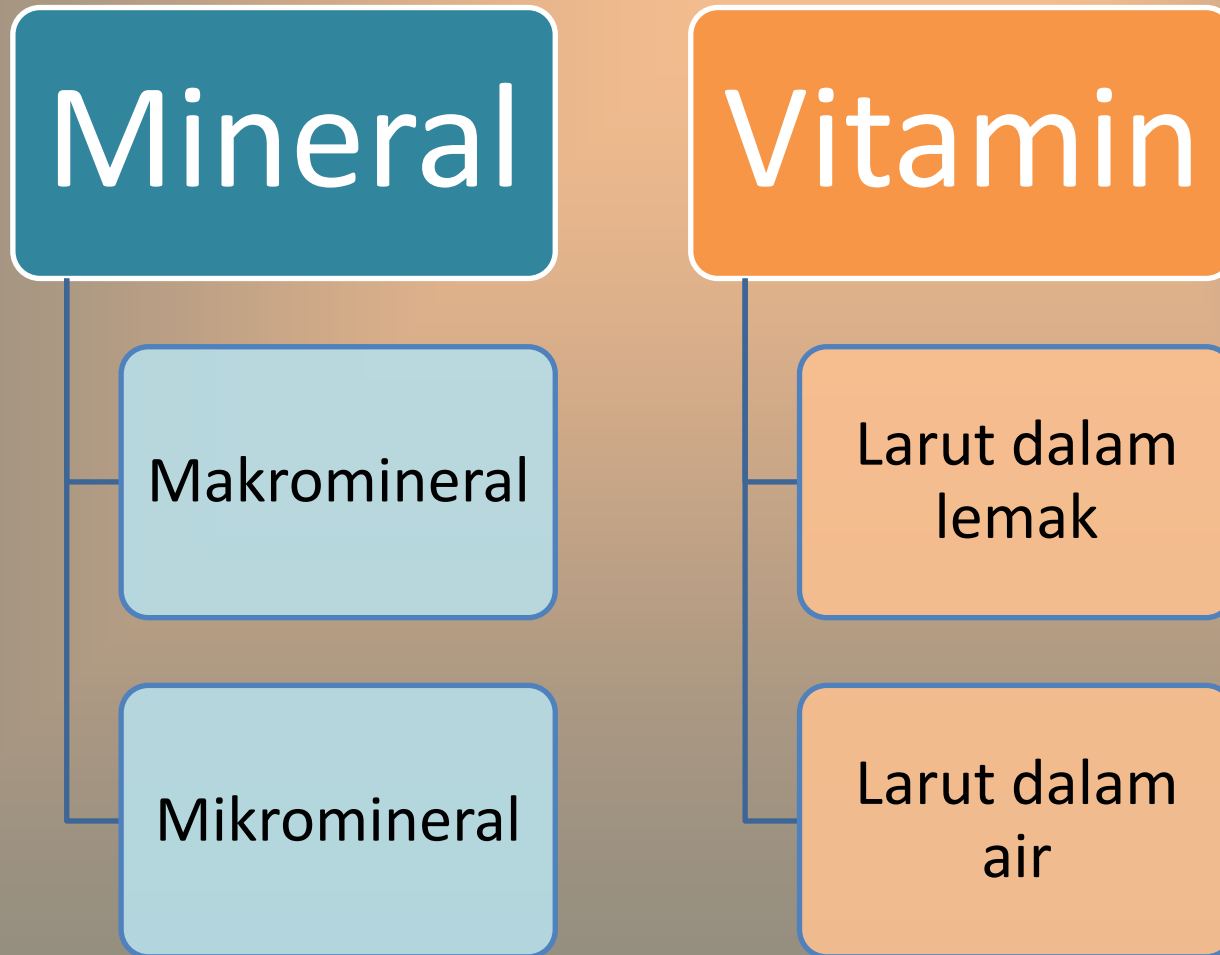
- Jadi, 16:0 menunjukkan asam lemak jenuh yang mengandung 16 karbon dan tidak ada ikatan rangkap (semua karbon jenuh dengan hidrogen), dan 18:1n-9 (18:1/9) menunjukkan asam lemak tak jenuh tunggal dengan 18 atom karbon dan satu ikatan rangkap yaitu sembilan atom karbon dari ujung metil.
- Banyak ikan 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.

# **SUPLEMENTASI VITAMIN DALAM PAKAN UNTUK KESEHATAN IKAN**

**Dr. Agustina**





# Vitamin

- Vitamin adalah senyawa organik yang berasal dari protein, karbohidrat dan lemak
- Vitamin sangat penting (essensial) bagi hewan.
- Diperlukan dalam jumlah yang terbatas.
- Berperan mendukung pertumbuhan yang normal, reproduksi dan kesehatan.
- Sebagian besar vitamin tidak bisa disintesis oleh tubuh, shg didapatkan dari luar yaitu melalui pakan.

# Jenis-jenis Vitamin

- Berdasarkan kelarutannya maka vitamin dibagi dalam 2 kelompok:
  1. vitamin yang larut dalam air dan
  2. vitamin yang larut dalam lemak
  
- Kebutuhan ikan akan vitamin tergantung pada : umur, ukuran, laju pertumbuhan, kondisi lingkungan (suhu, adanya toksin, dll) dan fungsi metabolisme (pertumbuhan, respon stres, ketahanan terhadap penyakit).

# Vitamin yang Larut dalam Air

No.	Nama vitamin
1	Thiamine (Vitamin B1)
2	Riboflavin (Vitamin B2)
3	Pyrodoxine (Vitamin B6)
4	Cyanocabalamine (Vitamin B12)
5	Folic acid (asam folat)
6	Nicotinic acid (Niacin)
7	Biotin
8	Panthotenic Acid (asam pentotenat)
9	Choline
10	Inositol
11	Ascorbic acid (Vitamin C)



# Vitamin yang Larut dalam Lemak

No.	Nama Vitamin
1	Retinol (Vitamin A)
2	Cholecalciferol (Vitamin D)
3	Tocopherol (Vitamin E)
4	Phylloquinone (Vitamin K)

# Fungsi

- Vitamin B kompleks sbg koenzim yang utama
- Vitamin B kompleks diperlukan dlm jumlah yg relatif sedikit
- Sementara vitamin Choline, myo-inositol dan vitamin C diperlukan dlm jlh lebih banyak untk fungsi yang lain.
- Vitamin yg larut dlm lemak berfungsi sbg enzym atau ada bbrp kasus di mana vitamin K bisa jg berperan sbg koenzim.
- Pertumbuhan bukan satu-satunya parameter yang ditentukan oleh vitamin, parameter lain spt: SR, akumulasi lemak, pembentukan rangka, aktivitas enzym, jumlah vitamin dalam jaringan, kandungan lemak di hati, dll.



# Enzim & Koenzim

- ❖ Enzim didefinisikan sebagai biokatalisator yang berfungsi mempercepat reaksi biologis di dalam tubuh.
  - Dengan adanya enzim, proses reaksi biologis di dalam tubuh bisa terjadi tanpa ikut bereaksi dengan substrat (komponen yang akan dipecah oleh enzim).
  - ✓ Enzim merupakan katalis yang sangat selektif, artinya setiap enzim hanya mempercepat reaksi tertentu.
  - ✓ Beberapa enzim membantu memecah molekul besar menjadi potongan-potongan kecil yang lebih mudah diserap tubuh.
  - ✓ Namun ada juga enzim yang membantu mengikat dua molekul menjadi satu untuk menghasilkan molekul baru.

# Komponen enzim

- Apoenzim (protein) adalah komponen paling dominan dalam struktur enzim.
- Selain itu, apoenzim ini bersifat labil karena mudah dipengaruhi oleh perubahan suhu dan pH, serta tidak tahan panas.
- Adapun gugus prostetik terdiri dari ion anorganik dan ion organik kompleks (non protein).
- Ion anorganik dalam gugus prostetik disebut sebagai kofaktor.
- Fungsi kofaktor ialah katalis yang mampu meningkatkan kerja enzim.
- Ion organik dalam gugus prostetik disebut koenzim, yang berfungsi untuk memindahkan zat kimia dari satu enzim ke enzim lain.

## Cara Kerja Enzim

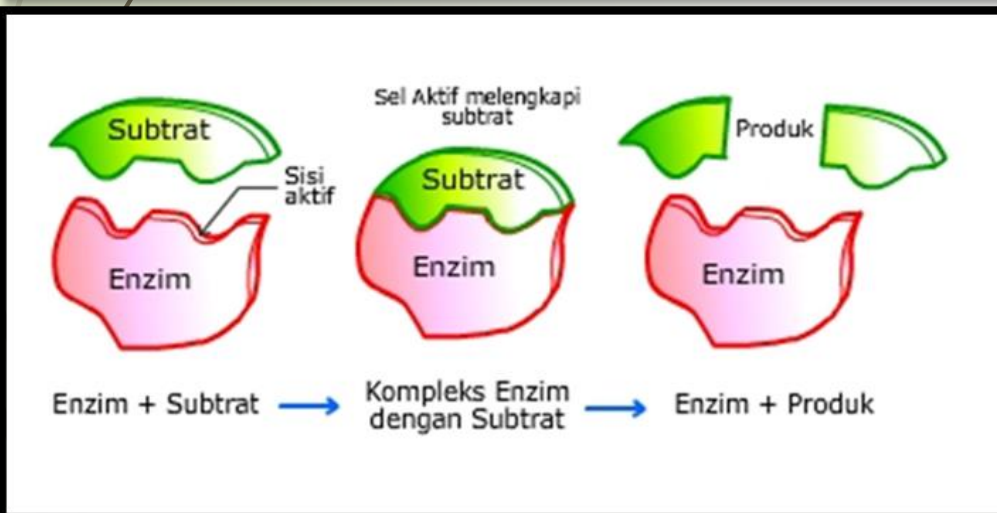
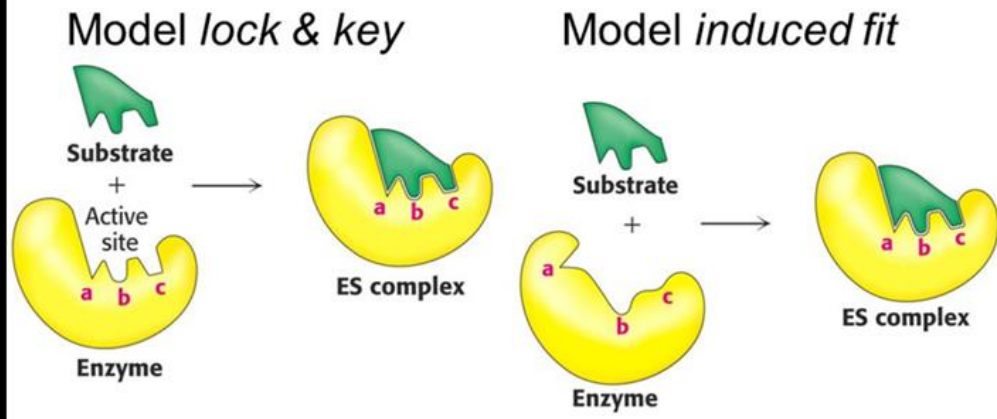
Molekul yang bekerja dengan enzim disebut dengan istilah substrat.

Substrat berikatan dengan suatu daerah pada enzim yang disebut tapak aktif.

Ada dua model cara kerja enzim:

- Pada model gembok dan kunci (Lock and key), situs aktif enzim dibentuk secara tepat untuk menampung substrat tertentu.
- Sementara di model induced-fit atau kecocokan yang terinduksi, situs aktif dan media tidak cocok satu sama lain, tetapi keduanya mengubah bentuknya agar terhubung.

### Mekanisme reaksi





➤ Penyerapan :

➤ Vitamin yang larut dalam air diserap bersama dengan air (difusi atau osmosis)

➤ Vitamin yang larut dalam lemak diserap melalui sel-sel enterosit bersama asam lemak

➤ Ekskresi :

➤ Vit.larut dalam air-----ginjal-----urine

➤ Vit. Larut dalam lemak----- limfa-----feses  
(diakumulasi dalam jaringan)



# Vitamin dan Kesehatan Ikan

- Suplementasi vitamin dalam pakan akan mempengaruhi kesehatan ikan, hal ini terkait pada respon imunitas ikan
- Pada beberapa jenis ikan pemberian vitamin A, D, Thiamine, Vit B6, asam folat, asam panthotenic, dan myo-inositol menunjukkan peningkatan respon imun atau ketahanan thd penyakit.
- Vitamin tsb diketahui meningkatkan resistensi thd infeksi dengan cara meningkatkan migrasi dan proliferasi sel-sel fagositik.
- Vitamin C dan E merupakan antioksidan, memiliki kemampuan imunomodulasi jika diberikan dengan dosis yang tinggi.



# Vitamin yang Larut dalam Lemak

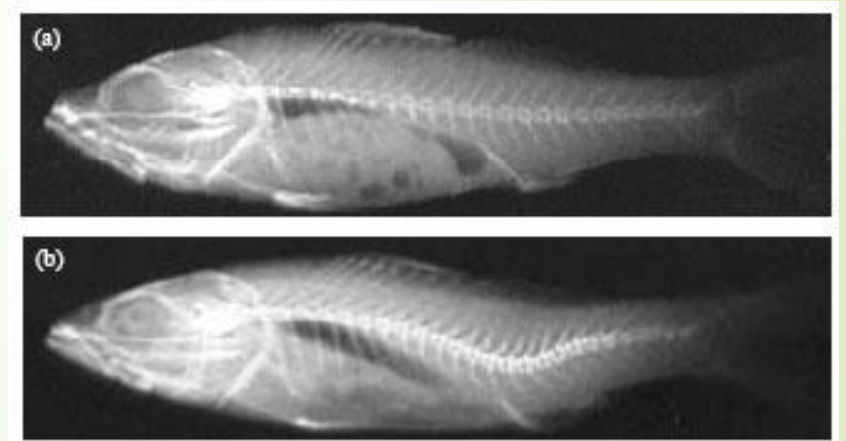
## 1. Vitamin A : retinol

- Berasal dari sumber hewani (minyak ikan) , beta carotene (nabati)
- Disimpan di hati
- Berfungsi pd penglihatan (vision) : rhodopsin (retinol + opsin, protein)
- Diferensiasi sel, perkembangan embrio pd proses reproduksi, pembentukan sel mukosa dan sistem imunitas.
- Jumlah yg diperlukan : 2.000 IU/kg (Channel catfish)
- Defisiensi : anemia, pertumbuhan terhambat, exophthalmia dan hemoragik di mata, sirip dan kulit.

- Sirip ekor mengalami erosi (ikan kakap)
- Perkembangan larva menjadi abnormal serta menurunnya produksi telur ikan (ikan sebelah).
- 10.000-25.000 IU/kg pd ikan sebelah mampu meningkatkan aktivitas serum antibakterial
- Kelebihan vit. A bisa bersifat toksik, meyebabkan malformasi tulang belakang larva ikan sea-bass.



Erosi pd sirip ekor dan punggung ikan nila



Malformasi vertebrali pd ikan sea-bass

## 2. Vitamin D3 : cholecalciferol

- Ikan hanya menggunakan vit. D3
- Vit. Ini diaktifkan oleh sinar UV pd kulit binatang/tumbuhan
- Vit. D3 terutama berperan sebagai prekursor utk regulasi kalsium
- Fungsi utama vitamin D: menjaga keseimbangan kalsium bersama dg 2 hormon peptida, yaitu hormon calcitonin dan parathyroid
- Mereka berperan penting dlm perkembangan, pertumbuhan, dan menjaga rangka mulai ikan lahir smp mati.
- Berpengaruh pula pd sistem imun dan respon stress ikan.



- ▶ Jk berlebihan maka dpt menyebabkan kalsifikasi ireversibel pada hati, ginjal dan jaringan lunak yg lain.
- ▶ Defisiensi vitamin D : pertumbuhan rendah, lemak dlm hati tinggi, keseimbangan kalsium terganggu, lordosis.




Lordosis

- Kebutuhan Vitamin D3 50  $\mu\text{g}/\text{kg}$  pakan (1 IU = 0.025  $\mu\text{g}$  Vit D3), pd channel catfish.

### 3. Vitamin E (Tocopherol)

- Secara umum vit. E diperlukan ikan utk tumbuh scr normal, reproduksi & fungsi fisiologis serta pemeliharaan kesehatan.
- Berperan jg sbg antioksidan utk mencegah oksidasi lemak.
- Vit. E membantu meningkatkan sistem imun ikan dg cara menjaga ketahanan sel eritrosit dr hemolisis.
- Konsumsi vit E bersinergi dg pemanfaatan asam lemak tdk tersaturasi (HUFA) & Vit C, utk mendukung sistem imun non spesifik dan ketahanan thd penyakit.
- Vit E. baik diberikan sbg suplemen anti stress pd ikan budidaya.
- Defisiensi vitamin E pd ikan menyebabkan: distrofi otot (otot menjadi lemah, kehilangan massa, dan kehilangan fungsinya), kesuburan menurun, anemia, gangguan perkembangan rangka dan kerusakan hati.

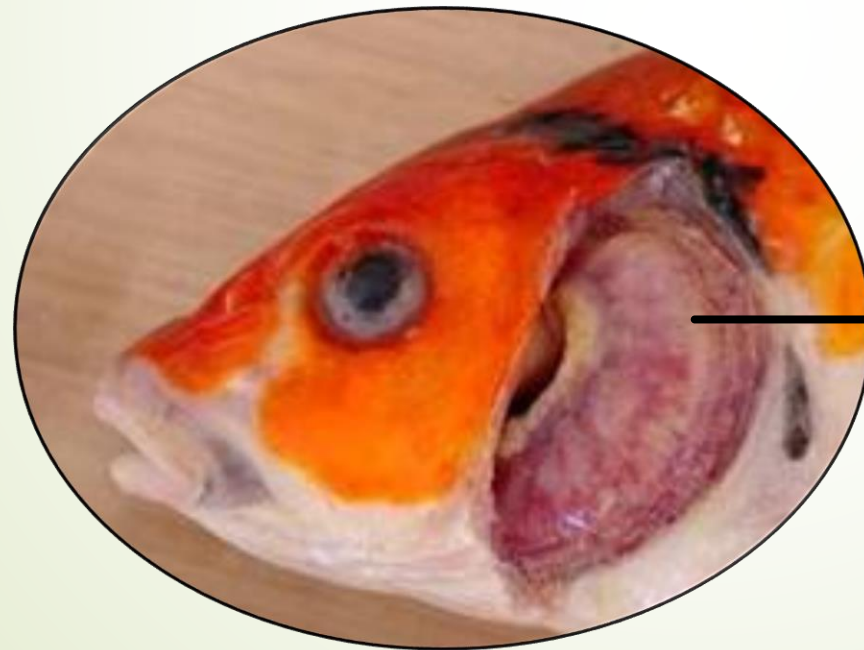
- 
- SR dan pertumbuhan ikan tidak terlalu dipengaruhi oleh vitamin ini, kecuali ikan diperlihara dlm kondisi stress kronik smp akut. Terutama fase juvenil/larva.
  - Kebutuhan ikan akan vit E cukup bervariasi, spt:
    - 30-50 mg/kg pakan utk channel catfish
    - 30 mg/kg pakan utk ikan bass hibrida
    - 120 mg/kg pakan utk ikan salmon
  - Kebutuhan vitamin E jg dipengaruhi oleh stadia usia ikan. Ikan pd tahap reproduksi perlu asupan vitamin E lbh byk dibanding ikan stadia lain
  - Kelebihan vit ini bs berdampak toksik pd ikan, misalnya kematian pd ikan trout pelangi, reaksi keracunan hati dan pertumbuhan yg rendah.
  - Penggunaan bahan antioksidan lain dapat menutupi kekurangan ikan akan vit E, misalnya dg penambahan vit C atau selenium dlm pakan

## 4. Vitamin K

- Sumber vit K1 (phylloquinone) : diisolasi dr tanaman, K2 (menaquinone) : disintesis dr bakteri & K3 (menadione), produk sintetik. Berperan dlm koagulasi darah dg jalan mengaktifkan protein yg menggumpalkan darah, transportasi kalsium, dan pembentukan jaringan tulang.
- Kebanyakan hewan tdk perlu tambahan vit K dr pakannya krn bakteri di saluran cerna bs mensintesisnya.
- Walau demikian hal ini blm bisa diamati pd ikan.
- Umumnya suplementasi dlm pakan sebesar 0,1 mg/kg pakan ikan cukup utk kebutuhan vit K dlm rangka mendukung pertumbuhan yg optimal, kesehatan dan tulang yg kuat pada larva ikan (sbg contoh ikan salmon Atlantik).
- Pendpt lain: pd ikan blm diketahui dan udang tdk perlu vit. K



- Defisiensi Vit K berdampak pd: anemia, hemoragik pd insang, mata, dan pembuluh darah, lamanya pembekuan darah jg meningkat.
- Kelebihan vit K dalam pakan jg bisa berdampak toksik pada ikan, smp mengakibatkan kematian spt pd ikan trout yg diberi dosis >3000 mg/kg pakan vit K.



Insang pucat krn pecahnya pembuluh darah di lamela insang

# Vitamin yang Larut dalam Air

## 1. Vitamin B1 :Thiamine

- Thiamine hydrochloride
- Vit ini tdk berwarna, berbtbk senyawa kristal, berbau spt ragi, relatif tahan thd panas kering, tp mudah rusak jk dlm cairan alkalin atau netral.
- Thiamin dikenal sbg kofaktor yg melibatkan enzim utk proses prod. energi, yaitu pd metabolisme karbohidrat.
- Defisiensi Thimain terlihat pd ikan salmon, sidat dan channel catfish berupa gangguan syaraf, ada jg hemoragik bahkan kematian pd ikan mas.
- Sumber : tepung kedelai, dedak gandum, dedak beras.
- Kebutuhan vit B1 : 2,5 mg/kg (tilapia), 10-15 mg/kg (salmon), 40-50 mg/kg (udang).

## 2. Vitamin B2 : Riboflavin

- Riboflavin berbtbk kristal berpigmen kuning-kecoklatan
- Agak larut dlm air, larut dlm cairan alkali, tahan terhadap panas kering.
- Berfungsi : metabolisme protein, karbohidrat dan lemak sbg biokatalisator (enzim)
- Defisiensi: tergantung pd jenis ikan, ada yg menunjukkan gejala anorexia dan pertumbuhan yg rendah.
- Ada juga ikan yg mengalami katarak, hemoragik, gangguan pola renang sampai warna tubuh menjadi lebih gelap.
- Dosis vit ini yg tinggi dlm pakan blm diketahui dampaknya secara nyata, hal ini dibuktikan pd ikan trout pelangi yg diberi pakan dg dosis >600 mg/kg pakan riboflavin, tdk berpengaruh pd pertumbuhannya.
- Para ahli ada yg berpendpt, bahwa gangguan pertumbuhan setelah diberi riboflavin dosis tinggi dipengaruhi oleh faktor lain, bukan dr hipervitaminosis riboflavin itu sendiri.


### 3. Vitamin B6

- ▶ Nama lain: Pyrodoxine hydrochloride
- ▶ Stabil di panas kering, larut dlm air dan cairan alkalin smp asam
- ▶ Berperan sbg koenzim dlm pembentukan jaringan tbh, metabolisme lemak dan protein, fungsi syaraf.
- ▶ Defisiensi tampak pada gangguan pola renang, mudah stress, kejang akibat gangguan syaraf.
- ▶ Kebutuhan ikan akan Vit B6 dipengaruhi oleh kadar protein pakannya, misalnya pd ikan tilapia dibutuhkan dosis 1.7-9.9 dan 15-16.5 mg B6/kg pakan dg kadar protein pakan masing2 28% dan 36%.
- ▶ Berpengaruh pada Ketahanan tubuh ikan terhadap stress suhu dg penambahan vit B6 dlm pakannya, serta bbrp parameter imunitas lain.



## 4. Vitamin C : Ascorbic acid

- Vit C tdk bisa disintesis oleh ikan shg hrs diperoleh dr pakannya
- Vit C tdk memiliki peran sbg koenzim spt vitamin lain yg larut dlm air, tp berperan sbg kofaktor pd enzim hidrosilasi, misalnya pd sintesis kolagen.
- Fungsi kedua sbg sintesis katekolamin utk mengontrol respon stress pd ikan.
- Berfungsi lain: antioksidan yang kuat, pertumbuhan, reproduksi, penyembuhan penyakit, kalsifikasi tulang, metabolisme besi, pembekuan darah.

- 
- Defisiensi : scoliosis (lateral), lordosis (vertical), erosi/kerusakan sirip, black death (udang), ikan lebih gampang terserang penyakit.
  - Vit C sangat direkomendasikan dlm upaya menstimulasi sistem imun ikan terutama sistem inum nonspesifik dan dapat membantu mengoptimalkan pemanfaatan vaksin pada akuakultur
  - Kebutuhan : bervariasi sesuai berat umur dan metabolisme : 100 mg/kg
  - Toksisitas : toksik jk lebih dr 150-200 mg/kg pd udang.

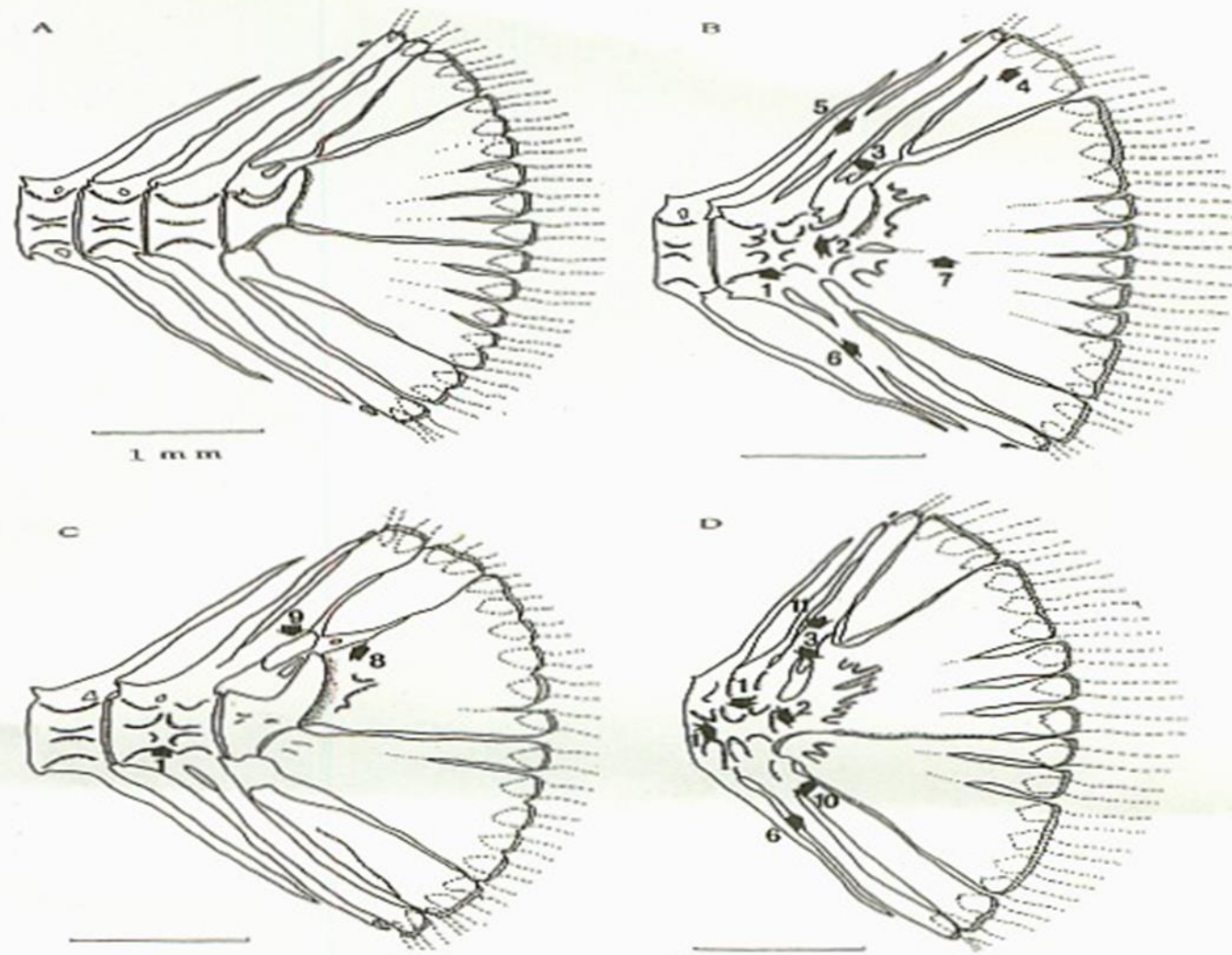


Secara umum kekurangan vitamin menyebabkan :

- ▶ Pertumbuhan lambat.
- ▶ Vit. C = Deposisi dan pemanfaatan kalsium dan phospor tidak sempurna
- ▶ Vit. E = mudah mengalami degenerasi otot dan rendahnya tampilan reproduksi

Hypervitaminosis : keracunan apabila overdosis (Vit. A dan D)

Avitaminosis : Kekurangan vitamin (Vit. A dan D)



**Fig. 1.** The caudal skeleton of Japanese flounder fed *Artemia* enriched with vitamin A. (A) Normal caudal skeleton; (B, C and D) Abnormal caudal skeleton.



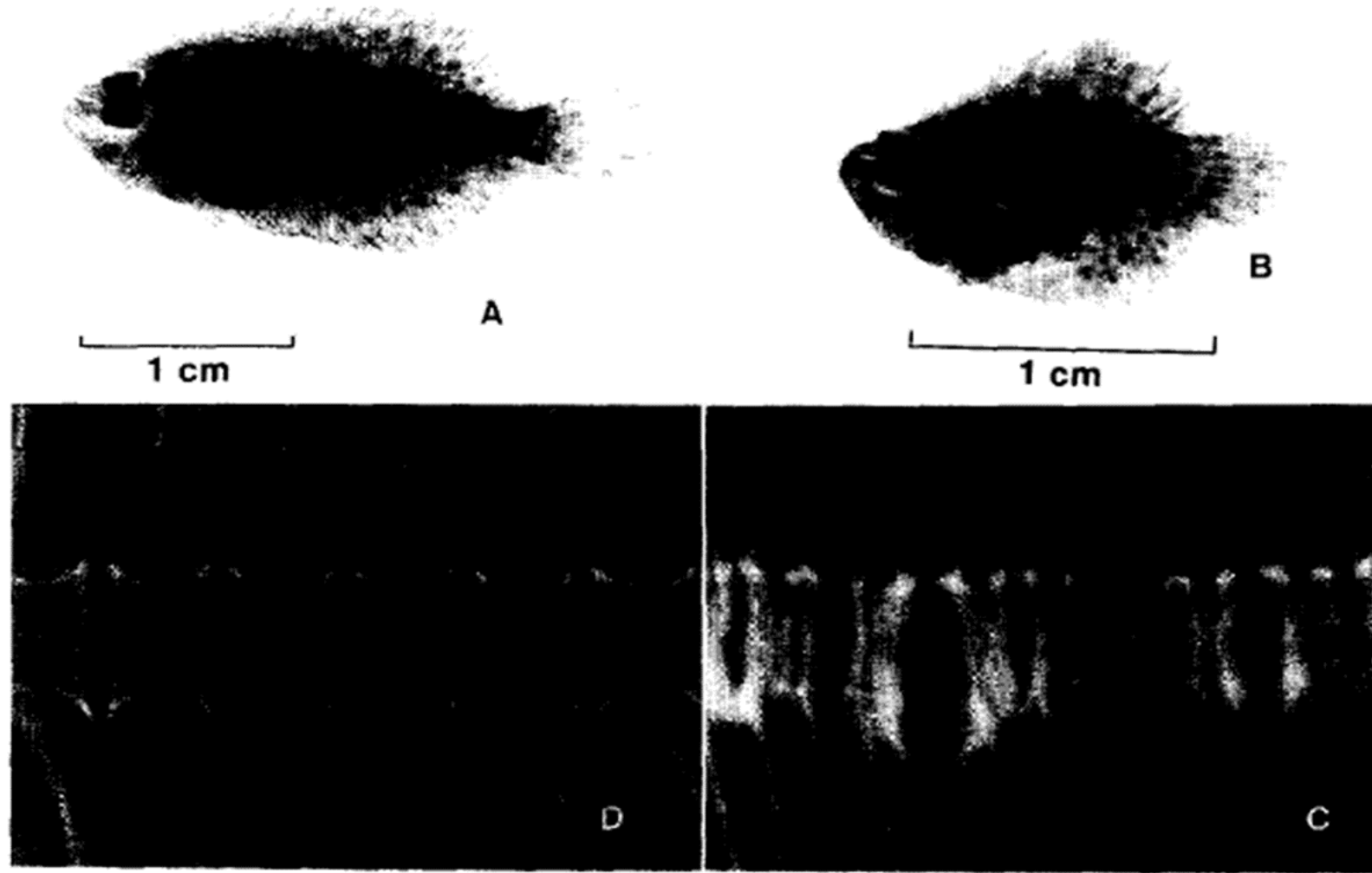


Fig. 5. Juvenile flounder (50 days after hatching) in the control treatment (A) in comparison to that in 100 mg VA treatment (B) that exhibited abnormal body features. The abnormal body features in hypervitaminosis A fish were due to compression of its vertebrae as shown in X-ray photograph (C), compared to that in normal fish vertebrae (D).