



**kedaireka**

**Kampus  
Merdeka**  
INDONESIA JAYA



## MODUL

# PROGRAM SEKOLAH PENYULUH PERIKANAN BUDIDAYA

**KEDAI REKA-MATCHING FUND  
KONSORSIUM PATRIOT PANGAN**

**PENGELOLAAN PERIKANAN BUDIDAYA DALAM RANGKA  
KETAHANAN PANGAN DI KALIMANTAN TIMUR DAN DESA  
PENYANGGA IKN**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS MULAWARMAN  
SAMARINDA  
2022**



# MODUL

## PROGRAM SEKOLAH PENYULUH PERIKANAN BUDIDAYA

KEDAI REKA-MATCHING FUND  
KONSORSIUM PATRIOT PANGAN

PENGELOLAAN PERIKANAN BUDIDAYA DALAM RANGKA  
KETAHANAN PANGAN DI KALIMANTAN TIMUR DAN DESA  
PENYANGGA IKN



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS MULAWARMAN  
SAMARINDA  
2022



**Kampus  
Merdeka**  
INDONESIA JAYA



## **MODUL**

# **PROGRAM SEKOLAH PENYULUH PERIKANAN BUDIDAYA**

## **EDITOR**

### **ESTI HANDAYANI HARDI**

*Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Akuatik  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Mulawarman*

### **ADI SUSANTO**

*Laboratorium Nutrisi Ikan  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Mulawarman*

### **AGUSTINA**

*Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Akuatik  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Mulawarman*



## DAFTAR ISI

<i>Daftar Kontributor</i> .....	iii
<i>Kata Pengantar</i> .....	iv
<i>Ucapan Terima Kasih</i> .....	v
<b>BAB I. Pembenihan Ikan Air Tawar : Ikan Lele Sanguriang dan Ikan Lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>)</b> <i>Isriansyah</i> .....	1
<b>BAB II. Rekayasa Sistem Dan Teknologi Akuaponik: Produksi Ikan Dan Sayur Secara Terpadu Pada Lahan Terbatas</b> <i>Sumoharjo</i> .....	17
<b>BAB III. Jenis Pakan Alami Potensial Untuk Larva Ikan</b> <i>Adi Susanto, Andi Niklani</i> .....	28
<b>BAB IV. Teknologi Dan Manajemen Pembuatan Pakan Ikan</b> <i>Adi Susanto dan Komsanah Sukarti</i> .....	43
<b>BAB V. Jenis Parasit Dan Penyakit Non Infeksius Pada Ikan Air Tawar Yang Ada Di Kalimantan Timur</b> <i>Gina Saptiani</i> .....	81
<b>BAB VI. Penyakit Bakterial Dan Virus Pada Budidaya Ikan Air Tawar</b> <i>Richo Reynalta</i> .....	99
<b>BAB VII. Upaya Pengendalian Penyakit Dengan Pendekatan Senyawa Bioaktif Tanaman</b> <i>Esti Handayani Hardy</i> .....	108
<b>BAB VIII. Pemanfaatan Mikroba Akuatik Dalam Meningkatkan Kesehatan Ikan</b> <i>Agustina</i> .....	123
<b>BAB IX. Teknologi Pengolahan : Fish Jelly Products</b> <i>Ita Zuraida</i> .....	139
<b>BAB X. Penjaminan Mutu Dan Standardisasi Pascapanen Perikanan</b> <i>Bagus Fajar Pamungkas</i> .....	152



## DAFTAR KONTRIBUTOR

**ISRIANSYAH, S.Pi., M.Si.**

*Laboratorium Kolam Percobaan  
FPIK-Universitas Mulawarman*

**SUMOHARJO, S.Pi., M.Si.**

*Laboratorium Sistek Akuakultur  
FPIK-Universitas Mulawarman*

**Dr. ADI SUSANTO, S.Pi., M.Si**

*Laboratorium Nutrisi Ikan  
FPIK-Universitas Mulawarman*

**Dr. Andi Nikhlani, S.Pi.,M.P.**

*Laboratorium Nutrisi Ikan  
FPIK-Universitas Mulawarman*

**Dr. Ir. KOMSANAH SUKARTI, M.P.**

*Laboratorium Nutrisi Ikan  
FPIK-Universitas Mulawarman*

**Prof. Dr. drh. GINA SAPTIANI, M.Si**

*Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Akuatik  
FPIK-Universitas Mulawarman*

**RICKO REYNALTA, S.Pi., M.Si**

*Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Akuatik  
FPIK-Universitas Mulawarman*

**Prof. Dr. ESTI HANDAYANI HARDI, S.Pi.,M.Si**

*Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Akuatik  
FPIK-Universitas Mulawarman*

**Dr. AGUSTINA, S.Pi., M.Si.**

*Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Akuatik  
FPIK-Universitas Mulawarman*

**Dr. ITA ZURAIIDA, S.Pi., M.Si.**

*Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan  
FPIK-Universitas Mulawarman*

**Dr. BAGUS FAJAR PAMUNGKAS, S.Pi., M.Si.**

*Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan  
FPIK-Universitas Mulawarman*





## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrohmanirrohim,*

Segala puji bagi Allah Subhanahu wa ta'ala atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, serta sholawat dan salam terhatur kepada Rasulullah Shallallahu 'alaihi wasallam, karena atas hidayah-Nya Modul Program Sekolah Penyuluh Perikanan Budidaya ini dapat diselesaikan. Modul ini merupakan pedoman yang berisi rangkaian materi terkait dengan bidang akuakultur yang sangat berguna bagi para penyuluh perikanan di Kalimantan Timur khususnya dan para pembudidaya ikan pada umumnya.

Kami menyadari bahwa Modul Program Sekolah Penyuluh Perikanan Budidaya ini masih jauh dari sempurna, sehingga kami sangat berharap adanya saran dan masukan agar modul ini dapat kami perbaiki dimasa yang akan datang. Semoga Modul Program Sekolah Penyuluh Perikanan Budidaya dapat bermanfaat bagi kita semua.

Samarinda, Oktober 2022

Editor Kepala



## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Kami selaku penyelenggara Program Sekolah Penyuluh Perikanan Budidaya mengucapkan terima kasih kepada seluruh penulis yang telah berkontribusi dalam penyusunan modul pembelajaran ini. Kami juga berterima kasih kepada Tim Kedaireka Universitas Mulawarman serta Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman yang telah memfasilitasi pelaksanaan Program Sekolah Penyuluh Perikanan Budidaya.

Pada kesempatan ini, kami selaku pelaksana kegiatan ini menyampaikan penghargaan kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia atas kepercayaannya kepada Tim Kedaireka Universitas Mulawarman untuk melaksanakan program-program yang bermanfaat secara langsung bagi masyarakat perikanan untuk menyokong kemandirian pangan di daerah penyangga IKN.



# **BAB I**

## **PEMBENIHAN IKAN AIR TAWAR: IKAN LELE DUMBO DAN LELE SANGKURIANG (*Clarias gariepinus*)**

**ISRIANSYAH, S.Pi., M.Si.**

*Laboratorium Kolam Percobaan*

*Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan-Universitas Mulawarman*

### **Kompetensi Dasar**

1. Setelah mempelajari modul ini para penyuluh diharapkan mampu mengerti dan memahami cara pembenihan ikan air tawar.
2. Setelah mempelajari modul ini para mahasiswa, pembudidaya ikan, maupun siswa diharapkan mampu menerapkan cara pembenihan ikan air tawar dengan baik.

### **A. PENDAHULUAN**

Pembenihan ikan merupakan salah satu bagian dari kegiatan budidaya ikan dengan cara mengawinkan induk ikan untuk mendapatkan benih ikan yang siap untuk dipasarkan. Teknik pembenihan ikan air tawar mengacu pada Cara Pembenihan Ikan yang Baik (CPIB) yang telah ditetapkan oleh Pemerintah. Cara Pembenihan Ikan yang Baik adalah cara mengembangbiakan ikan dengan cara melakukan manajemen induk, pemijahan, penetasan telur, pemeliharaan larva/benih dalam lingkungan yang terkontrol, melalui penerapan teknologi yang memenuhi persyaratan *biosecurity*, mampu telusur (*traceability*) dan keamanan pangan (*food safety*).

Modul Teknik Pembenihan Ikan Air Tawar ini disusun sebagai panduan belajar yang sederhana bagi para penyuluh bidang budidaya ikan dan pembudidaya ikan, supaya para pembudidaya ikan, maupun penyuluh dapat mengerti tentang cara pembenihan ikan air tawar. Modul ini bermanfaat sebagai bahan acuan bagi para penyuluh perikanan dalam memberikan materi mengenai Teknik Pembenihan Ikan Air Tawar sehingga para pembudidaya ikan dapat melakukan kegiatan pembenihan di lapangan dengan benar, baik dari cara memproduksi induk matang gonad, memproduksi telur, memproduksi larva, dan memproduksi benih.

Modul dengan judul Teknik Pembenihan Ikan Air Tawar ini berisi uraian mengenai memproduksi induk matang gonad, memproduksi telur, memproduksi larva, dan memproduksi benih. Modul ini disusun secara sederhana, sehingga diharapkan para penyuluh dan pembudidaya ikan dapat mempelajari dan menerapkannya dengan baik khususnya pada produksi benih ikan lele.

### **B. URAIAN MATERI**

#### **1. Memproduksi Induk Matang Gonad**

Induk merupakan salah satu faktor yang penting diperhatikan dalam melakukan kegiatan pembenihan. Kualitas induk yang dipijahkan sangat mempengaruhi kualitas benih yang dihasilkan. Induk yang dirawat dengan baik dan memiliki kondisi yang prima dapat menghasilkan benih yang baik pula. Untuk menghasilkan induk yang berkualitas harus dilakukan beberapa perawatan yaitu : menyiapkan kolam induk, memberi pakan, mengelola kualitas air, memantau kesehatan induk ikan.

### a. Penyiapan Kolam Induk

Dalam pembuatan kolam pemeliharaan induk sebaiknya ukurannya tidak terlalu luas. Hal ini untuk memudahkan pengontrolan dan pengawasan dalam pemeliharaan induk. Prosedur kerja dalam menyiapkan kolam pemeliharaan induk, yaitu:

- 1) Keringkan dasar kolam dan perbaiki kolam dengan cara :
  - a) Membuka saluran pembuangan air dan menutup saluran pemasukan air.
  - b) Membiarkan air dalam kolam habis.
  - c) Mengeringkan selama 3 - 4 hari.
  - d) Memeriksa dinding dan dasar kolam agar dapat diketahui ada tidaknya kebocoran.
  - e) Menambal dengan cara menimbun menggunakan lumpur atau tanah jika terdapat kebocoran. Jika lubang kebocoran terlalu besar maka sebelumnya diisi dengan batu agar lebih kuat menahan tekanan air kemudian ditimbun dengan lumpur.
  - f) Menekan timbunan lumpur atau tanah sehingga tambalan lebih padat dan kuat.
  - g) Memperbaiki pematang yang rusak terkikis air dengan cara menimbun menggunakan tanah dasar sehingga pematang lebih tebal dan kuat.
- 2) Isilah air ke dalam kolam dengan cara menutup saluran pembuangan air dan membuka saluran pemasukan air, isi sampai ketinggian 80 - 100 cm.

### b. Pemilihan Calon Induk Ikan Lele

Memilih calon induk ikan lele dengan syarat dan ciri-ciri sebagai berikut :

- 1) Calon induk jantan dan betina harus berasal dari keturunan yang berbeda.
- 2) Pertumbuhan bagus.
- 3) Sehat dan tidak cacat.
- 4) Bentuk badan proporsional.
- 5) Secara keseluruhan mulai dari ujung mulut sampai ujung ekor tidak ada luka.
- 6) Bagian kepala relatif lebih kecil daripada bagian badannya.

Tabel 1. Kriteria induk sesuai SNI 6484.1:2014

No.	Kriteria	Satuan	Jenis Kelamin	
			Jantan	Betina
1.	Umur	Bulan	Min. 12	Min. 12
2.	Panjang standar	cm	Min. 50	Min. 50
3.	Bobot matang pertama	kg/ekor	Min. 1	Min. 1
4.	Fekunditas	Butir/kg	-	50.000 – 80.000
5.	Diameter telur	mm	-	1,2 – 1,5

Prosedur kerja dalam memilih calon induk yang baik :

- 1) Kolam pemeliharaan induk dikeringkan dengan cara menutup saluran pemasukan air dan membuka saluran pengeluaran air.
- 2) Induk ditangkap menggunakan serokan induk.
- 3) Induk diangkat dan ditampung dalam wadah penampungan.
- 4) Induk diamati dan dipilih sesuai dengan kriteria calon induk yang baik.
- 5) Induk jantan dan betina ditimbang menggunakan timbangan, sesuaikan berat induk yang timbang dengan kriteria berat induk sesuai SNI (lihat Tabel 1).
- 6) Induk diukur panjang standar menggunakan penggaris, sesuaikan hasil pengukuran dengan kriteria panjang standar menurut SNI (lihat Tabel 1).
- 7) Induk yang telah dipilih dimasukkan ke dalam wadah pemeliharaan induk secara terpisah.



Gambar 1. Calon induk yang baik

### c. Pemberian Pakan

Agar memperoleh induk matang gonad yang berkualitas, setiap hari induk harus diberi pakan yang bergizi. Jenis pakan yang diberikan adalah pellet dengan kandungan protein sesuai SNI 6484.3:2014, yaitu :

Tabel 2. Kandungan protein pellet yang dibutuhkan induk lele sesuai SNI

No.	Jenis Induk	Kandungan protein (%)	Pemberian pakan	
			Dosis (%/hari)	Frekuensi per hari
1.	Lele	>30	3 – 4	2 – 3

Prosedur kerja :

- 1) Kebutuhan pakan yang diberikan per hari dihitung berdasarkan berat biomassa induk yang dipelihara.
- 2) Jumlah kebutuhan pakan ditimbang untuk sehari, kemudian dibagi jumlah pakan yang telah ditimbang sesuai dengan frekuensi pemberian pakan dalam sehari.
- 3) Pakan yang akan diberikan ditampung ke dalam baskom plastik.
- 4) Pada proses pemberian pakan, pakan ditebarkan sedikit demi sedikit secara merata ke dalam kolam pemeliharaan induk. Apabila induk sudah tidak mau makan, maka pemberian pakan dihentikan dan apabila pakan masih tersisa pakan diberikan pada waktu pemberian pakan berikutnya siang atau sore hari.

### d. Pengelolaan Kualitas Air

Penganganan kualitas air dalam kegiatan pembenihan sangat perlu dilakukan agar keberhasilan pembenihan dapat mencapai tingkat kelangsungan hidup larva yang maksimum. Prosedur pengelolaan kualitas air disajikan sebagai berikut :

Prosedur kerja :

- 1) Pergantian air dapat dilakukan satu kali dalam seminggu atau apabila kualitas air sudah menurun sebanyak 50%, dengan cara membuka saluran pembuangan.
- 2) Selama masa pemeliharaan induk dilakukan pengukuran parameter kualitas air. Adapun kisaran optimum parameter kualitas air sesuai SNI 6484.3:2014 dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Kisaran optimum parameter kualitas air

No.	Parameter	Satuan	Nilai	Alat Pengukuran
1.	Suhu	°C	25 – 30	Thermometer
2.	Kecerahan	cm	25 – 30	Secchi disk
3.	pH		6,5 – 8	pH meter atau pH indikator
4.	Oksigen terlarut (DO)	mg/L	>3	DO meter
5.	Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/L	<0,1	Spektrofotometer atau test kit NH <sub>3</sub>

- 3) Pengukuran suhu, pH dan oksigen terlarut (DO) air dilakukan setiap hari dengan frekuensi dua kali per hari pada pagi jam 06.00 dan siang jam 14.00. Pengukuran kecerahan air dilakukan setiap hari pada siang hari pukul 12.00. Sedangkan pengukuran amoniak dilakukan satu kali dalam seminggu sebelum penggantian air

#### e. Pemantauan Kesehatan Induk Ikan

Prosedur kerja dalam memantau kesehatan induk dapat dilakukan sebagai berikut

:

- 1) Pengamatan visual dilakukan untuk pemeriksaan pergerakan, adanya gejala penyakit dan kesempurnaan dan kelengkapan morfologi induk terhadap seluruh induk yang ada.
- 2) Pengamatan mikroskopik untuk pemeriksaan jasad patogen (parasit, jamur, dan bakteri) di laboratorium uji secara periodik
- 3) Melakukan pencegahan penyakit pada ikan, dengan cara :
  - a) Membuat sistem pemasukan air yang ideal dengan sistem paralel.
  - b) Memberikan pakan cukup, baik kualitas maupun kuantitas.
  - c) Memindahkan induk setelah dilakukan pemijahan dengan cara hati-hati.
  - d) Menjaga kualitas air dengan melakukan treatment probiotik (misalnya: EM4) secara teratur sebanyak 0,3 ppm setiap hari.
  - e) Meningkatkan ketahanan tubuh induk dengan memberikan pakan yang telah dilakukan penambahan imunostimulant secara teratur seperti vitamin dan pemberian probiotik.
  - f) Menggunakan sistem biosecurity pada area budidaya untuk mencegah masuk dan menyebarnya patogen pada unit budidaya dengan cara membuat pagar keliling di area budidaya, memasang tempat cuci tangan dan footbat di depan pintu masuk area budidaya, mencuci bersih peralatan kerja sebelum dan sesudah digunakan.
- 4) Jika terdapat ikan yang menunjukkan gejala terserang penyakit, maka tahapan yang dilakukan yaitu:
  - a) Ikan diambil dengan menggunakan serokan induk.
  - b) Mengobati ikan yang terserang penyakit dengan menggunakan obat yang cocok dengan penyakit, dengan dosis sesuai SNI, yaitu obat-obatan : kalium permanganat 1 - 3 mg/l, formalin 25 ppm, garam 500 - 1.000 mg/l dengan cara perendaman selama 24 jam dilakukan berulang-ulang sebanyak 3 kali dengan selang waktu sehari.
  - c) Karantina induk ikan yang terinfeksi penyakit sampai sembuh.

## 2. Memproduksi telur dan larva

### a. Menyeleksi Induk

Tujuan dari seleksi induk adalah mendapatkan induk yang sehat, tidak cacat dan memiliki pertumbuhan yang baik sehingga layak untuk dijadikan induk dan siap untuk dipijahkan.

Prosedur kerja untuk menyeleksi induk :

- 1) Mengeringkan kolam pemeliharaan induk.
- 2) Menangkap induk jantan maupun betina dari kolam pemeliharaan secara hati-hati dengan menggunakan seser induk (berbahan halus).
- 3) Menyiapkan wadah sementara untuk meletakkan induk yang ditangkap seperti tong, bak fiberglass, drum dan sebagainya yang sudah diisi air.
- 4) Induk jantan dan betina diletakkan ke dalam wadah yang sudah disiapkan secara terpisah.
- 5) Menyeleksi tingkat kematangan gonad induk dengan cara melihat urogenitalnya dan meraba bagian perut induk, dengan kondisi induk sehat, tidak cacat dan badan secara keseluruhan mulai dari ujung mulut sampai ujung sirip ekor harus mulus (tidak ada luka).

Ciri-ciri induk lele yang matang gonad adalah sebagai berikut :

- a) Bentuk tubuh : bagian kepala pipih horisontal, bagian badan bulat memanjang dan bagian ekor pipih vertikal.
- b) Kesehatan : anggota atau organ tubuh lengkap, tubuh tidak cacat dan tidak ada kelainan bentuk, alat kelamin tidak cacat (rusak), tubuh tidak ditempeli jasad patogen, insang bersih, tubuh tidak bengkak/memar dan tidak berlumut, tutup insang normal dan tubuh berlendir.
- c) Induk jantan yang matang gonad :
  - Alat kelamin atau urogenital tampak jelas, meruncing, berwarna kemerahan terletak di dekat lubang anus, serta panjangnya sudah melampaui pangkal sirip ekor
  - Tulang kepala lebih pipih dan ukurannya lebih kecil.
  - Warna tubuh lebih gelap.
- d) Induk betina yang matang gonad :
  - Alat kelaminnya membulat dan berwarna kemerahan terletak di dekat lubang anus, lubangnya agak membesar sebagai jalan keluarnya telur.
  - Bentuk perut membesar, jika diraba terasa lembek.
  - Bila perut diurut ke arah anus akan keluar telur.
  - Tulang kepala agak cembung dan ukurannya lebih besar.
  - Warna tubuh lebih terang, gerakannya lamban.



Gambar 2. Ciri induk ikan lele yang matang gonad

- e) Sampel telur yang diambil dengan menggunakan kateter atau selang kanulasi, ukuran telurnya memiliki diameter yang seragam yaitu berkisar antara 1,2 – 1,5 mm dan berwarna cerah hijau muda.



Gambar 3. Pengambilan sampel telur induk lele

#### **b. Memijahkan Induk Ikan Lele**

Pemijahan induk ikan lele umumnya dapat dilakukan secara alami, semi alami dan buatan. Pemijahan alami biasanya dilakukan pada jenis-jenis ikan tertentu saja yaitu ikan yang mudah dipijahkan sepanjang tahun seperti ikan mas, tawes, gurame, lele dan lain-lain. Pemijahan ikan semi buatan umumnya dilakukan terhadap ikan yang dipelihara dalam lingkungan yang cenderung tidak sesuai dengan faktor lingkungannya di alam. Sedangkan pemijahan buatan umumnya dilakukan terhadap ikan yang tidak dapat dipijahkan secara alami maupun semi alami.

Prosedur kerja untuk memijahkan induk ikan lele sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan wadah pemijahan
  - a) Wadah yang digunakan dalam pemijahan induk ikan, yaitu wadah pemijahan, penetasan dan pemeliharaan larva dapat berupa bak semen (beton) atau bak terpal baik dengan menggunakan hapa atau tidak jika pemijahan dilakukan secara alami maupun semi alami, dan akuarium atau container (bak) plastik jika pemijahan dilakukan secara buatan.
  - b) Membersihkan bak pemijahan maupun akuarium atau container (bak) plastic dari kotoran yang menempel dengan air bersih
  - c) Setelah bak pemijahan maupun akuarium atau container (bak) plastic bersih, selanjutnya dikeringkan.
  - d) Isi air ke dalam wadah pemijahan, penetasan dan pemeliharaan larva dengan menggunakan air yang sudah diendapkan dalam tandon air minimal selama 24 jam, dengan ketinggian air yaitu 25 – 40 cm.
  - e) Tempatkan titik aerasi secara merata ke dalam media pemijahan, penetasan dan pemeliharaan larva.
- 2) Melakukan pemijahan induk yang terseleksi baik secara alami, semi alami, maupun buatan caranya sebagai berikut :
  - a) Pemijahan alami**

Memijahkan ikan secara alami dilakukan dengan cara memanipulasi lingkungan tanpa perlakuan perangsangan hormon. Persiapan wadah pemijahan yang telah dilakukan merupakan manipulasi lingkungan.

Tahapan melakukan pemijahan alami yaitu :

    - (1) Memasukkan kakaban sebagai tempat menempelnya telur sebanyak 75 % menutupi di atas dasar kolam, dan diberi pemberat berupa batu.

- (2) Kakaban disusun secara berjajar memenuhi dan mengikuti panjang kolam agar tidak ada telur yang tidak menempel.
- (3) Selanjutnya memasukkan induk jantan dan betina yang terseleksi pada sore hari pukul 15.00 - 17.00 ke dalam wadah pemijahan dengan rasio perbandingan induk betina dan jantan yang digunakan 1 : 1 (berdasarkan bobot); 1 : 2 atau 1 : 3 (berdasarkan jumlah ikan)
- (4) Setelah induk dimasukkan ke dalam wadah pemijahan, selanjutnya menutup wadah pemijahan dengan menggunakan waring hitam.
- (5) Membiarkan proses pemijahan berlangsung selama  $\pm$  12 jam, kemudian melakukan pengecekan pada pagi harinya.
- (6) Selanjutnya indukan yang telah memijah dipindahkan dari kolam pemijahan ke dalam wadah pemeliharaan induk.

#### b) Pemijahan semi alami

Langkah - langkah dalam melakukan pemijahan semi alami, yaitu :

- (1) Memasukkan kakaban sebagai tempat menempelnya telur sebanyak 75 % menutupi di atas dasar kolam, dan diberi pemberat berupa batu.
- (2) Kakaban disusun secara berjajar memenuhi dan mengikuti panjang kolam agar tidak ada telur yang tidak menempel.



Gambar 4. Cara menyusun kakaban

- (3) Menyiapkan peralatan dan bahan untuk pemijahan semi alami seperti: syringe 2,5 ml, Ovaprim, aquades atau larutan garam fisiologis 0,9%.
- (4) Menyiapkan induk yang akan dipijahkan dengan rasio perbandingan induk betina dan jantan yang digunakan 1 : 1 (berdasarkan bobot); 1 : 2 atau 1 : 3 (berdasarkan jumlah ikan).
- (5) Menimbang induk betina dengan timbangan dan tentukan dosis ovaprim.
- (6) Dosis Ovaprim yang digunakan untuk induk betina 0,3 – 0,5 mL/kg berat tubuh, sedangkan untuk induk jantan 0,2 – 0,3 mL/kg berat tubuh.
- (7) Untuk pemijahan secara semi alami, penyuntikan hormon cukup dilakukan 1 (satu) kali penyuntikan pada induk betina dan jantan
- (8) Menyedot hormon dengan syringe sebanyak dosis yang diperlukan.
- (9) Selanjutnya menyedot aquades atau larutan garam fisiologis 0,9% sebanyak dosis hormon yang disedot tadi.
- (10) Induk yang telah diseleksi yang akan dipijahkan disuntik pada sore hari jam 16.00 - 17.00.
- (11) Kemudian induk yang akan disuntik ditutup pada bagian kepala menggunakan kain basah.
- (12) Penyuntikan dilakukan secara hati-hati disekitar sirip punggung (*intramuscular*) dengan kemiringan 30 - 45° sedalam  $\pm$  2 - 2,5 cm.



Gambar 5. Cara penyuntikan induk lele dengan hormon Ovaprim

- (13) Induk jantan dan betina yang telah disuntik dimasukkan ke dalam wadah pemijahan
- (14) Setelah induk dimasukkan ke dalam wadah pemijahan, selanjutnya menutup wadah pemijahan dengan menggunakan waring hitam.
- (15) Membiarkan proses pemijahan berlangsung selama  $\pm$  12 jam, kemudian melakukan pengecekan pada pagi harinya.
- (16) Selanjutnya indukan yang telah memijah dipindahkan dari kolam pemijahan ke dalam wadah pemeliharaan induk.

### c) Pemijahan buatan

Langkah-langkah dalam melakukan pemijahan buatan, yaitu :

- (1) Menyiapkan akuarium atau container (bak) plastic, selanjutnya diisi air dengan menggunakan air yang sudah diendapkan dalam tandon air minimal selama 24 jam, dengan ketinggian air yaitu 25 – 40 cm.
- (2) Tempatkan titik aerasi secara merata ke dalam media penetasan dan pemeliharaan larva.
- (3) Menyiapkan peralatan dan bahan untuk pemijahan semi alami seperti: syringe 2,5 ml, Ovaprim, aquades atau larutan garam fisiologis 0,9%.
- (4) Menyiapkan induk yang akan dipijahkan dengan rasio perbandingan induk betina dan jantan yang digunakan 1 : 1 (berdasarkan bobot); 1 : 2 atau 1 : 3 (berdasarkan jumlah ikan).
- (5) Menimbang induk betina dengan timbangan dan tentukan dosis ovaprim.
- (6) Dosis Ovaprim yang digunakan untuk induk 0,3 – 0,5 mL/kg berat tubuh.
- (7) Untuk pemijahan secara buatan, penyuntikan hormon dilakukan sebanyak 2 (dua) kali penyuntikan pada induk betina, dan 1 (satu) kali untuk induk jantan. Penyuntikan pertama diberikan kepada induk betina sebanyak 1/3 dari dosis, sedangkan penyuntikan kedua diberikan kepada induk betina dan induk jantan sebanyak 2/3 dari dosis. Penyuntikan kedua dilakukan 6 jam setelah penyuntikan yang pertama.
- (8) Pemijahan buatan dilakukan 4 – 6 jam setelah penyuntikan kedua.
- (9) Lakukan pengecekan pada induk betina 4 jam setelah penyuntikan kedua dengan cara menangkap induk betina, kemudian lakukan pengurutan secara perlahan pada bagian perut ke arah urogenital. Jika dari pengurutan tersebut belum keluar telur, maka induk betina dikembalikan ke wadah pemijahan. Lakukan lagi hal yang sama pengecekan dua jam kemudian.

- (10) Jika pada saat pengecekan induk, terlihat tanda-tanda induk telah ovulasi, induk betina ditangkap dengan menggunakan kain yang lembut. Hal yang sama dilakukan juga untuk induk jantan.
- (11) Siapkan wadah penampungan telur berupa baskom plastic yang bersih dan kering.
- (12) Pemijahan buatan dilakukan secara pengurutan (stripping) pada induk betina, dan pembedahan untuk mengambil kantung sperma pada jantan.
- (13) Perut induk betina diurut pelan ke arah urogenital secara pelan dan hati-hati, telur yang keluar ditampung dalam baskom atau mangkuk.



Gambar 6. Stripping induk betina ikan lele

- (14) Perut induk jantan dibedah dan diambil kantung spermanya. Selanjutnya kantung sperma dibedah dan sperma yang keluar terlebih dahulu dicampur dengan larutan fisiologis NaCl 0,9% sebanyak 100 mL dalam mangkuk.



Gambar 7. Pembedahan kantung sperma induk jantan ikan lele

- (15) Campurkan sel telur dengan sperma dalam mangkuk sedikit demi sedikit. Aduk perlahan dengan bulu ayam. Encerkan campuran dengan air bersih lalu aduk perlahan sampai merata kurang lebih selama 1 – 2 menit. Kemudian sisa sperma dibuang, selanjutnya bilas telur yang telah tercampur dengan sperma dengan air bersih kembali.



Gambar 8. Pencampuran telur dan sperma ikan lele

- (16) Masukkan campuran sel telur dan sperma ke dalam akuarium penetasan atau container plastik. Tebar dengan bulu ayam secara perlahan sehingga menutupi dasar akuarium. Diupayakan telur yang ditebar dalam akuarium penetasan tidak menggumpal.



Gambar 9. Penebaran telur ikan lele dalam akuarium

- (17) Atur aerasi jangan terlalu kencang juga jangan terlalu kecil agar telur tidak teraduk dalam akuarium, jaga kondisi suhu air dalam akuarium pada 28 - 29°C hingga telur menetas. Telur akan menetas menjadi larva dalam waktu 22 - 24 jam.

### c. Menghitung Derajat Pembuahan (*Fertilisasi Rate*)

Derajat pembuahan (*fertilisasi rate*) adalah derajat tingkat pembuahan telur yang telah dihasilkan. Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

- 1) Sampel telur hasil pemijahan diambil secara acak sebanyak 5 titik, kemudian dihitung jumlah telur dari sampel yang diambil.
- 2) Selanjutnya telur sampel diamati secara visual atau secara mikroskopik satu persatu untuk mengetahui apakah telur dibuahi atau tidak. Telur yang tidak dibuahi bercirikan dengan warna putih susu atau sedikit keruh dan terkadang ditumbuhi jamur, sedangkan telur yang dibuahi berwarna terang dan bersih
- 3) Kemudian hitung jumlah telur yang dibuahi.
- 4) Fertilisasi rate dihitung dengan menggunakan rumus :

$$FR = \frac{\text{Jumlah telur yang dibuahi}}{\text{Jumlah sampel telur}} \times 100\%$$

#### d. Menghitung Derajat Penetasan (*Hatching Rate*)

Derajat penetasan (*Hatching Rate*) adalah jumlah telur yang menetas dibagi jumlah total telur dikalikan 100 %. Penentuan *Hatching Rate* (HR) dilakukan pada waktu semua telur sudah menetas. *Hatching Rate* (HR) dihitung dengan menggunakan rumus (Effendie, 2007) sebagai berikut :

$$\text{Hatching Rate} = \frac{\text{Jumlah telur menetas}}{\text{Jumlah total telur}} \times 100\%$$

Prosedur kerja :

- 1) Ambil sampel larva yang menetas sebanyak 5 ml dengan menggunakan gelas ukur volume 5 ml.
- 2) Hitung satu per satu jumlah sampel larva yang diambil.
- 3) Hitung volume air total dalam wadah penetasan kemudian dibagi volume air sampel.
- 4) Kalikan hasilnya dengan jumlah sampel larva dalam 5 ml.
- 5) Selanjutnya, jumlah larva dibagi dengan jumlah total telur dan dikalikan 100 %.

#### e. Memelihara Larva

Larva merupakan suatu fase pada ikan air tawar yang mempunyai umur mulai dari menetas sampai maksimal berumur 5 hari. Tujuan pemeliharaan larva adalah untuk mendapatkan benih ikan sesuai kebutuhan konsumen dengan jumlah semaksimal mungkin dan menekan angka kematian benih seminimal mungkin.

Prosedur kerja pemeliharaan larva:

- 1) Setelah telur menetas, ganti air dalam wadah penetasan yaitu : 10 - 15 % per hari.
- 2) Lakukan penyiponan setiap sehari untuk membuang kotoran, seperti sisa cangkang telur atau telur yang tidak menetas dengan menggunakan selang ukuran 0,2 inch.
- 3) Penyiponan dilakukan secara hati-hati agar larva tidak stress ataupun terbang bersama kotoran.
- 4) Tambahkan air ke dalam wadah sebanyak air yang terbang karena penyiponan.
- 5) Berikan pakan larva setelah umur 3 - 4 hari yaitu setelah kantong kuning telur (*yolk sac*) habis. Pemberian pakan disesuaikan dengan bukaan mulut larva, pakan yang diberikan berupa pakan alami yaitu *Artemia*, *Moina* atau *Daphnia* sebanyak 3 kali per hari secara *ad libitum* pada waktu pagi pukul 07.00, siang pukul 13.00 dan malam pukul 19.00 selama 3 hari.
- 6) Lakukan pemantauan kualitas air dan hama penyakit secara rutin.
- 7) Lakukan pemanenan larva pada pagi atau sore hari saat larva berumur 7 hari.

### 3. Memproduksi Benih

Dalam rangka memperoleh benih yang berkualitas dan bermutu maka harus memperhatikan hal-hal seperti menyiapkan wadah dan media, menebar benih, mengelola air, memberi pakan, mengukur laju pertumbuhan dan pemantauan kesehatan ikan, memanen benih dan menghitung tingkat kelulusan hidup.

#### a. Menyiapkan Wadah dan Media

Wadah pemeliharaan benih lele dapat berupa kolam tanah/tembok/bak terpal.

Prosedur kerja :

- 1) Bersihkan wadah pemeliharaan benih dan biarkan kering selama 2 - 3 hari.
- 2) Lakukan pengapuran dengan kapur tohor 50 g/m<sup>2</sup>, pemupukan dengan pupuk kandang sebanyak 500 g/m<sup>2</sup>.
- 3) Tebar pupuk dan kapur ke permukaan dasar wadah/kolam.

- 4) Isi air ke dalam wadah dengan cara menutup saluran pembuangan air dan membuka saluran pemasukan air.
- 5) Isi air sampai ketinggian 10 cm, biarkan selama 2 - 3 hari agar pakan alami tumbuh.
- 6) Selanjutnya, isi air kembali sampai ketinggian air 50 - 70 cm.

#### **b. Menebar Benih**

Kegiatan penerbaran benih dalam rangka memproduksi benih sangat penting dilakukan, oleh karena itu memerlukan prosedur kerja yang baik. Adapun prosedur kerja untuk menebar benih sebagai berikut :

- 1) Lakukan penebaran benih yang disesuaikan dengan tahapan pendederan dengan ukuran dan padat tebar yaitu :
  - a) Pendederan I menggunakan larva berumur 5 – 7 hari yang merupakan hasil panen dari kolam penetasan telur. Pemeliharaan benih dari tingkat larva sampai ke tingkat benih ukuran 1 - 3 cm
  - b) Menyeleksi benih hasil pendederan I berdasarkan ukuran yang sama.
  - c) Pendederan II menggunakan benih hasil panen dari pendederan I. Pemeliharaan benih dari tingkat ukuran 1 - 3 cm sampai ke tingkat benih ukuran 3 - 5 cm.
  - d) Pendederan III menggunakan benih hasil panen dari pendederan II. Pemeliharaan benih dari tingkat ukuran 3 - 5 cm sampai ke tingkat benih ukuran 5 – 8 cm.
  - e) Pendederan IV menggunakan benih hasil panen dari pendederan III. Pemeliharaan benih dari tingkat ukuran 5 - 8 cm sampai ke tingkat benih ukuran 8 - 12 cm.
  - f) Melakukan penebaran pada saat pagi hari pukul 07.00 atau sore hari pukul 17.00.
- 2) Sebelum benih ditebar ke dalam wadah pendederan, terlebih dahulu dilakukan aklimatisasi pada benih. Hal ini bertujuan agar benih dapat menyesuaikan diri terhadap lingkungan baru. Cara aklimatisasi adalah sebagai berikut:
  - 1) Memasukkan wadah penampung (baskom) yang berisi benih ke dalam wadah pemeliharaan dan biarkan selama 15 menit agar suhu air dalam baskom sama dengan suhu air dalam wadah pemeliharaan.
  - 2) Selanjutnya, memasukkan air dari wadah pemeliharaan sedikit demi sedikit ke dalam baskom.
  - 3) Kemudian baskom dimiringkan dan membiarkan benih keluar dengan sendirinya.
  - 4) Jika pengepakannya menggunakan kantong plastik, masukkan kantong plastik ke dalam wadah pemeliharaan sampai terdapat uap air dalam kantong agar suhu air dalam kantong sesuai dengan suhu air dalam wadah pemeliharaan.
  - 5) Membuka kantong plastik dan masukkan sedikit demi sedikit air dari dalam kolam ke dalam kantong plastik.
  - 6) Kemudian plastik dimiringkan dan membiarkan benih keluar dengan sendirinya.
  - 7) Jika suhu air dalam kantong dan suhu air di dalam wadah sudah mendekati sama maka ikan dapat segera ditebar.

#### **c. Mengelola Air**

Kualitas air dalam pemeliharaan benih harus tetap terjaga, sebab benih sangat rentan terhadap perubahan kualitas air. Kualitas air yang buruk dapat merupakan salah satu faktor timbulnya serangan penyakit pada benih yang dapat mengakibatkan kematian.

Prosedur kerja dalam pengelolaan kualitas air, yaitu :

1. Lakukan pergantian air setiap hari sebanyak 10 - 15 % dari volume air dengan cara membuka saluran pengeluaran air.

2. Lakukan penyiponan setiap hari untuk membuang feses, sisa pakan atau kotoran yang mengendap di dasar wadah.
3. Air yang terbuang pada saat penyiponan diganti dengan air baru yang memiliki kualitas dan kuantitas yang sama dengan air media pemeliharaan.
4. Lakukan pengukuran parameter kualitas air secara rutin. Parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu, oksigen terlarut, pH, kecerahan.

#### **d. Memberi Pakan**

Agar benih ikan yang dipelihara dapat tumbuh dengan baik, maka harus dilakukan pemberian pakan secara teratur dan pakan yang diberikan pun harus memiliki kualitas baik. Kandungan protein pakan buatan yang diberikan untuk pertumbuhan benih ikan lele yaitu > 30 %. Pemberian pakan buatan berupa pellet disesuaikan dengan dosis dan frekuensi pemberian pakan, serta disesuaikan juga dengan bukaan mulut. Pemberian pakan tersebut dengan cara menebar secara merata sedikit demi sedikit ke permukaan kolam.

Tabel 4. Proses produksi benih ikan lele dumbo pada setiap tingkatan pemeliharaan berdasarkan SNI 6484.4:2014

No.	Kriteria	Satuan	Pendederan I		Pendederan II		Pendederan III		Pendederan IV	
			Kolam							
			Terpal	Tanah	Terpal	Tanah	Terpal	Tanah	Terpal	Tanah
1.	Ukuran tebar	cm	0,5-0,7	0,5-0,7	1 – 3	1 – 3	3 – 5	3 - 5	5 – 7	5 – 7
2.	Padat tebar	Ekor/m <sup>2</sup>	2000 – 2500	2000 – 2500	1000 – 1500	1000 – 1500	500 – 1000	300 – 500	500 – 1000	300 – 500
3.	Pakan									
	Dosis	%	Tubifex	10*	5 – 10*	5 – 10*	3 – 5*	3 – 5*	3*	3*
	Frekuensi pemberian	Kali/hari	2	2	3	3	3	3	3	3
4	Waktu pemeliharaan	Hari	15 – 20	15 – 20	15 – 17	15 – 17	15 – 17	15 – 17	15 – 17	15 – 17
5	Kelangsungan hidup	%	>75	>45	>75	>50	>80	>60	>80	>60
6	Ukuran panen	Cm	1 – 3	1 – 3	3 – 5	3 – 5	5 – 7	5 – 7	7 – 9	7 – 9
7.	Keseragaman panen	%	>75	>75	>75	>75	>75	>75	>75	>75

\*) Pakan pellet atau tepung

### C. RANGKUMAN

Pembenihan ikan merupakan salah satu bagian dari kegiatan budidaya ikan dengan cara mengawinkan induk ikan untuk mendapatkan benih ikan yang siap untuk dipasarkan. Teknik pembenihan ikan air tawar mengacu pada Cara Pembenihan Ikan yang Baik (CPIB) yang telah ditetapkan oleh Pemerintah. Cara Pembenihan Ikan yang Baik adalah cara mengembangbiakan ikan dengan cara melakukan manajemen induk, pemijahan, penetasan telur, pemeliharaan larva/benih dalam lingkungan yang terkontrol, melalui penerapan teknologi yang memenuhi persyaratan *biosecurity*, mampu telusur (*traceability*) dan keamanan pangan (*food safety*).

Induk merupakan salah satu faktor yang penting diperhatikan dalam melakukan kegiatan pembenihan. Kualitas induk yang dipijahkan sangat mempengaruhi kualitas benih yang dihasilkan. Induk yang dirawat dengan baik dan memiliki kondisi yang prima dapat menghasilkan benih yang baik pula. Penganganan kualitas air dalam kegiatan pembenihan sangat perlu dilakukan agar keberhasilan pembenihan dapat mencapai tingkat kelangsungan hidup larva yang maksimum.

Pemijahan induk ikan lele umumnya dapat dilakukan secara alami, semi alami dan buatan. Pemijahan alami biasanya dilakukan pada jenis-jenis ikan tertentu saja yaitu ikan yang mudah dipijahkan sepanjang tahun seperti ikan mas, tawes, gurame, lele dan lain-lain. Pemijahan ikan semi buatan umumnya dilakukan terhadap ikan yang dipelihara dalam lingkungan yang cenderung tidak sesuai dengan faktor lingkungannya di alam. Sedangkan pemijahan buatan umumnya dilakukan terhadap ikan yang tidak dapat dipijahkan secara alami maupun semi alami.

### D. EVALUASI

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan singkat:

1. Dalam masa pemeliharaan calon induk, jelaskan secara singkat upaya apa saja yang harus dilakukan untuk menghasilkan induk yang matang gonad dan berkualitas baik?
2. Jelaskan persyaratan dan ciri-ciri induk jantan dan betina ikan lele yang baik dan siap untuk dipijahkan!
3. Uraikan secara singkat bagaimana teknik pemijahan ikan lele secara alami?
4. Uraikan secara singkat bagaimana teknik pemijahan ikan lele secara buatan?
5. Satu diantara faktor yang menentukan keberhasilan produksi benih adalah faktor pemberian pakan. Uraikan secara singkat hal-hal apa saja yang harus diperhatikan dalam pemberian pakan pada masa pemeliharaan benih ikan lele?

### E. DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. 2014. SNI 6484.1:2014, Ikan lele dumbo (*Clarias sp.*) Bagian 1 : Induk. BSN, Jakarta. 4 hlm

Badan Standarisasi Nasional. 2014. SNI 6484.2:2014, Ikan lele dumbo (*Clarias sp.*) Bagian 2 : Benih. BSN, Jakarta. 4 hlm

Badan Standarisasi Nasional. 2014. SNI 6484.3:2014, Ikan lele dumbo (*Clarias sp.*) Bagian 3 : Produksi Induk. BSN, Jakarta. 5 hlm

Badan Standarisasi Nasional. 2014. SNI 6484.4:2014, Ikan lele dumbo (*Clarias sp.*) Bagian 4 : Produksi benih. BSN, Jakarta. 6 hlm

- Badan Standarisasi Nasional. 2014. SNI 8035:2014, Cara Pembenihan Ikan Yang Baik. BSN, Jakarta. 12 hlm
- Murtidjo, B.A. 2001. Beberapa Metode Pembenihan Ikan Air Tawar. Kanisius, Yogyakarta. 107 hlm.
- Suyanto, S.R. 2007. Budi Daya Ikan Lele. Penebar Swadaya, Jakarta. 92 hlm.
- Zonneveld, N., E.A. Huisman dan J.H. Boon. 1991. Prinsip-prinsip budidaya ikan. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 336 hlm.

## BAB II

# REKAYASA SISTEM DAN TEKNOLOGI AKUAPONIK: PRODUKSI IKAN DAN SAYUR SECARA TERPADU PADA LAHAN TERBATAS

SUMOHARJO, S.Pi., M.Si.

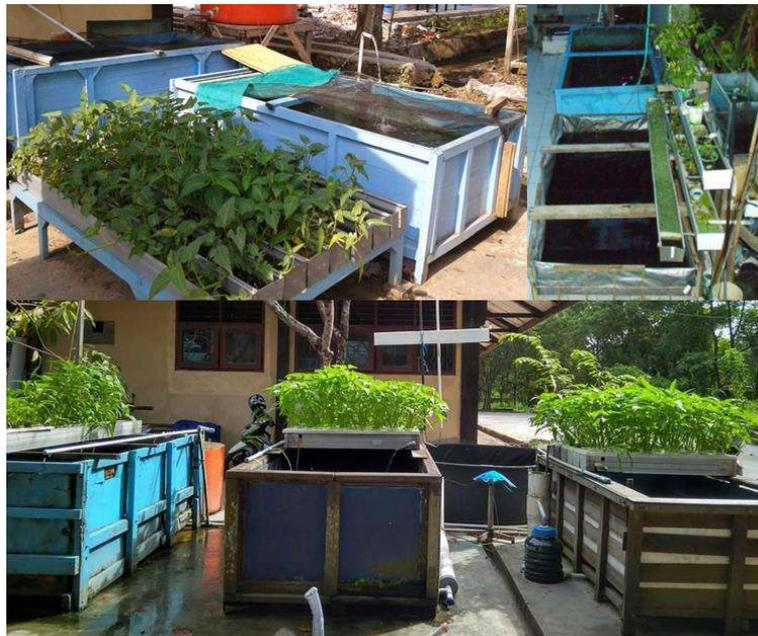
Laboratorium Sistek Akuakultur  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Universitas Mulawarman

### KOMPETENSI DASAR

1. Peserta pelatihan dapat memahami konsep dasar dari sistem akuaponik
2. Peserta pelatihan mampu mempraktekkan proses konstruksi struktur akuaponik dan menginstalasi seluruh komponen akuaponik dengan baik dan benar.
3. Peserta pelatihan mampu mengoperasikan sistem akuaponik sampai menghasilkan produk ikan dan sayuran.

### A. PENDAHULUAN

Akuaponik adalah perpaduan sistem budidaya antara hidroponik dengan akuakultur (budidaya ikan) sehingga menjadi suatu sistem produksi pangan terpadu (tanaman dan ikan). Akuaponik telah menjadi sebuah model produksi pangan berkelanjutan yang menekankan pada konsep aliran nutrisi. Sistem ini memadukan prinsip-prinsip ekologis berdasarkan pada level trofik organisme sehingga bersifat lebih alami dan sangat ramah lingkungan, menghasilkan produk organik karena bebas dari kontaminasi bahan kimia (seperti disinfektan, pestisida, dan antibiotik). Selain itu, akuaponik merupakan sistem akuakultur yang dikembangkan untuk lahan terbatas sehingga sangat penting untuk pengembangan akuakultur pekarangan, kawasan dengan lahan terbatas termasuk di daerah perkotaan (*urban area*).

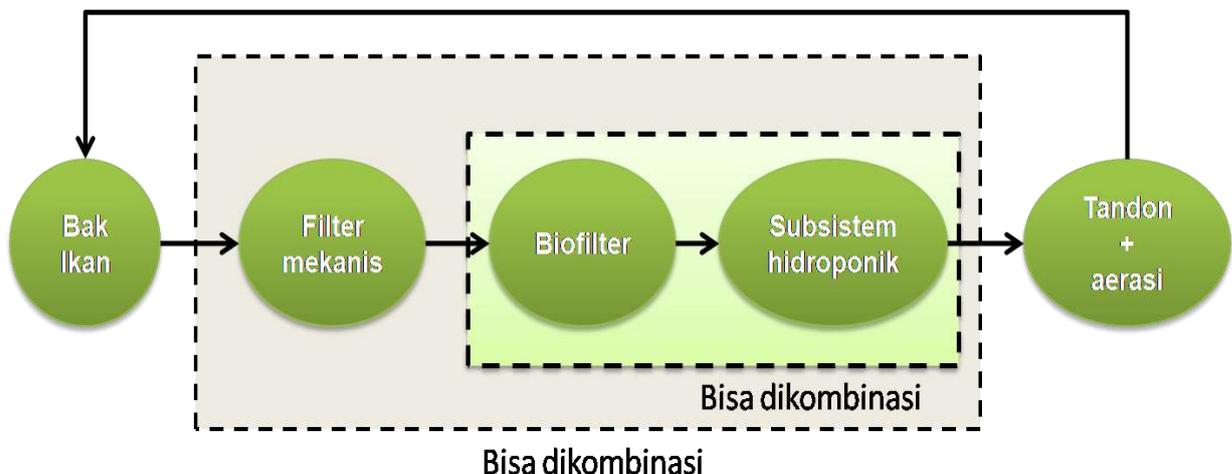


Gambar 1. AKUAPONIK: Budidaya ikan dan tanaman sayur dalam satu unit sistem resirkulasi, sehat, organik, dan ramah lingkungan

Sistem akuaponik mengikuti prinsip-prinsip berikut:

- \* Produk limbah dari satu sistem biologis berfungsi sebagai nutrisi untuk sistem biologis berikutnya (organisme pada tingkat trofik berbeda).
- \* Perpaduan ikan dan tanaman merupakan usaha polikultur yang menghasilkan produk ganda (ikan dan sayuran).
- \* Air dapat digunakan kembali karena telah melalui resirkulasi dan filtrasi biologis.
- \* Produksi pangan lokal ini akan menyediakan akses untuk pangan sehat dan meningkatkan ekonomi lokal.

Dalam akuaponik, efluen yang kaya nutrisi dari bak ikan digunakan sebagai pupuk untuk produksi tanaman hidroponik. Proses ini baik bagi ikan, karena akar tanaman menjadi substrat untuk tempat tumbuhnya *Rhizobacteria* yang akan merombak limbah nutrisi dari sistem akuakultur. Nutrisi ini dihasilkan dari kotoran ikan, alga, dan sisa pakan yang dapat terakumulasi hingga level toksik dalam bak ikan. Tetapi, sebaliknya dapat berfungsi sebagai pupuk cair untuk pertumbuhan tanaman dalam hidroponik. Maka, hidroponik berfungsi sebagai biofilter untuk menyerap limbah amonia, nitrat, dan fosfor, sehingga air media menjadi bersih dan kemudian dapat dialirkan kembali ke dalam bak ikan. Bakteri nitrifikasi yang hidup dalam media filter dan berasosiasi dengan akar tanaman memegang peran utama dalam siklus nutrisi, tanpa mikroorganisme ini keseluruhan sistem akan berhenti berfungsi.



Gambar 2. Konfigurasi komponen sistem akuaponik

Pembudidaya ikan dan petani menggunakan akuaponik karena beberapa alasan:

1. Petani melihat kotoran ikan sebagai sumber pupuk organik yang baik bagi pertumbuhan tanaman.
2. Pembudidaya ikan melihat hidroponik sebagai salah satu metode biofiltrasi untuk memfasilitasi akuakultur resirkulasi intensif.
3. Petani melihat akuaponik sebagai cara untuk memperkenalkan produk organik ke pasar karena hanya menggunakan pupuk dari kotoran ikan yang telah melalui proses biologis.
4. Menghasilkan dua produk sekaligus dari satu unit produksi.
5. Akuaponik dapat menghasilkan sayuran segar dan ikan sebagai sumber protein pada daerah-daerah kering dan ketersediaan lahan terbatas.
6. Akuaponik adalah model produksi pangan yang berkelanjutan dengan perpaduan tanaman dan ikan dan siklus nutrisi.

Selain untuk aplikasi komersial, akuaponik telah menjadi tempat pembelajaran yang populer bagi masyarakat maupun siswa-siswa kejuruan perikanan tentang biosistem terpadu.



1. Akuaponik dalam greenhouse



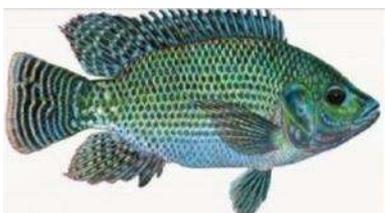
2. Akuaponik di luar ruangan

Gambar 3. Tampilan media hidroponik dari talang air dengan metode rakit (*rafting technique*)

Secara normal, tanaman hidroponik biasanya dipupuk secara periodik untuk menjaga kelembaban akar dan menyediakan suplai nutrient yang konstan. Nutrient hidroponik ini biasanya disediakan dari pupuk buatan komersial, seperti kalsium nitrat, yang memiliki kelarutan tinggi dalam air. Namun demikian, pada sistem akuaponik, *hidro-organic* dari pupuk cair organik berupa hidrosilat ikan bisa menjadi sumber alternatif dan cukup untuk pertumbuhan tanaman, sehingga umumnya tidak memerlukan tambahan pupuk buatan.

Menurut Rakocy (2006) kepadatan tanaman yang ditransplantasikan dalam sistem akuaponik adalah 29,3 batang/m<sup>2</sup> atau jika berdasarkan atas volume air maka rasionya adalah 1 batang : 3,8 liter air

Untuk jenis ikan, dapat menggunakan ikan nila, lele, dan Mas dengan kepadatan 50-100 ekor/m<sup>3</sup>, tergantung pada jumlah input aerator (suplai oksigen terlarut) yang tersedia.



ikan Nila



ikan Mas



Ikan Lele

Gambar 4. Jenis ikan yang bisa dipelihara dalam sistem akuaponik

## B. URAIAN MATERI

### 1. Konsep sistem akuaponik sebagai Kegiatan akuakultur yang produktif, organik, dan ramah lingkungan.

Sistem akuaponik merupakan suatu konsep ideal dari sebuah sistem akuakultur yang sehat dari sisi keamanan pangan (*food safety*) dan ketahanan pangan (*food security*). Dalam menjalankannya, sistem ini tidak menggunakan pestisida, antibiotik, pupuk buatan dan bahan kimia lainnya yang berbahaya bagi kesehatan. Selain itu, sistem akuaponik juga tidak melakukan pergantian air sehingga tidak ada pembuangan limbah yang dapat mengganggu ekosistem perairan sekitarnya.

Pada prinsipnya, akuaponik dijalankan pada sistem akuakultur resikulasi. di mana, air dari bak ikan dialirkan ke dalam suatu sistem filter untuk menyaring kotoran/limbah budidaya ikan, seperti; feses, sisa pakan, partikel, dan limbah terlarut lainnya. Di dalam wadah filter inilah, berbagai jenis tanaman sayur dapat ditanam secara hidroponik untuk menyerap unsur hara dari air budidaya ikan tersebut. Karena bersifat resirkulasi, maka air yang telah mengalami filtrasi (lebih bersih) terus mengalir dan kembali lagi ke dalam bak ikan.

Pola dari konfigurasi tersebut menyediakan hubungan simbiosis mutualisma (saling menguntungkan). ikan akan selalu mendapatkan pasokan air dengan kualitas yang baik untuk kehidupan dan pertumbuhannya sedangkan tanaman akan selalu mendapatkan sumber nutrisi (unsur hara) yang cukup untuk pertumbuhannya juga. Semua proses tersebut berlangsung dalam satu unit produksi pangan yang disebut **Akuaponik**.

### 2. Tujuan dari Penerapan Sistem Akuaponik

- a. Membuat sebuah sistem produksi ikan yang sebisa mungkin dapat merawat dirinya sendiri.
- b. Mengupayakan efisiensi produksi akuakultur dengan pengelolaan limbah secara mandiri (otonomi) melalui daur ulang nutrisi menjadi produk lain (tanaman) yang bernilai ekonomi.
- c. Membuat sebuah *demonstration plot* (demplot) tentang sistem produksi pertanian/perikanan yang terpadu (*integrated*), berkelanjutan (*sustainable*), dan ramah lingkungan (*environmental-friendly*)
- d. Menampilkan sebuah sistem usaha pertanian terpadu yang menarik secara visual dan produktif sehingga menarik investasi dan animo generasi muda untuk bekerja/berusaha di bidang pertanian/perikanan.

### 3. Manfaat dari Sistem Akuaponik

- a. Menghasilkan dua produk sekaligus dari satu unit produksi sehingga meningkatkan pendapatan petani.
- b. Memperkenalkan produk organik, karena hanya menggunakan pupuk dari kotoran ikan yang telah melalui proses biologis.
- c. Menghasilkan sayuran segar dan ikan sebagai sumber protein pada daerah-daerah kering dan ketersediaan lahan terbatas.
- d. Memberikan model produksi pangan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan melalui siklus nutrisi dalam satu unit sistem produksi.  
Selain untuk aplikasi komersial, akuaponik dapat menjadi demplot pembelajaran yang populer bagi masyarakat maupun siswa-siswa kejuruan perikanan/pertanian tentang biosistem terpadu

#### 4. Metode Konstruksi Sistem Akuaponik

Terdapat dua bagian utama ketika membangun sebuah akuaponik, yakni sub sistem akuakultur dan sub sistem hidroponik. Adapun komponen kedua sub sistem tersebut disajikan sebagai berikut :

- a. Sub Sistem Akuakultur, terdiri atas :
  - Jenis-jenis Ikan air tawar (nila, mas, lele, dll)
  - Bak/kolam, material konstruksi bisa dari beton, kayu, fiberglass, plastik
  - Pompa air, artinya bahwa lokasi di mana unit tersebut ditempatkan, harus sudah memiliki jaringan listrik (paling tidak ada sumber listrik alternatif seperti Solar Cell)
  - Sistem perpipaan (pipa pvc ½ inch, T-connector, L-bow) untuk mengalirkan air.
- b. Sub Sistem Hidroponik
  - Wadah filter, menggunakan talang plastik sebagai alternatif untuk teknik rakit (*rafting Technique*), menggunakan stereofom sebagai pelampung sekaligus media tanam. Untuk teknik film nutrisi (*Nutrient Film Technique*) dapat menggunakan pipa 3 inch yang diberi lubang seukuran pot (bisa dibuat dari gelas plastik bekas, dll), untuk media tanam dapat menggunakan rockwool, sabut kelapa, dan arang. Akar tanaman dapat dibuat tidak langsung menyentuh air, tapi melalui sistem kapiler dengan memasang tali katun/sumbu kompor di dalam pot media tanam.
  - Tanaman, lebih disarankan untuk menggunakan jenis-jenis tanaman sayur berdaun (*vegetable-leaf*), seperti; kangkung, sawi, kemangi, dan seledri. Hal ini untuk menyesuaikan keseimbangan nutrisi (jumlah produksi nutrisi dari bak ikan = jumlah kebutuhan tanaman).
- c. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan, antara lain
  - Luas lahan tersedia
  - Persediaan air
  - Cahaya matahari
  - Material konstruksi yang tersedia secara lokal
  - Skala/ukuran unit akuaponik yang mau dibangun

Tabel 1. Spesifikasi keseimbangan sistem akuaponik menurut FAO (2015)

Sayur Daun (Leafy green plants)	Sayuran Buah (Fruiting Vegetables)
40 - 50 g pakan/m <sup>2</sup>	50 – 80 g g pakan/m <sup>2</sup>
20 - 25 g g pakan/m <sup>2</sup>	4 tanaman/m <sup>2</sup>
Pemberian Pakan ( <i>Feeding Rate, FR</i> )	
2 - 3 %/Biomassa/hari	
Tingkat Kepadatan ( <i>Fish stocking density</i> )	
10 -20 kg ikan/m <sup>3</sup> air	

Tabel 2. Petunjuk desain operasional untuk akuaponik skala kecil

Volume air (liter)	Biomassa Maksimal (kg)	Pakan (g/hari)	Volume Filter (liter)	Luas Wadah Hidroponik (m <sup>2</sup> )	Volume media biofilter (liter)	
					Batu Apung	Biobal
200	5	50	20	1	50	25
500	10	100	20-50	2	100	50
1000	20	200	100-200	4	200	100
1500	30	300	200-300	6	300	150
2000	30	400	300-400	8	400	200
3000	40	600	400-500	12	600	300

### C. RANGKUMAN

Pelatihan tentang sistem akuaponik ini akan memberikan pengetahuan baru tentang konsep akuakultur yang berkelanjutan serta menjanjikan ketahanan pangan keluarga (*subsistence*) maupun komersial.

Para penyuluh dan masyarakat yang mendapat pelatihan ini nantinya dapat berkontribusi untuk menyebarkan sistem dan teknologi akuaponik ini ke tengah-tengah masyarakat umum. Mulai dari teknis pembuatannya, instalasi instrumen pompa, perpipaan, aerasi, dan sistem biofilterasinya, bahkan manajemen pengoperasiannya hingga panen.

Ada banyak ide dan teknik yang berbeda. Pelatih bisa merangsang suatu diskusi dengan menanyakan peserta apa yang mereka tahu tentang lokasi dan konstruksi akuakultur.

Tulishlah pada papan, pokok-pokok yang dihasilkan oleh peserta. Buatlah tulisan yang besar agar dapat dibaca oleh setiap peserta, dan mintalah mereka untuk memberikan komentar dan masukan.

### D. LATIHAN

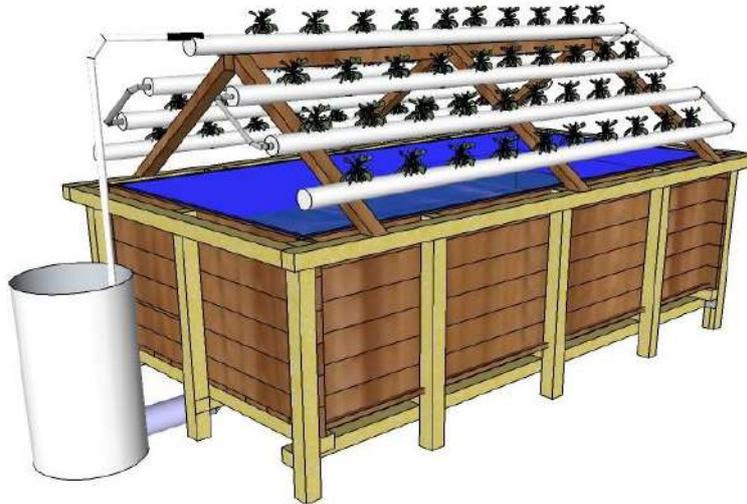
#### Langkah 1-Persiapan

1. Tentukan lokasi yang memungkinkan untuk membuat akuaponik, perhatikan sumber air, listrik, akses lokasi, dan keamanan
2. Tentukan orang yang terlibat dalam pengembangan, pengelolaan atau pemilik dari tempat tersebut. Orang ini bisa saja:
  - Pemilik lahan
  - Pekerja
  - Tokoh masyarakat
  - Tokoh pemuda
  - Anggota lembaga masyarakat
3. Bicarakan dengan orang-orang ini tentang harapanmu untuk membangun demplot akuaponik. Mintalah mereka untuk berbagi pengetahuan, dan berpartisipasi dalam pelatihan ini dengan meluangkan waktu untuk menjelaskan tentang sistem akuakultur dan menjawab pertanyaan peserta
4. Buatlah janji hari dan waktu kunjungan, idealnya setelah presentasi dan latihan langsung yang berkaitan dengan topik ini
5. Aturlah kendaraan untuk transportasi, air minum, makanan ringan/makanan untuk peserta apabila lama kunjungan lebih dari 2 jam
6. Siapkan papan klip, kertas dan bolpen untuk peserta agar mereka dapat mencatat,

7. Membuat sketsa, peta dll selama kunjungan lapangan

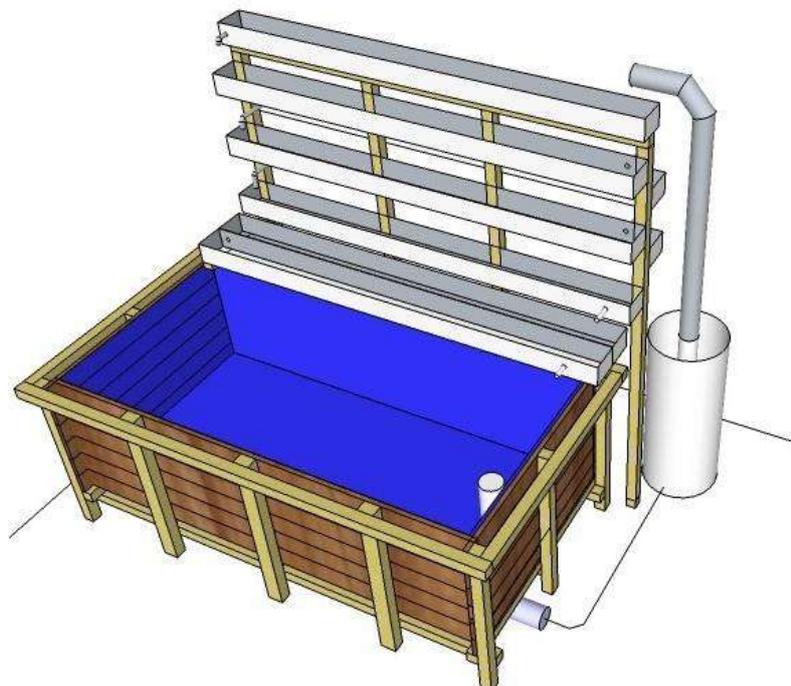
## Langkah 2- Membuat Rencana Desain Akuaponik

1. Tetapkan secara detail gambar, sketsa, atau desain sistem akuaponik yang akan dibangun. Diskusikan secara terbuka dengan tim teknis lainnya, dan lakukan pembagian tugas untuk mengadakan setiap material yang dibutuhkan. Beberapa desain yang bisa dijadikan referensi sebagai berikut :



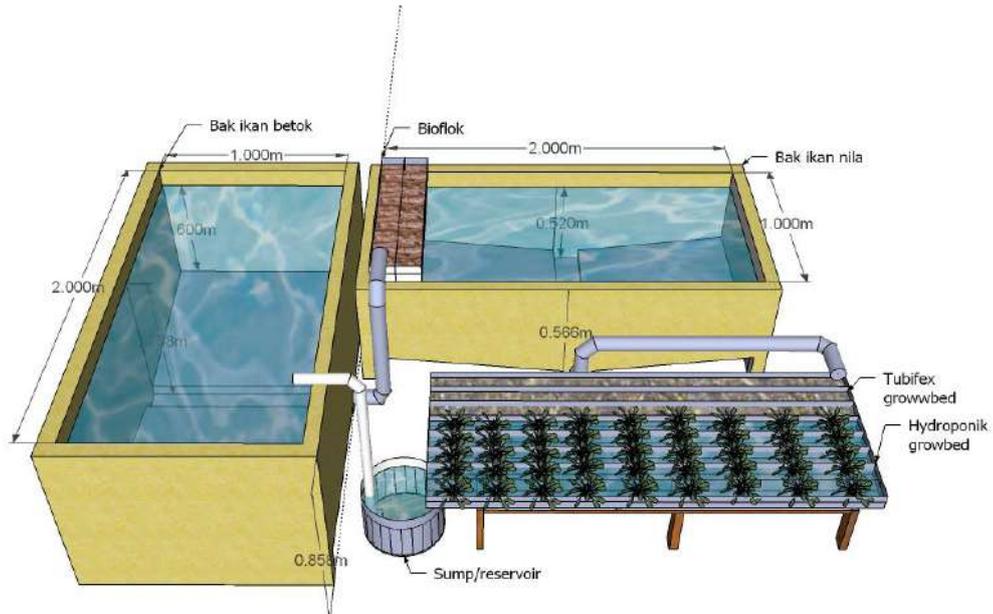
Gambar 1. Akuaponik model Piramida (Sumoharjo, 2017)

Catatan : rangka kayu ulin, bagian dalam dilapis terpal, pipa 3 inch, pompa celup 18 watt



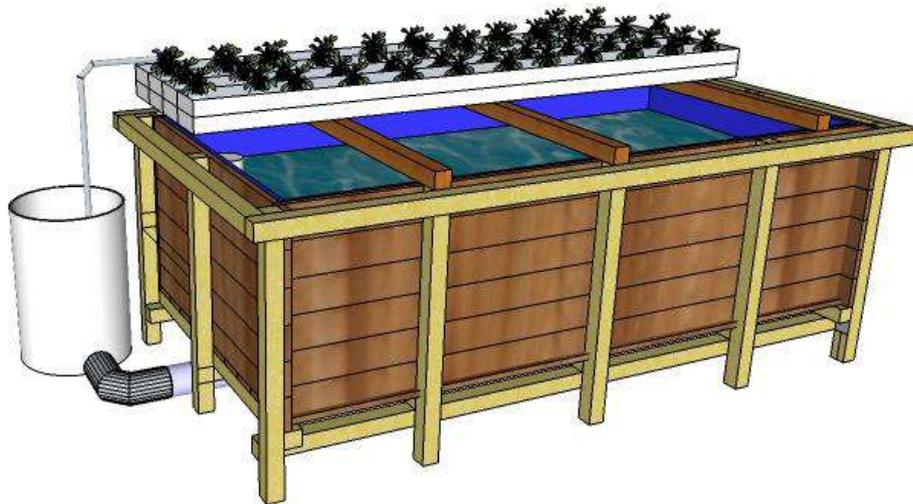
Gambar 2. Akuaponik model Teras vertikal (Sumoharjo, 2016)

Catatan : rangka kayu ulin, bagian dalam dilapis terpal, pipa 3/4 inch, talang air 2 meter, pompa celup 18 watt



Gambar 3. Sistem akuaponik model top-down multitrofik (Sumoharjo, 2012)

Catatan : Rangka kayu, bagian dalam dilapis fiberglass, pipa 3/4 inch, talang air disusun seri, aliran air zigzag



Gambar 4. Sistem akuaponik model Ontop(Sumoharjo, 2012)

Catatan : Rangka kayu, bagian dalam dilapis fiberglass/terpal plastik, pipa 3/4 inch, talang air hidroponik disusun seri, aliran air zigzag horisontal

2. Pada waktu yang telah ditentukan, lakukan persiapan dan menjelaskan tentang rencana dan teknik yang digunakan.
3. Ajaklah peserta untuk mencatat, membuat sketsa, peta dll, dan untuk bertanya sebanyak mungkin. Rangsanglah mereka untuk menganalisa secara kritis mengenai lokasi tersebut (setiap lokasi dan proyek dapat dikembangkan)
4. Setelah (atau selama) perencanaan, pelatih bisa mengadakan diskusi, dimana peserta dapat berbagi tentang apa yang mereka telah pelajari, dan pelatih bisa menjawab setiap pertanyaan dan menambahkan ide jika diperlukan.

### Langkah 3-Membuat dan Menyelesaikan Komponen Akuaponik

Peserta dapat membagi diri menjadi kelompok yang masing-masing menyelesaikan satu bagian dari sistem akuaponik, sebagai berikut:

- Kelompok 1 : Membuat bak dari rangka kayu dan menyiapkan terpal pelapis bagian dalam bak
- Kelompok 2 : Membuat rangkaian wadah hidroponik dan sistem resirkulasinya
- Kelompok 3 : Mempersiapkan ikan dan tanaman, pakan ikan, media tanam, pot dari gelas/botol plastik bekas

### Langkah 4-Pengoperasian Sistem Akuaponik

---

Panduan jumlah ikan	: 50 ekor-100 ekor/m <sup>3</sup>
Panduan jumlah tanaman	: 1 batang/3,8 liter air
Panduan Pemberian pakan ikan	: sekenyangnya (ikan berhenti makan), frekuensi 3 x sehari
Panduan perawatan	:
1.	Segera buang dan ganti ikan/tanaman yang mati
2.	Bersihkan secara berkala pipa air dan pompa agar tidak tersumbat kotoran.
3.	Buang kotoran yang menumpuk di wadah hidroponik 2 kali seminggu.

## E. DAFTAR PUSTAKA

- Avnimelech Y. 2006. Bio-filters : the need for an new comprehensive approach. *J. Aquacultural Engineering* 34 : 172-178.
- Brune DE, Schwartz G, Eversole AG, Collier JA, Schwedler TEI. 2003. Intensification of pond aquaculture and high rate photosynthetic system. *J. Aquacultural Engineering* 28 : 65-86.
- Chen S, Ling J, Blancheton JP. 2006. Nitrification kinetics of biofilm as affected by water quality factors. [\*J. Aquacultural Engineering\* 34 : 179-197.](#)
- Colt J.1991. Aquaculture production system. *J. of Animal Science*. 69:4183-4192.
- Costa-Pierce BA, editor. 2002. The History of Aquaculture in Traditional Society. Oxford. Blackwell Science.
- Diver S. 2005. *Aquaponics-Integration of Hydroponics with Aquaculture* USA : NCAT.
- FAO. 2014. Small-scale aquaponic food production - Integrated fish and plant farming. Food And Agriculture Organisation of The United Nations.

- FAO. 2015. Management of aquaponic systems. Fisheries and Aquaculture Department. Food And Agriculture Organisation of The United Nations.
- Graber A dan Junge R. 2009. Aquaponic system : Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. *Desalination* 246 : 157-156.
- Hutchinson *et al.* 2004. *Recirculating aquaculture system : Minimum standard for design, construction, and management*. Inland Aquaculture Association of South Australia Inc.
- Losordo TM, Masser MP, Rakocy J. 1998 *Recirculating Aquaculture Tank Production Systems : An Overview of Critical Considerations*. Revised. SRAC Publication No. 451. USA.
- Lorena S, Cristea V, Oprea L. 2008. Nutrient Dynamic in An Aquaponic Recirculating System For Sturgeon And Lettuce (*Brassica juncea*) Production. *J. Zootehnie Biotehnologii* 41 (2).
- Rakocy JE, Losordo TM, Masser MP. 1992. Recirculating aquaculture tank production systems : integrating fish and plant culture. *SRAC Publication No. 454*. Virginia. USA.
- Rakocy JE, Masser MP, Losordo TM. 2006. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics-Integrating Fish and Plant Culture. Revision. *SRAC Publication No. 454*. Virginia. US.
- Schneider O, Sereti V, Eding EH, Verreth JAJ. 2005. Analysis of Nutrient Flows In Integrated Intensive Aquaculture Systems. *J. Aquacultural Engineering* 32 : 379-401
- Zonnenveld A, Huisman, EA, Boon, JH. 1991. *Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.

## F. GLOSARIUM

- Bakteri nitrifikasi* : Bakteri yang berperan dalam proses perombakan amonia menjadi nitrit (*nitrosomonas sp*) kemudian menjadi nitrat (*nitrobakter sp*)
- Biofilter atau filter biologis* : Makhluk hidup berupa hewan, tumbuhan, dan bakteri yang berfungsi untuk membersihkan air dari limbah
- Effluen* : Limbah cair yang berasal dari sisa metabolisme ikan maupun remah-remah pakan yang keluar dari bak ikan
- Desain akuaponik* : Rancangan bentuk dari tampilan keseluruhan sistem akuaponik yang akan dibuat
- Nutrien* : Unsur hara makro seperti nitrogen dan fosfor
- Hidrosilat* : Sama dengan effluen namun lebih spesifik pada unsur hara/pupuk cair yang berasal dari sisa metabolisme ikan seperti amonia, urea, dan feses yang bercampur air pemeliharaan ikan.

- Level trofik* : *Tingkatan rantai makanan makhluk hidup mulai dari karnivora, omnivora, herbivora, detritivora, heterotrofik, dan autotrofik*
- Metode rakit (rafting technique)* : *Salah satu metode penanaman tanaman sayur hidroponik, dimana pot-pot tanaman dimasukkan ke dalam lubang styrofoam lalu diapungkan ke dalam wadah hidroponik. Kedalam air biasanya > 10 cm*
- Sketsa* : *Suatu gambar atau lukisan yang masih kasar untuk mengawali sebuah penggarapan alat, arsitektur, dan lainnya.*
- Subsistence* : *Hasil produksi yang digunakan hanya untuk kebutuhan sendiri bukan untuk dijual atau komersial*
- Teknik Film Nutrien (Nutrient Film Technique)* : *Salah satu metode penanaman tanaman sayur hidroponik, dimana pot-pot tanaman dimasukkan ke dalam lubang styrofoam, tetapi tidak diapungkan. Air hanya mengalir tipis (5-10 mm) melewati akar-akar tanaman dalam wadah hidroponik.*

# **BAB III**

## **JENIS PAKAN ALAMI POTENSIAL UNTUK LARVA IKAN**

**Dr. ADI SUSANTO, S.Pi., M.Si.**

**Dr. ANDI NIKLANI, S.Pi.,M.P.**

*Laboratorium Nutrisi Ikan*

*Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Universitas Mulawarman*

### **KOMPETENSI DASAR**

- a. Menganalisis siklus hidup dan perkembangan-biakan pakan alami (phytoplankton, zooplankton, bentos)
- b. Menerapkan metode pembibitan pakan alami (phytoplankton,zooplankton, bentos )
- c. Menerapkan budidaya pakan alami (phytoplankton,zooplankton, bentos)

### **A. PENDAHULUAN**

#### **1. Pengertian Pakan Alami**

Secara bahasa pakan alami itu adalah makanan yang dikonsumsi oleh organisme budidaya yang asalnya dari alam tanpa adanya proses pengolahan lebih lanjut oleh manusia. Pakan alami biasanya merupakan salah satu jenis pakan ikan hias dan ikan konsumsi air tawar, payau dan laut, khususnya pada stadia larva atau masih dalam ukuran benih. Pakan alami adalah pakan yang disediakan secara alami dari alam dan ketersediaannya dapat dibudidayakan oleh manusia, sedangkan pakan buatan adalah pakan yang hanya dibuat oleh manusia dengan menggunakan beberapa bahan baku dan formulasi pakannya disesuaikan dengan kebutuhan ikan.

Pakan alami dapat diperoleh dengan mengambil dari alam atau melakukan usaha budidaya. Usaha budidaya pakan alami ini dapat dibagi atas dua kelompok besar yaitu : penyediaan pakan alami yang selektif dan penyediaan pakan alami secara nonselektif seperti pemupukan di lahan perairan. Agar dapat membudidayakan pakan alami maka harus dikuasai teknik budidayanya yang didasarkan pada pengetahuan aspek biologi dan kimianya yang mencakup: morfologi, tahapan stadia perkembangbiakkannya, daur hidup dan habitat, kecepatan dan tingkat pertumbuhan, kebiasaan dan cara makan atau unsur hara yang dibutuhkan untuk hidup dan pertumbuhan serta nilai gizi pakan alami.

#### **2. Manfaat Pakan Alami**

Manfaat pakan alami sangat baik untuk larva/benih ikan atau udang karena pakan alami sangat mudah dicerna didalam tubuh larva/benih ikan atau udang. Manfaat utama penggunaan pakan alami dalam usaha budidaya ikan atau udang antara lain adalah:

- a. Kandungan nutrisi yang tinggi dan sesuai bagi larva ikan serta dapat ditingkatkan kandungan gizinya melalui pengayaan (enrichment).
- b. Toleransi hidup terhadap lingkungan yang tinggi.
- c. Laju reproduksi tinggi (misalnya: 0,7 – 1,4 kali/rotifera/hari).
- d. Mudah diproduksi secara massal dengan melakukan budidaya intensif.

- e. Ukuran tubuh pakan alami umumnya kecil sehingga sesuai dengan ukuran bukaan mulut larva ikan.
- f. Memiliki gerakan yang lambat sehingga menarik perhatian dan memudahkan larva untuk menangkapnya.
- g. Mempunyai kemampuan autolisis artinya pakan alami ini mengandung enzim-enzim pencernaan yang memudahkan larva dalam mencerna makanannya.
- h. Tingkat pencemaran terhadap kualitas air dalam wadah budidaya rendah.

## B. URAIAN MATERI

### 1. Jenis Pakan Alami Potensial untuk Larva

Jenis pakan alami yang potensial untuk dibudidayakan dan sesuai dengan kebutuhan larva ikan air tawar/payau/laut dikelompokkan dalam tiga jenis yaitu phytoplankton, zooplankton dan benthos. Adapun jenis pakan alami yang sudah dibudidayakan secara massal disajikan pada Tabel 1. Phytoplankton adalah organisme air yang melayang-layang mengikuti pergerakan air dan berupa jasad nabati. Dalam siklus hidupnya phytoplankton melakukan proses fotosintesa dan berukuran kecil yaitu terdiri dari satu sel atau beberapa sel. Bentuk phytoplankton antara lain : oval, bulat dan seperti benang.

Tabel 1. Jenis pakan alami yang sudah dibudidayakan secara massal untuk pakan larva.

No.	Jenis	Kelas	Spesies	Ukuran (µm)
1.	Mikroalga	Chrysophyta	<i>Skeletonema costatum</i>	15-25
2.	Mikroalga	Chrysophyta	<i>Chaetoceros muelleri</i>	6-9
3.	Mikroalga	Chlorophyta	<i>Tetraselmis chuii</i>	8-16
4.	Mikroalga	Chlorophyta	<i>Nannochloropsis oculata</i>	2-5
5.	Mikroalga	Haptophyta	<i>Isochrysis galbana</i>	3-7
6.	Mikroalga	Chlorophyta	<i>Chlorella sp</i>	2-8
7.	Mikroalga	Cyanophyta	<i>Spirulina sp</i>	5-70
8.	Mikroalga	Chlorophyta	<i>Scenedesmus sp.</i>	3-9
9.	Zooplankton	Rotifera/Rotatoria	<i>Brachionus sp</i>	94-163
10.	Zooplankton	Rotifera/Rotatoria	<i>Brachionys rotundiformis</i>	150-205
11.	Zooplankton	Rotifera/Rotatoria	<i>Brachionus plicatilis</i>	162-243
12.	Zooplankton	Arthropoda	<i>Artemia salina</i>	400-10000
13.	Zooplankton	Copepoda	<i>Tigriopus japonicus</i>	100-900
14.	Zooplankton	Cladocera	<i>Moina sp</i>	150-1500
15.	Zooplankton	Cladocera	<i>Daphnia sp</i>	400-1150

Phytoplankton yang hidup di dalam perairan ini akan memberikan warna yang khas pada perairan tersebut seperti berwarna hijau, biru atau coklat. Hal ini dikarenakan didalam tubuh phytoplankton terdapat zat warna atau pigmen. Zat warna atau pigmen ini dapat diklasifikasikan yaitu :

- a. Warna biru (Fikosianin)
- b. Warna hijau (Klorofil)
- c. Warna pirang (Fikosantin)
- d. Warna merah (Fikoeritrin)
- e. Warna kuning (Xantofil)
- f. Warna keemasan (Karoten)

Pakan alami dalam kelompok phytoplankton juga disebut dengan mikro alga yaitu kelompok alga yang berukuran kecil. Sachlan (1972) menggolongkan alga dalam tujuh golongan berdasarkan pigmen yang dikandungnya dan habitatnya, yaitu :

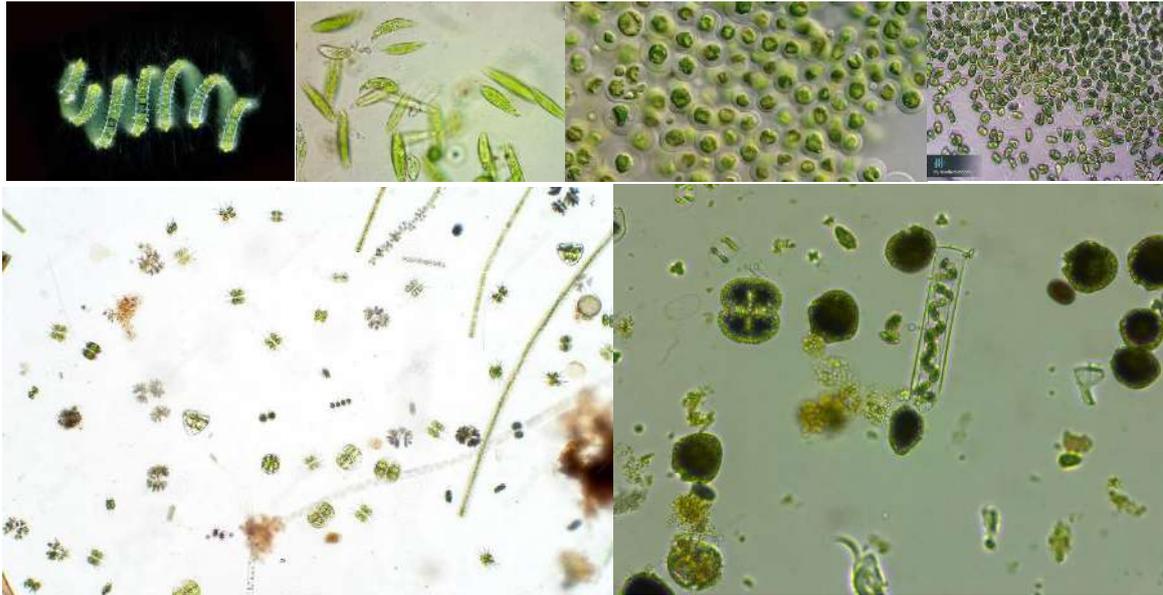
- a. Cyanophyta : alga biru yang hidup di air tawar dan laut.
- b. Chlorophyta : alga hijau banyak hidup di air tawar
- c. Chrysophyta : alga kuning yang hidup di air tawar dan laut
- d. Phyrrophyta : alga yang hidup sebagai plankton di air tawar dan di laut
- e. Eugulenophyta : hidup di air tawar dan di air payau, mengandung pigmen warna hijau, merah dan kuning atau perpaduan ketiga warna tersebut.
- f. Phaeophyta : alga coklat yang hidup sebagai rumput laut
- g. Rhodophyta : alga merah yang hidup sebagai rumput laut.

Phytoplankton biasanya hanya dapat dijumpai pada lapisan permukaan saja karena untuk hidup dan berkembangbiak membutuhkan cahaya sinar matahari yang cukup untuk melakukan fotosintesis. Pada umumnya lebih banyak dijumpai pada tempat yang terletak di daerah continental shelf dan di sepanjang pantai dimana terdapat proses upwelling. Daerah tersebut biasanya merupakan suatu daerah yang cukup kaya akan bahan-bahan organik. Phytoplankton disebut juga plankton nabati, adalah tumbuhan yang hidupnya mengapung atau melayang di perairan tawar, payau dan laut. Ukurannya sangat kecil sehingga tidak dapat dilihat oleh mata telanjang. Umumnya Phytoplankton berukuran 2 – 200  $\mu\text{m}$  (1  $\mu\text{m}$  = 0,001mm). Phytoplankton umumnya berupa individu bersel tunggal, tetapi juga ada yang berbentuk rantai dan ukurannya sangat kecil.

Phytoplankton mampu berkembang dengan pesat dan padat sehingga dapat menyebabkan perubahan warna pada air laut. Pada perairan, phytoplankton mempunyai fungsi penting karena bersifat autotrofik, yaitu organisme yang dapat menghasilkan sendiri bahan organik untuk makanannya. Selain itu, phytoplankton juga mampu melakukan proses fotosintesis untuk menghasilkan bahan organik karena mengandung klorofil. Oleh sebab itu phytoplankton disebut sebagai produser primer. Bahan organik yang diproduksi phytoplankton menjadi sumber energi untuk menjalani segala fungsinya. Selain itu, energi yang terkandung di dalam phytoplankton dialirkan melalui rantai makanan ke organisme yang lebih tinggi kedudukannya.

Berdasarkan pigmen warna yang dimiliki oleh alga ini, maka alga dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelas diantaranya adalah:

- a. Alga Hijau (Kelas Chlorophyceae)
- b. Alga Coklat (Kelas Bacillariophyceae/kelas Phaeophyceae)
- c. Alga Keemasan (Kelas Chrysophyceae)
- d. Alga Merah (Kelas Rhodophyceae)
- e. Alga Hijau Kebiruan (Kelas Cyanophyceae)



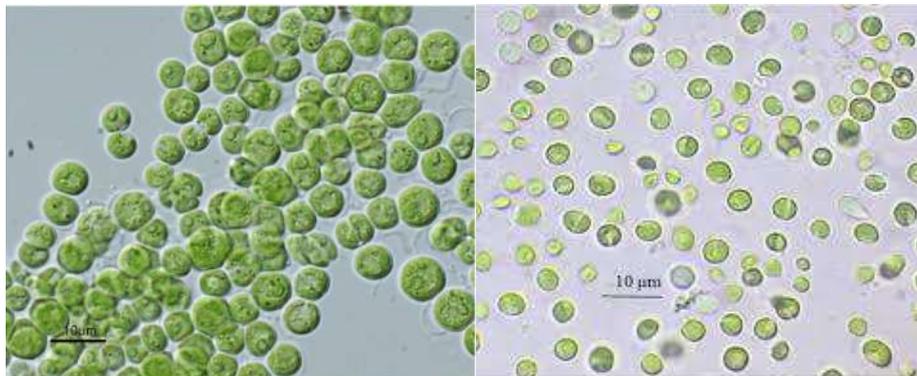
Gambar 1. Jenis Phytoplankton Potensial sebagai pakan alami

## 2. Jenis Pakan Alami dari Phytoplankton

Jenis pakan alami yang berasal dari phytoplankton dan berpotensi untuk dibudidayakan adalah dari kelas Chloropyta, Cyanophyta dan Chrysophyta. Jenis phytoplankton yang sudah umum di kultur atau dibudidayakan berdasarkan aspek biologi antara lain adalah :

### a. *Chlorella* sp. :

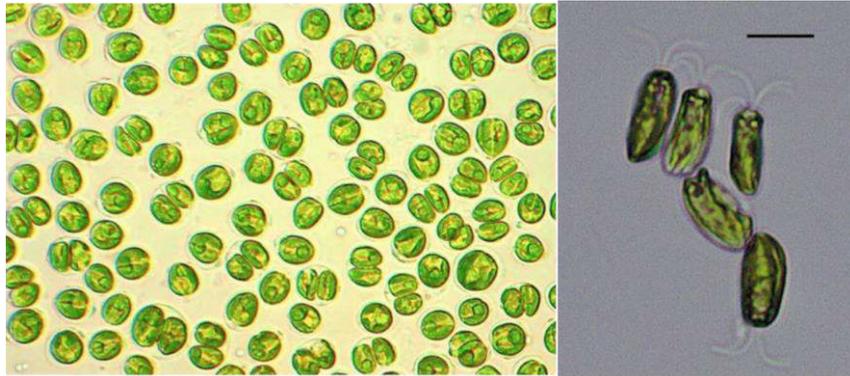
- 1) Alga sel tunggal
- 2) Bentuknya bulat atau bulat telur
- 3) Mempunyai kloroplas seperti cawan, dindingnya keras, padat dan garis tengahnya 5 mikron meter.
- 4) Perkembangbiakan terjadi secara aseksual, yaitu dengan pembelahan sel atau pemisahan autospora dari sel induknya.
- 5) Habitatnya adalah tempat-tempat yang basah dan medianya mengandung cukup unsur hara seperti N, P, K dan unsur hara mikro lainnya (karbon, nitrogen, fosfor, sulfur dan lain-lain). Jenis *Chlorella* sp disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Chlorella* sp (Osorio *et al.*,2018 dan Ramaraj *et al.*, 2016)

### b. *Tetraselmis* sp.

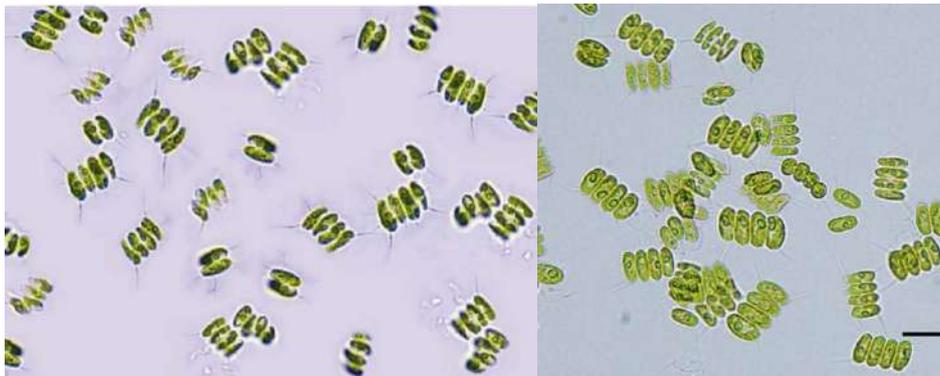
- 1) Alga sel tunggal yang bergerak aktif.
- 2) Mempunyai empat buah flagella dan berukuran 7 – 12 mikron meter.
- 3) Mempunyai kloroplas.
- 4) Perkembangbiakan secara asexual yaitu pembelahan sel dan seksual yaitu dengan bersatunya kloroplas dari gamet jantan dan betina.
- 5) Hidup di perairan pantai atau laut dengan kisaran salinitas 27 – 37 permil. Jenis *Tetraselmis* sp dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Tetraselmis* sp (Henry, 2018 dan Borowitzka, 2018)

### c. *Scenedesmus* sp.

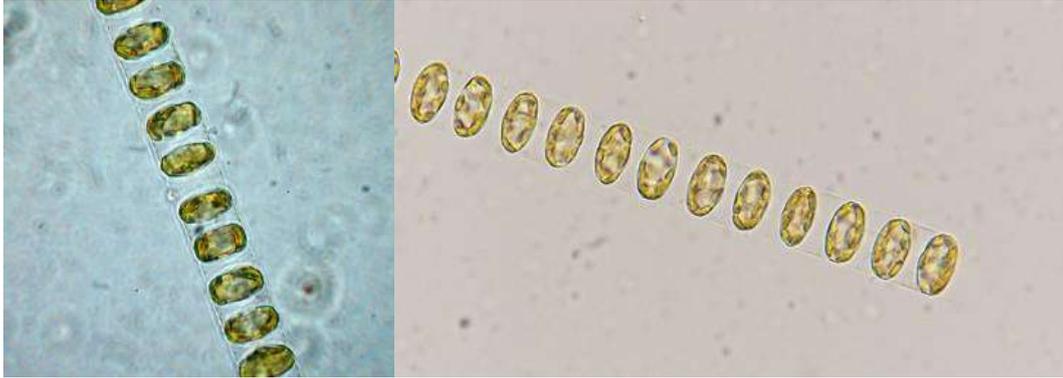
- 1) Jenis alga yang berkoloni.
- 2) Mempunyai kloroplas pada selnya.
- 3) Perkembangbiakkannya dengan pembentukan koloni, dari setiap sel induk dapat membentuk sebuah koloni awal yang membebaskan diri melalui suatu pecahan pada dinding sel induk. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Scenedesmus* sp (Dogdu, 2019; Pham and Bui, 2020)

### d. *Skeletonema costatum*

- 1) Bersel tunggal, berukuran 4 – 6 mikron meter.
- 2) Mempunyai bentuk seperti kotak dengan sitoplasma yang memenuhi sel dan tidak memiliki alat gerak.
- 3) Perkembangbiakan melalui pembelahan sel. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Skeletonema* sp (Photo by blogs.gov.scot, 2012 dan Shutterstock.com)

#### e. *Spirulina* sp.

- 1) Alga hijau biru yang berbentuk spiral dan memiliki dinding sel tipis yang mengandung murein.
- 2) Mempunyai dua macam ukuran yaitu jenis kecil berukuran 1 – 3 mikron meter dan jenis besar berukuran 3 – 12 mikron meter.
- 3) Perkembangbiakan terjadi secara aseksual atau pembelahan sel yaitu dengan memutus menjadi satuan-satuan sel yang baru. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Spirulina* sp (photo oleh eshopg.tk, 2022)

### 3. Jenis Pakan Alami dari Zooplankton

Zooplankton yaitu organisma air yang melayang-layang mengikuti pergerakan air dan berupa jasad hewani juga mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai pakan alami. Beberapa jenis zooplankton yang telah umum digunakan sebagai pakan larva atau benih ikan/udang/ikan hias dan sudah dapat dibudidayakan adalah sebagai berikut :

#### a. Rotifera (*Brachionus* sp).

Umumnya rotifera ini merupakan kelompok protozoa dari kelas ciliata yang mempunyai ciri corona, dan salah satu dari golongan rotifera ini adalah *Brachionus* sp. Ciri-cirinya antara lain adalah :

- 1) Berwarna putih.
- 2) Tubuhnya berbentuk seperti piala dan mempunyai panjang 60 – 80 mikron meter.
- 3) Terlihat koronanya dan terdapat bulu getar yang bergerak aktif.

- 4) Perkembangbiakannya dilakukan dengan dua cara yaitu secara parthenogenesis dan seksual. Bentuk sel tubuh *Brachionus* sp disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. *Brachionus* sp (photo oleh bernaqua.com dan alamikan.com)

**b. Brachiopoda (*Artemia salina*)**

Zooplankton ini berasal dari kelas arthropoda dengan ciri-cirinya antara lain adalah :

- 1) Telurnya berwarna coklat dengan diameter 200 – 300 mikron meter, sedangkan pada saat dewasa berwarna kuning cerah,
- 2) Perkembangbiakan dengan dua cara yaitu parthenogenesis dan biseksual
- 3) Nauplius tubuhnya terdiri dari tiga pasang anggota badan yaitu antenula, antenna I dan antenna II,
- 4) *Artemia* dewasa berukuran 1 - 2 cm dengan sepasang mata majemuk dan 11 pasang thoracopoda. Bentuk *artemia salina* dapat dilihat pada Gambar 8.

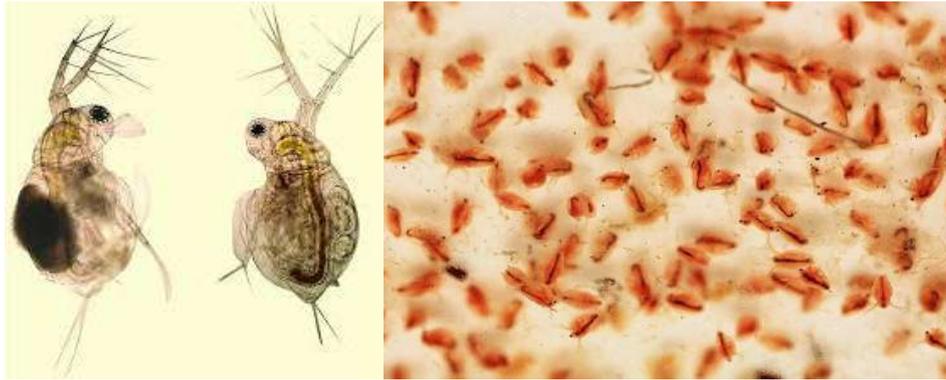


Gambar 8. *Artemia salina* (Photo oleh supriatna, 2018 dan Warren, 2019)

**c. Cladocera (*Moina* sp. dan *Daphnia* sp).**

Cladocera adalah kelompok hewan renik yang tubuhnya juga berbuku-buku dengan ciri-cirinya antara lain adalah :

- 1) Berwarna merah karena mengandung haemoglobin
- 2) Bergerak aktif
- 3) Bentuk tubuh membulat untuk *moina* dan lonjong untuk *daphnia*
- 4) Perkembangbiakannya secara sexual dan parthenogenesis



Gambar 9. Moina sp

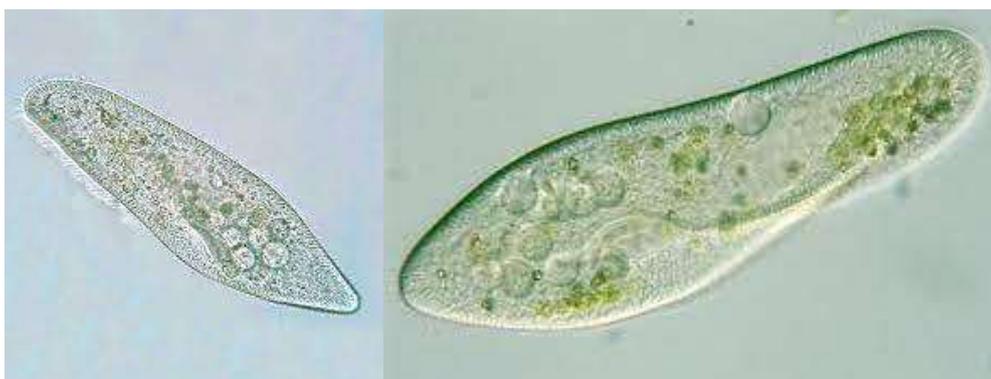


Gambar 10. Daphnia sp

**d. Infosaria (Paramecium sp).**

Infosaria adalah kelompok protozoa yang mempunyai cilia disekeliling tubuhnya. Kelompok ini dicirikan dengan :

- 1) Bersel tunggal
- 2) Berwarna putih



Gambar 11. Paramecium sp

**4. Jenis Pakan Alami dari Benthos**

Jenis pakan alami yang juga sering dibudidayakan dan diberikan kepada ikan, larva dan benih ikan/udang/ikan hias adalah benthos. Benthos adalah organisme air yang hidupnya di dasar perairan. Benthos yang biasa dimanfaatkan dan dapat

dibudidayakan sebagai makanan ikan antara lain adalah cacing rambut atau Tubifex dan larva *Chironomus* sp.

Ciri-ciri benthos secara umum antara lain adalah :

- 1) Berwarna merah darah karena banyak mengandung haemoglobin.
- 2) Berbentuk seperti benang yang bersegmen-segmen.



Gambar 11. Cacing rambut (*Tubifex* sp)



Gambar 12. Larva *Chironomus* sp

Larva *Chironomus* sp berasal dari lalat *Chironomus* (Gambar 13). Larva berwarna merah ini terdiri dari kepala dan tigabelas segmen dengan panjang tubuh antara 10-15 mm. Pada segmen ke 12 terdapat rambut yang panjang dan kasar sedangkan pada segmen terakhir terdapat percabangan dua. Seperti pada umumnya benthos yang hidupnya berada di dasar perairan yang mengandung bahan organik tinggi, larva *Chironomus* sp juga menyukai hidup pada perairan yang mengandung bahan organik yang tinggi baik dari hasil limbah buangan rumah tangga maupun pada kondisi perairan yang tercemar dengan bahan organik. Untuk tumbuh dan berkembangnya membutuhkan suhu yang cukup berfluktuatif berkisar antara 10-35°C. Pada lokasi perairan yang mempunyai suhu yang tinggi maka proses pertumbuhannya akan semakin cepat.



Gambar 13. Lalat Chironomus sp

Larva Chironomus sp atau lebih dikenal sebagai cacing darah atau bloodworm merupakan larva dari serangga yang termasuk ke dalam family nyamuk. Chironomus mengalami metamorphosis sempurna, memiliki empat stadia hidup, yaitu telur, larva, kepompong dan dewasa.

### 5. Jenis Pakan Alami dari Serangga

Pakan ikan yang semakin mahal mendorong para petani mencari alternatif lain untuk mengganti protein yang berasal dari tepung ikan dengan protein hewani lainnya seperti larva lalat yang biasa disebut maggot. Maggot berasal dari telur lalat yang mengalami metamorfosis pada fase kedua setelah fase telur dan sebelum fase pupa yang kemudian berubah menjadi lalat dewasa. Pada saat ini Maggot sudah dapat diproduksi secara massal di berbagai tempat. Peluang Maggot menjadi pakan alternatif ikan memang terbuka lebar. Apalagi ia dapat menggantikan fungsi tepung ikan sebagai sumber protein pada pelet. Selama ini pabrik-pabrik pakan di tanahair masih bergantung pada tepung ikan impor dari negara Amerika Latin seperti Chili dan Peru.

Maggot (ulat dan serangga black soldier) merupakan sumber bahan baku protein non tepung ikan yang diharapkan mampu berperan dalam mensuplai protein sesuai dengan kebutuhan ikan. Perolehan bahan ini dapat dilakukan secara budidaya dan dapat diproduksi secara massal. Hewan ini dapat diibaratkan sebagai mesin biologis yang mampu mengeluarkan enzim alami, sehingga bahan organik yang sebelumnya susah dicerna dapat disederhanakan dan besar kemungkinan bahan tersebut menjadi mudah dicerna, termasuk oleh ikan. Selain itu hewan sederhana ini memiliki kandungan antimikroba dan anti jamur, tidak membawa atau agen penyakit, kandungan protein cukup tinggi (30-45%), mengandung asam lemak esensial seperti linoleat dan inoleat, serta memiliki 10 macam asam amino esensial. Keistimewaan lainnya adalah hewan ini mampu hidup relatif cukup lama ( $C \pm 8$  minggu) serta dalam pembudidayaannya tidak memerlukan teknologi tinggi.

Maggot merupakan larva dari serangga *Hermetia illucens* (Diptera, famili: Stratiomyidae) atau Black Soldier yang dapat mengkonversi material organik menjadi biomasnya (sumber energi buat diri sendiri). Disamping memiliki potensi sebagai sumber protein pakan, Maggot juga memiliki fungsi sebagai pakan alternatif. Salah satu keunggulan Maggot adalah dapat diproduksi sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Sebagai sumber protein hewani, Maggot juga berpotensi untuk mengganti tepung ikan yang semakin langka keberadaannya saat ini. Kandungan protein yang terdapat pada Maggot sangat tinggi sehingga Maggot sangat baik

digunakan untuk mempercepat proses pertumbuhan pada ikan-ikan budidaya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 14.

Budidaya Maggot di Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar Sukabumi (BBPBATS) hingga tahun 2006 sudah berhasil diproduksi dengan cara menyiapkan media bungkil kelapa sawit (Palm Kernel Meal / PKM) fermentasi yang ditempatkan dalam wadah dengan sumber serangga black soldier (Hermentia illucens) dan alam. Dari beberapa kali produksi hasilnya tidak konsisten dan sulit diprediksi, oleh karenanya metoda budidaya Maggot akan disempurnakan dengan mengupayakan agar produk Maggot lebih terkontrol. Dengan terkumpul telur ini, maka produksi Maggot sudah dapat diprediksi dari segi kontinuitas dan kuantitasnya.



Gambar 14. Maggot

Pada modul ini disajikan salah satu teknik kultur pakan alami yang sangat penting untuk larva ikan atau pun berpotensi sebagai suplemen untuk manusia.

## 6. Teknik Kultur Pakan Alami

### a) *Chlorella* sp.

#### 1) Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada kegiatan kultur *Chlorella* sp. Skala laboratorium terdiri dari air dan berbagai peralatan kaca dan plastik. Peralatan kaca yang dipakai seperti Erlenmeyer, peralatan plastik seperti carboy. Tahap awal dalam kultur *Chlorella* sp. skala laboratorium yaitu sterilisasi alat dan bahan yang bertujuan untuk membunuh mikroorganisme yang tidak diinginkan (Cahyaningsih, *et al.*, 2009). Sterilisasi alat dilakukan menggunakan oven, sedangkan sterilisasi air menggunakan autoclave. Bahan yang dibutuhkan untuk proses kultur *Chlorella* sp. yaitu pupuk Walne dan vitamin. Kultur skala laboratorium dilakukan dalam dua tahap yaitu kultur *Chlorella* sp. Murni I dan Murni II.

#### 2) Kultur *Chlorella* sp. Murni I

Kultur *Chlorella* sp. murni I diawali dengan kultur fitoplankton dari perairan bebas (alam) atau bisa juga dari kultur monospesies. Alat yang digunakan yaitu Petridisk, test tube, Erlenmeyer 250 ml, Erlenmeyer 1000 ml, lampu Bunsen, dan jarum ose. Kultur awal dilakukan dengan pembuatan media padat dengan cara mengautoclave 1 liter air laut yang

telah disaring kemudian diberi pupuk 1 ml tanpa vitamin. Air laut kemudian diambil 100 ml air dan menambahkan bakto agar 1,5 – 2 gram dipanaskan dengan bunsen di bawah kaki tiga ataupun dengan steam dan disterilkan. Media dikeluarkan dari steam dan diberi 2 tetes vitamin (0,1 ml). Media dituang ke petridisk setelah suhu 26-34°C sebanyak  $\frac{3}{4}$  bagian (4 ml) dan ditutup. Media diberi bibit sebanyak 20-30 % dari volume kultur, dan

dibiarkan 1-2 hari. Setelah 2-3 minggu *Chlorella* akan tumbuh berupa titik-titik dan setelah 1 bulan akan tumbuh berwarna hijau.

Pada kultur di test tube, aquades steril diberi vitamin kemudian dituang ke test tube  $\frac{3}{4}$  bagian (volume 15 ml). Bibit diambil dari Petridisk dengan jumlah koloni sesuai dengan keinginan. Kultur mengalami puncaknya paling cepat pada umur 1 minggu. Setiap 2 minggu sekali *Chlorella* sp. dikocok agar tidak mengendap. Menurut Cahyaningsih (2009), selama masa kultur stok bibit dala test tube harus dikocok setiap hari dengan tujuan untuk menghindari terjadinya pengendapan fitoplankton dan difusi udara untuk meningkatkan kelarutan CO<sub>2</sub>. Kemudian Kultur pada Erlenmeyer dilakukan menggunakan Erlenmeyer 250 ml. Bibit diambil dari test tube dengan perbandingan antara bibit dan air laut yaitu 3:7. Bibit dari Erlenmeyer ini nantinya akan digunakan untuk kultur pada Bottle glass.

### 3) Kultur *Chlorella* sp. Murni II

Kultur *Chlorella* sp. murni II adalah kegiatan kultur *Chlorella* sp. dalam skala laboratorium menggunakan *bottle glass* (2,5 liter) dan *carboy* (7,5 liter). Starter (bibit) yang digunakan diperoleh dari kultur murni I. Sumber cahaya untuk kegiatan kultur murni II diperoleh dari lampu TL 10 watt dengan intensitas cahaya sebesar 3000 Lux dan selama proses pemeliharannya diberi aerasi. Kepadatan awal bibit *Chlorella* sp. untuk kultur di *bottle glass* yaitu 450.000 sel/ml, suhu awalnya 230C, dan salinitasnya 35 ppt. Kepadatan awal bibit *Chlorella* sp. untuk kultur di *carboy* yaitu 480.000 sel/ml, suhu awal 230C, dan salinitasnya yaitu 35 ppt.

### 4) Teknik Kultur *Chlorella* sp. Skala Intermediet

#### (a) Sterilisasi Alat dan Wadah Kultur

Sterilisasi peralatan kultur yaitu selang aerasi, pemberat, dan batu aerasi dilakukan dengan merendam di dalam kaporit 5 ppm selama 24 jam. Setelah itu alat dicuci dengan deterjen, dibilas dengan air tawar dan dikeringkan. Sterilisasi bak kultur dilakukan dengan mencuci bak dengan deterjen dan menggosok dinding dindingnya hingga bersih dan dibilas dengan air tawar mengalir. Bak yang sudah bersih dibiarkan terlebih dulu agar terkena sinar matahari sampai ke dasar bak dan dinding bak kering. Dinding bak yang sudah bersih disiram dengan kaporit 5-10 ppm hingga merata dan dibiarkan selama 24 jam. Setelah kering, dinding bak berkaporit digosok hingga bersih kemudian dibilas dengan air. Sterilisasi Media Kultur Bak kultur diisi dengan air laut dengan volume kurang lebih 450 liter. Air di bak diberi kaporit 5-10 ppm dan dibiarkan selama 24 jam. Pengisian air dan pemberian kaporit pada media kultur dilakukan pada siang hari, hal ini bertujuan untuk mensterilkan kandungan air yang akan digunakan untuk kultur pada esok harinya, hal ini disebabkan karena sinar matahari dapat mempercepat proses penguapan kaporit disamping pengaruh aerasi (Prayogo dan Miftahol, 2015). Ketika akan digunakan air diberi natrium thiosulfat 5-10 ppm, didiamkan selama 30 menit, kemudian diperiksa kenetralan dengan chlorine test

#### (b) Pemberian Bibit *Chlorella* sp.

Bibit yang digunakan untuk kegiatan kultur *Chlorella* sp. skala intermediet diperoleh dari kultur skala laboratorium dalam *carboy* yang bervolume 7,5 L. Biomassa *Chlorella* sp. yang bagus untuk dijadikan bibit dalam kultur skala intermediet adalah bibit yang dipanen pada fase puncak eksponensial (Creswell, 2010). Bibit yang dikultur dari fase eksponensial puncak adalah bibit yang sedang mengalami pertumbuhan maksimal dan kepadatannya juga maksimal, sehingga apabila sel ini dikultur dalam skala yang lebih besar, sel *Chlorella* sp. akan berkembang lebih cepat. Kepadatan awal *Chlorella* sp. di bak kultur intermediet yaitu 60.000 sel/ml.

### **(c) Pemeliharaan *Chlorella* sp. Skala Intermediet**

Pengukuran Kualitas Air *Chlorella* sp. tumbuh baik pada suhu 20° C, tetapi tumbuh lambat pada suhu 32° C. Kisaran suhu untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. yaitu pada suhu antara 25-30° C. (Isnansetyo dan Kurniastuty,1995). Sesuai dengan pernyataan tersebut, suhu kultur skala intermediet ini yaitu 27°C, ini termasuk dalam kisaran suhu optimum. *Chlorella* sp. tumbuh pada salinitas 25 ppt. *Chlorella* air laut dapat mentolerir salinitas antara 33-40 ppt. *Chlorella* sp. tumbuh lambat pada salinitas 15 ppm, dan hampir tidak tumbuh pada salinitas 0 ppm dan 60 ppm (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Dari pertanyaan ini bila dibandingkan dengan data pengukuran kualitas air menunjukkan bahwa *Chlorella* sp. memiliki kemampuan tahan terhadap rentan salinitas yang tinggi. *Chlorella* masih bisa hidup pada salinitas 37 ppt. pH merupakan salah satu faktor yang sangat penting bagi kehidupan organisme air termasuk *Chlorella* sp. Nilai pH berkaitan dengan ketersediaan unsur hara bagi *Chlorella* sp.

Pengukuran pH dilakukan 4 hari sekali. Hasil pengukuran nilai pH kultur *Chlorella* sp. Skala intermediet menunjukkan nilai rata-rata 8,20, nilai ini merupakan pH optimum untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. Yaitu antara 7 sampai 9 (Effendi, 2003). Oksigen terlarut (DO) adalah jumlah oksigen dalam milligram yang terdapat dalam 1 L air atau ppt. DO berasal dari difusi udara melalui permukaan air dan proses fotosintesis mikroalga *Chlorella* sp. itu sendiri. Konsentrasi oksigen terlarut adalah parameter penting dalam menentukan kualitas perairan. DO diukur menggunakan DO meter, dan pengukuran dilakukan seminggu sekali karena keterbatasan alat ukur di Laboratorium Pakan Alami. Nilai DO pada kultur *Chlorella* sp. di kultur skala intermediet adalah 6,19 mg/l.

### **(d) Penghitungan Kepadatan Sel *Chlorella* sp.**

Penghitungan kepadatan *Chlorella* sp. dilakukan menggunakan haemocytometer. Penghitungan kepadatan *Chlorella* sp. menggunakan metode big block, hal ini dikarenakan ukuran *Chlorella* sp. yang lebih besar dari 6 µm, yaitu 2-12 µm dan jumlah sel tidak terlalu padat. Penghitungan jumlah kepadatan sel *Chlorella* sp. dilakukan untuk mengetahui jumlah sel dan peningkatan sel *Chlorella* sp. Agar memudahkan waktu pemanenan. Berdasarkan hasil penghitungan kepadatan *Chlorella* sp. dapat diketahui bahwa fase lag (adaptasi) terjadi pada hari ke-0 sampai hari ke-3. Hal ini dikarenakan pada hari tersebut masih terjadi penyesuaian terhadap lingkungan namun jumlah sel meningkat sedikit demi sedikit. Fitoplankton *Chlorella* sp. belum terlalu memanfaatkan nutrisi untuk pertumbuhan.

Fase logaritmik (eksponensial) terjadi pada pengamatan ke-4 sampai pengamatan ke-6. Hal ini dikarenakan pada fase ini terjadi peningkatan jumlah sel secara konstan dengan kandungan nutrisi yang masih tinggi. Fase stasioner pada kultur ini tidak diamati karena *Chlorella* sp. harus dipanen pada fase eksponensial dimana sel mengalami puncak pertumbuhan. Sedangkan menurut Fadilla (2010) fase stasioner terjadi pada hari ke-5 dimana adanya penghentian pertumbuhan sel secara total atau adanya keseimbangan antara tingkat pertumbuhan dan tingkat kematian. Fase stasioner terjadi karena organisme telah memanfaatkan nutrisi yang berasal dari pupuk secara optimum untuk pertumbuhan (Subekti, 2010). Fase kematian terjadi pada hari ke-6 sampai hari ke-7 yang ditandai dengan laju kematian *Chlorella* sp. lebih cepat dibandingkan laju pertumbuhannya, sehingga terjadi penurunan jumlah kepadatan sel (Putra et al., 2014).

### **(e) Pemanenan *Chlorella* sp.**

Berdasarkan kurva pertumbuhan *Chlorella* sp. waktu yang tepat untuk pemanenan yaitu pada pertengahan fase eksponensial. Hal ini dikarenakan fase eksponensial memiliki ketersediaan nutrisi dalam media kultivasi masih mencukupi untuk terjadinya pertumbuhan. Selain ketersediaan nutrisi, pada fase eksponensial aktivitas pertumbuhan sel *Chlorella* sp. dalam keadaan paling optimal (Kurniawan dan

Aunurohim, 2013; Suantika dan Hendrawandi, 2008; Zulaika dan Widi, 2014 dalam Selvika,dkk., 2016).

Pemanenan *Chlorella* sp. dilakukan pada hari ke-6 dengan kepadatan sel mencapai 797.500 sel/ml. Pada hari ke-6 ini *Chlorella* sp. Telah berada pada fase eksponensial. Pemanenan *Chlorella* sp. Untuk skala intermediet di BPBAP dilakukan dengan pemindahan *Chlorella* sp. dari bak kultur intermediet ke dalam bak kultur skala massal. Kultur skala massal dilakukan dengan volume air lebih dari 1 ton. Kultur skala massal ini selanjutnya dipanen untuk dijadikan sebagai pakan alami larva ikan laut. Pemanenan *Chlorella* sp. selain untuk bibit kultur skala massal juga dipanen untuk pembuatan powder *Chlorella* sp. Pemanenan ini dilakukan dengan menggunakan metode flokulan kimia.

### C. RANGKUMAN

Jenis pakan alami yang potensial untuk dibudidayakan ada 3 kelompok yaitu kelompok phytoplankton, zooplankton, golongan benthos dan insekta. Kelompok phytoplankton yang sering dibudidayakan adalah kelas chlorophyta seperti *Chlorella* sp, kelas cyanophyta seperti *Spirulina* sp dan kelas crysophyta seperti *skeletonema* sp.

Pada golongan zooplankton, jenis yang umum dikultur sebagai pakan alami adalah dari kelompok Cladocera seperti *Moina* sp dan *Daphnia* sp, serta dari kelas crustacea yaitu *Artemia salina*. Sedangkan dari golongan benthos adalah cacing sutera (*Tubefex* sp) dan larva *Chironomus* sp. Golongan serangga yang saat ini sedang trend dibudidayakan sebagai pengganti protein dari tepung ikan yakni pupa dari serangga Lalat (Black Solder) yang disebut magot.

### D. LATIHAN

1. Sebutkan jenis phytoplankton yang berpotensi menjadi pakan alami larva ikan.
2. Mengapa jenis pakan alami sangat cocok diberikan kepada larva ikan.
3. Sebutkan 3 tahapan budidaya *Chlorella* sp.

### E. DAFTAR PUSTAKA

- Cahyaningsih, S., A.N.M. Muchtar, S.J. Purnomo., I. Kusumaningrum, P. A. Haryono, Slamet dan Asniar. 2009. Juknis Produksi Pakan Alami. Departemen Kelautan dan Perikanan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Balai Air Payau Situbondo. 35 hal.
- Chilmawati, D. dan Suminto. 2008. Penggunaan Media Kultur yang Berbeda terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp.. Fakultas Perikanan dan kelautan. Universitas Diponegoro. Jurnal Saintek Perikanan. 4 (1) : 42 - 49
- Creswell., L. 2010. Phytoplankton Culture for Aquaculture Feed. Southern Regional Aquaculture Center. United States.
- Effendi H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan, Yogyakarta.
- Fadilla, Z. 2010. Pengaruh konsentrasi limbah cair tahu terhadap pertumbuhan mikroalga *Scenedesmus* sp. Skripsi. Fakultas Sains dan teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Isnansetyo A. dan Kurniastuty. 1995, Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton. Pakan Alami untuk pembenihan organism laut. Kanisius, Yokyakarta.

## **F. GLOSARIUM**

- Autolisis** : Merupakan proses penghancuran sel yang dilakukan oleh enzim dari dalam sel itu sendiri yang berujung pada kematian sel
- Phytoplankton** : Tumbuhan berukuran renik yang mampu mengolah makanannya sendiri yang berasal dari bahan organik yang ada di lingkungannya.
- Zooplanton** : Hewan renik yang pergerakannya dipengaruhi oleh arus air.
- Benthos** : Hewan atau organisme yang hidup di dasar perairan
- Upwelling** : Pembalikan massa air adalah sebuah fenomena di mana air laut yang lebih dingin dan bermassa jenis lebih besar bergerak dari dasar laut ke permukaan akibat pergerakan angin di atasnya

# **BAB IV**

## **TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN**

### **PEMBUATAN PAKAN IKAN**

**Dr. ADI SUSANTO, S.Pi., M.Si**

**Dr. Ir. KOMSANAH SUKARTI, M.P.**

*Laboratorium Nutrisi Ikan*

*Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan-Universitas Mulawarman*

#### **Kompetensi Dasar :**

1. Mampu memilih jenis bahan pakan yang baik dan berpotensi untuk sumber bahan pakan ikan
2. Mampu membuat formulasi pakan dengan berbagai metode formulasi yang umum digunakan
3. Mampu membuat pakan berdasarkan formulasi pakan baik dengan cara sederhana maupun dengan menggunakan bahan pakan yang kompleks.

#### **A. PENDAHULUAN**

Pakan merupakan komponen penting dalam kegiatan budidaya ikan karena hampir 75-80% biaya produksi pada kegiatan pembudidayaan ikan baik yang semi intensif maupun intensif berasal dari pakan. Permasalahan utama dalam pembudidayaan ikan ini adalah rendahnya pertumbuhan ikan sehingga mempengaruhi produksi secara keseluruhan yang disebabkan kualitas nutrisi yang dikonsumsi oleh ikan rendah. Selain itu, masalah lain juga muncul karena untuk membuat pakan yang berkualitas dan nutrisi yang tinggi membutuhkan biaya yang cukup mahal. Hal ini lah yang sering menjadi kendala oleh para petani atau pembudidaya. Harga pakan yang mahal tidak sebanding dengan jumlah produksi yang dihasilkan sehingga menyebabkan banyak para pembudidaya yang tidak tertarik dalam kegiatan pembesaran ikan.

Pemerintah Republik Indonesia melalui Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2015 telah mencanangkan program pakan mandiri (Gepari) yang bertujuan mamacu para pembudidaya untuk memproduksi pakan secara mandiri dengan berbasis bahan baku lokal, karena ketersediaan bahan baku lokal cukup banyak dan mempunyai nilai nutrisi yang tinggi serta dapat menggantikan atau mengurangi kebutuhan bahan baku import yang harganya mahal. Jenis bahan baku lokal yang berpotensi mampu dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan pakan ikan dapat berasal dari hewani dan maupun nabati. Kelompok bahan baku lokal dari hewani yang ketersediaanya cukup banyak adalah ikan rucah atau kepala udang, sedangkan pada bahan nabati berasal dari legum atau Indigofera. Oleh karena itu, kepentingan bahan baku lokal perlu digali lebih lanjut agar mampu mengurangi atau menggantikan bahan baku import, sehingga pakan yang dibuat secara mandiri mempunyai kualitas yang baik dan mampu meningkatkan pertumbuhan ikan.

## B. URAIAN MATERI

### 1. Pakan dan Pertumbuhan

#### a. Performa Pertumbuhan dan Efisiensi Pemanfaatan Pakan

Menurut Zonneveld *et al.* (1991) menyatakan bahwa pertumbuhan merupakan proses yang terjadi dalam tubuh organisme dalam jangka waktu tertentu. Pertumbuhan ikan merupakan gabungan antara proses tingkah laku dan proses fisiologis. Selanjutnya Halver dan Hardy (2002) menambahkan bahwa proses fisiologis adalah proses pemanfaatan pakan yang dikonsumsi dan proses tingkah laku adalah cara mengkonsumsi pakan. Pakan ikan ini secara umum mempunyai fungsi fisiologis sebagai sumber energi dan materi pertumbuhan tubuh. Oleh karena itu, untuk mengoptimalkan fungsi pakan maka pengelolaan pemberian pakan yang sesuai dengan kondisi media hidup serta tingkat kebutuhan ikan merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan. Ikan dapat tumbuh jika masih terdapat sisa energi yang diperoleh ikan, setelah dimanfaatkan untuk aktivitas dan pemeliharaan.

Zonneveld *et al.* (1991) menyatakan bahwa nilai efisiensi pakan menggambarkan tentang kualitas pakan yang diberikan dan bergantung pada jenis dan jumlah pakan yang diberikan, spesies, ukuran atau stadia hidup serta kualitas air media pemeliharaan. Efisiensi pemanfaatan pakan berhubungan dengan penambahan bobot biomassa pada tubuh yang berasal dari pemanfaatan protein dalam pakan. Nilai efisiensi pakan diperoleh dari hasil perbandingan antara pertambahan bobot tubuh ikan dengan jumlah pakan yang dikonsumsi oleh ikan selama masa pemeliharaan.

Halver dan Hardy (2002) menyatakan bahwa efisiensi pemanfaatan pakan dipengaruhi oleh jumlah nutrisi pakan yang disimpan (diretensi) dalam tubuh ikan baik protein ataupun lemak. Retensi protein adalah prosentase protein dalam pakan yang pada periode pemeliharaan tertentu telah terdeposit di dalam tubuh ikan. Semakin tinggi retensi protein maka kualitas pakan yang diberikan semakin baik sehingga akan mempengaruhi pertumbuhan. Retensi lemak adalah jumlah prosentase lemak yang terdeposit dalam tubuh selama periode pemeliharaan. Retensi lemak menggambarkan besarnya potensi energi cadangan yang dimiliki oleh ikan untuk melakukan aktivitas hidupnya apabila sumber energi dari luar (pakan) belum cukup.

Wu *et al.* (2020) menyatakan bahwa peningkatan pemberian protein dari sampai dengan 31% pada kadar lemak 4% akan meningkatkan efisiensi pakan ikan grass carp (*C. idellus*). Hal yang sama juga diperoleh pada ikan *Nubea diachantus* oleh Li *et al.* (2016c). Semakin tinggi kadar protein pakan yang dikonsumsi oleh ikan *Nubea diachantus* akan meningkatkan nilai efisiensi pakannya. Mohanta *et al.* (2007) menambahkan bahwa peningkatan kadar protein pakan ikan silver barb (*Puntius gonionotus*) dari 20% menjadi 25% dengan kadar karbohidrat 30% tidak menyebabkan meningkatnya efisiensi pakan (nilai EP dari 44% ke 45%), akan tetapi apabila kandungan karbohidrat ditingkatkan menjadi 34% akan meningkatkan efisiensi pakan menjadi 55%.

Fawole *et al.* (2016) menyatakan bahwa penggantian jenis bahan pakan tidak mempengaruhi pertumbuhan, PER dan efisiensi pakan ikan rohu (*L. rohita*). Ikan rohu (*L. rohita*) yang diberi pakan dengan protein bersumber dari biji karet menggantikan tepung kedelai, tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan efisiensi pakan. Efisiensi pakan juga dipengaruhi oleh jenis pakan sumber protein seperti yang dilaporkan oleh Liang *et al.* (2019) pada ikan grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Ikan grass carp yang diberi pakan mengandung protein dari tumbuhan mempunyai tingkat efisiensi pakan (FCR) lebih rendah dibanding dengan ikan yang mengkonsumsi pakan mengandung protein dari tepung ikan. Xu *et al.* (2016) melaporkan bahwa ikan grass carp mampu tumbuh dengan baik pada kadar protein pakan optimum 28,63% dan mampu menekan morbiditas radang usus pada kadar protein 29,21%. Hasil penelitian Radona *et al.* (2017) pada ikan tor (*Tor tambroides*) diberi pakan komersil dengan kadar

protein 25%, 35% dan 50% juga memperoleh tingkat efisiensi pakan yang rendah dengan kisaran nilai efisiensi pakan berkisar antara 13,41%-21,85%. Hal ini diduga karena jenis protein pakan yang dikandungnya lebih banyak berasal dari hewani dibanding dengan protein nabati.

## **b. Hubungan Pertumbuhan dengan Tingkat Konsumsi Pakan**

Pada keadaan cukup makanan, ikan mengkonsumsi makanan hingga memenuhi kebutuhan energinya. Kebutuhan energi ini dipengaruhi oleh stadia dalam siklus hidupnya, musim dan faktor lingkungan. Ikan muda yang sedang tumbuh membutuhkan energi per satuan berat badannya lebih banyak dibandingkan ikan dewasa, walaupun untuk pematangan gonad ikan meningkatkan kebutuhan energi (Zonneveld *et al.* 1991).

Menurut Elliott (1979), untuk mengetahui respon ikan terhadap pemberian makanan maka perlu dihitung tingkat pengambilan energinya. Tingkat pengambilan energi terendah adalah nol dan tertinggi adalah maksimal. Tingkat energi terendah atau nol menyebabkan pertumbuhan yang negatif. Tingkat pengambilan energi yang minimal yang digunakan hanya untuk mengetahui kebutuhan pokok (*maintenance*) menyebabkan kondisi tubuh ikan tidak berubah atau terjadi pertumbuhan sama dengan nol. Tingkat pengambilan energi yang maksimal menyebabkan pertumbuhan yang maksimal, sedangkan tingkat pengambilan energi yang optimal adalah yang paling efisien yaitu menyebabkan pertumbuhan terbesar pada saat keefisienan pemberian makanan maksimal.

Elliott (1979) menyatakan bahwa jumlah energi yang dibutuhkan bergantung kepada aktivitas tubuh, dan selama proses kehidupan tidak ada saat yang tidak memerlukan energi, minimal untuk mempertahankan hidup. Energi yang hilang bersama feses (F) sekitar 15 % dari energi yang dikonsumsi (C) dan dalam urine (U) sekitar 3-5 %. Berdasarkan hal ini maka energi untuk proses metabolisme dan pertumbuhan sekitar 80 % dari jumlah energi yang dikonsumsi atau lebih dikenal dengan "*physiologically useful energy*".

## **2. Pakan Buatan Sebagai Faktor Pembatas Pertumbuhan Ikan**

### **a. Kebutuhan Karbohidrat Sebagai Sumber Energi**

Karbohidrat adalah golongan nutrisi yang menghasilkan energi paling melimpah dan secara ekonomi sangat diperlukan formulasi pakan ikan komersial. Tetapi, kemampuan ikan budidaya untuk menggunakan energi dari karbohidrat yang dapat dicerna berbeda secara kontroversial berdasarkan kebiasaan makan, ciri-ciri anatomis-fisiologis dan kondisi pemeliharaan mereka. Ikan khususnya dari golongan karnivora dianggap kurang memanfaatkan karbohidrat karena makanannya untuk tingkat penyerapan glukosa usus yang rendah dan pembersihan glukosa darah yang lambat (Kamalam *et al.* 2018). Menurut Navale dan Paranjave (2016) bahwa lambatnya glukosa mencapai puncak ada hubungannya dengan GLUTs yang memobilisasi glukosa ke dalam sel yang tidak optimal, sehingga penyediaan glukosa ke dalam darah menjadi tertunda. Pengangkutan glukosa difasilitasi oleh GLUTs (glucose transporters) yang berada di sel  $\beta$  pancreas hati dan ginjal. GLUTs bertindak sebagai sensor glukosa yang mempunyai fungsi memobilisasi glukosa ke dalam sel melalui membran sel dengan cara difusi dan metabolisme glukosa melalui fosforilasi oleh glukokinase.

Karbohidrat merupakan sumber energi yang relatif murah dan berguna sebagai prekursor berbagai hasil metabolit intermidier yang sangat diperlukan bagi pertumbuhan, misalnya untuk biosintesis asam-asam amino non-esensial dan asam-asam nukleat. Karbohidrat dalam pakan ikan terdapat dalam bentuk serat kasar dan bahan ekstrak tanpa N. Nilai nutrisi serat kasar sangat rendah, namun penggunaan serat kasar dapat mempertinggi gerakan peristaltik usus (NRC, 1993).

Peran utama karbohidrat pada nutrisi hewan adalah untuk disimpan sebagai sumber energi. Kelebihan karbohidrat dalam pakan akan segera diubah dalam bentuk lemak dan disimpan diberbagai jaringan sebagai energi cadangan dan digunakan apabila kekurangan makanan. Jika energi dalam pakan belum cukup maka organisme akan mengkatabolisme protein menjadi energi untuk dibelanjakan pada pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan (Ensminger *et al.* 1990).

Wilson (1994) menyatakan bahwa sumber energi utama berasal dari karbohidrat selain lemak dan protein, yang terutama dipergunakan untuk metabolisme, kedua untuk pertumbuhan dan selanjutnya untuk reproduksi di alam. Oleh sebab itu, apabila energi yang diperlukan untuk metabolisme terpenuhi, barulah pertumbuhan, kelebihan gizi atau energi akan disimpan atau digunakan untuk reproduksi. Ikan mempunyai kemampuan lebih rendah dalam memanfaatkan karbohidrat dibanding hewan darat, namun karbohidrat harus tersedia didalam pakan ikan, sebab jika karbohidrat tidak tersedia maka nutrisi lain seperti protein dan lemak akan dimetabolisme untuk dijadikan energi sehingga pertumbuhan ikan akan menjadi lambat. Selanjutnya NRC (1993) mengemukakan bahwa pertumbuhan benih lele lebih tinggi ketika pakannya mengandung karbohidrat dibandingkan hanya mengandung lemak sebagai sumber energi non-protein.

NRC (1993) menjelaskan lebih lanjut bahwa penggunaan pakan yang mengandung karbohidrat pada ikan berbeda-beda, bergantung dari kompleksitas karbohidrat. Ikan-ikan karnivora tidak mampu memanfaatkan karbohidrat kompleks dalam pakannya pada tingkat yang tinggi. Walaupun demikian ikan-ikan karnivora dapat memanfaatkan karbohidrat sederhana seperti glukosa, sukrosa dan laktosa sebagai sumber energi utama. Selanjutnya Furuichi, (1988) menambahkan bahwa ikan-ikan karnivora dapat memanfaatkan karbohidrat optimum pada tingkat 10-20 % dalam pakannya dan ikan omnivora kebutuhan optimumnya pada tingkat 30-40 % dalam pakannya. Pentingnya pemberian karbohidrat pada kadar tertentu juga dilaporkan oleh Castro *et al.* (2016) pada juvenil ikan gilthead sea bream. Ikan yang diberi pakan dengan karbohidrat sebanyak 20% pada sumber lemak berbeda tidak menyebabkan adanya perbedaan pertumbuhan, akan tetapi menyebabkan tingginya PER dan retensi lemak pada kelompok ikan yang mengkonsumsi pakan dengan karbohidrat, sedangkan ikan yang diberi tanpa karbohidrat menyebabkan retensi lipid lebih rendah. Ren *et al.* (2015) menyatakan bahwa penurunan karbohidrat dalam pakan dari 41,6% ke 32% akan meningkatkan laju pertumbuhan spesifik, retensi protein dan retensi energi ikan wuchang bream (*Megalobrama amblycephala*). Wu *et al.* (2021), menyatakan bahwa pemberian suplementasi Galac-Oligosakarida di pakan ikan Nila (*O. niloticus*) yang mengandung karbohidrat tinggi (42%) akan meningkatkan komposisi asam amino tubuhnya sedangkan suplementasi dengan Xylo-Oligosakarida akan meningkatkan performa pertumbuhannya.

Ikan-ikan air tawar dan ikan-ikan laut mempunyai kemampuan yang berbeda dalam mencerna karbohidrat. Kemampuan ikan laut mencerna karbohidrat adalah sekitar 20%, sedangkan ikan air tawar mampu mencerna diatas 20% seperti 30-40% untuk ikan *Cyprinus carpio* (Setoh, 1991), 25-30% untuk ikan *Ictalurus punctatus* (Wilson, 1994) dan sekitar 43% untuk *Tilapia* sp (Coutinho, 2018). Pada ikan rohu (*Labeo rohita*) yang mengkonsumsi pakan dengan peningkatan karbohidrat dari 30% ke 40% seiring dengan penurunan kadar protein dari 40% ke 30% menyebabkan peningkatan Protein Efficiency Ratio (PER) (Erfanullah dan Jafri, 1995). Erfanullah dan Jafri (1998) juga menambahkan bahwa ikan indian major carp (*Catla catla*) dan ikan rohu (*L. rohita*) mampu tumbuh maksimal pada kadar karbohidrat 36% dan Lipid 4% atau rasio CHO:Lipid 8,93, sedangkan ikan *Cirrhinus mrigala* mampu tumbuh dengan baik pada kadar karbohidrat 27% dan lipid 8% atau CHO:Lipid 3,38.

Hasil percobaan Seenappa dan Devaraj (1995) yang menggunakan tiga tingkat karbohidrat (15, 25, dan 35%) terhadap ikan indian major carp (*C. catla*) menunjukkan

bahwa pertumbuhan ikan yang terbaik adalah pada penggunaan karbohidrat 35%. Guo *et al.* (2015) menyatakan bahwa ikan herbivora seperti ikan grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.) yang diberi pakan dengan kadar karbohidrat pakan meningkat dari 30,94 % ke 42,31 % tidak mempengaruhi performa pertumbuhannya akan tetapi meningkatkan kadar lemak hati dan glikogen hati. Fang *et al.* (2021) menambahkan bahwa stimulasi pakan dengan karbohidrat tinggi (35%) dalam jangka pendek akan mempengaruhi berat tubuh juvenil ikan grass carp yang pertama kali makan. Li *et al.* (2016a) menyatakan bahwa peningkatan karbohidrat dari 6% ke 30% pada ikan gibel carp menyebabkan peningkatan laju pertumbuhan spesifik, efisiensi pakan dan protein efisiensi rasio, dan menurun dengan meningkatnya karbohidrat dari 30% ke 38%, sedangkan pada ikan grass carp pemberian karbohidrat tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhannya. Susanto *et al.* (2020) menyatakan bahwa pemberian pakan yang mengandung karbohidrat 32,76% akan meningkatkan performa pertumbuhan dan pemanfaatan pakan ikan kelabau (*Osteochilus melanopleura*).

Mohanta *et al.* (2009) melaporkan kebutuhan optimum karbohidrat pada Ikan silver barb (*P. gonionotus*) berkisar antara 29,3-29,8%, dan ikan wuchang bream (*M. amblycephala*) kebutuhan karbohidratnya adalah 31,0% (Zhou *et al.* 2015a). Li *et al.* (2016b) menambahkan bahwa kadar plasma glukosa ikan wuchang bream menurun secara signifikan setelah adaptasi dengan karbohidrat tinggi. Penelitian Li *et al.* (2015) pada ikan giant croaker (*Nabea japonica*) menunjukkan bahwa pertumbuhannya meningkat pada kadar karbohidrat 12,2%-12,7%. Ikan golden pompano (*Trachinotus ovatus*) tumbuh baik dengan kisaran karbohidrat berkisar 11,2-16,8% (Zhou *et al.* 2015b) dan 16,93-20,64% (Dong *et al.* 2017) dan juvenil ikan large yellow croaker (*Larimichthys crocea*) tumbuh dengan baik apabila dalam pakannya mengandung karbohidrat 21,29% (Xing *et al.* 2016) sedangkan Zhou *et al.* (2016) mengemukakan bahwa kebutuhan karbohidrat optimal ikan large yellow croaker adalah 12,56%. Ikan striped bass (*Morone chrysops* ♀ × *M. saxatilis* ♂) yang mengkonsumsi pakan kontrol dengan kadar karbohidrat 25% atau pakan yang tinggi lemak berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan berat dibanding dengan ikan yang mengkonsumsi pakan yang mengandung 25% asam amino esensial atau karbohidrat 0% (Wu *et al.* 2015).

Wu *et al.* (2016a) menyatakan bahwa kebutuhan karbohidrat juvenil ikan black carp (*Mylopharyngodon piceus*) adalah 24,98%. Wu *et al.* (2016b) menambahkan bahwa pemberian karbohidrat pada kadar 28,84% pada juvenil ikan black carp (*M. piceus*) akan meningkatkan pertumbuhan, mengurangi stress oksidatif, meningkatkan respon imunitas dan meningkatkan status kesehatan serta meningkatkan resistensi terhadap penyakit. Xie *et al.* (2017) memperoleh nilai optimum karbohidrat pada juvenil tilapia (*O. niloticus*) sebesar 28,87%; sedangkan Asemami *et al.* (2019) pada benih ikan striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) dengan kadar karbohidrat optimum berkisar antara 30,81-31,13% dan Yanto *et al.* (2019) pada ikan tengadak (*Barbonymus schawenfeldii*) yang tumbuh baik pada kadar karbohidrat sebesar 22,89%. Ikan nila yang diperlihara dalam jaring apung mampu tumbuh dengan baik pada kadar karbohidrat 43% dan lipid 7% (Coutinho *et al.* 2018). Hasil penelitian Sulaiman *et al.* (2020) menunjukkan bahwa peningkatan kadar karbohidrat dari 20% ke 35% secara signifikan akan meningkatkan laju pertumbuhan spesifik, pertumbuhan berat dan PER serta meningkatkan kadar lemak tubuh ikan lemon fin barb (*Barbonymus gonionotus* ♀ × *Hypsibarbus wetmorei* ♂).

Wang *et al.* (2016a) yang menyatakan bahwa peningkatan karbohidrat pakan akan menyebabkan akumulasi glikogen hati pada ikan karnivora seperti pada juvenil grouper (*Epinephelus akaara*) dan Xing *et al.* (2016) pada juvenil large yellow croaker (*L. crocea*). Li *et al.* (2019a) menyatakan bahwa kinerja pertumbuhan dan pemanfaatan pakan menurun pada ikan Kerapu (*Epinephelus fuscoguthatus* ♀ × *E. lanceolatus* ♂) dengan semakin meningkatnya kandungan karbohidrat pakan, yang terlihat dari intoleransi

glukosa pada ikan tersebut. Betancor *et al.* (2018) menyatakan bahwa pemberian karbohidrat terhadap dua populasi ikan salmon atlantik (*Salmo salar* L) berpengaruh terhadap siklus kadar glukosa dimana pada populasi ikan salmon G menyebabkan terjadinya hypoglikemia dan penambahan karbohidrat akan meningkatkan kadar glukosa, dan sebaliknya menyebabkan peningkatan kadar plasma triglycerol tanpa memperhatikan bahwa pemberian pakan tersebut mendorong secara cepat konversi glukosa ke triacylglycerol. Li *et al.* (2019b) menyatakan bahwa ikan largemouth bass (*Micropterus salmoides*) yang mengkonsumsi pakan mengandung pae starch akan meningkatkan pertumbuhan (SGR), pertumbuhan berat harian (DWG) dan total produksi bersih dibanding dengan jenis karbohidrat lainnya dan berhubungan dengan rendahnya FCR.

Ren *et al.* (2021) juga menyatakan bahwa ikan ide (*Leuciscus idus*, Linnaeus, 1758) yang mengkonsumsi pakan dengan kadar karbohidrat 22,7% dan lemak 6,2% memberikan pertumbuhan maksimal pada berat akhir, pertumbuhan berat dan FCR. Pada ikan omnivora seperti ikan gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) tingginya kadar karbohidrat dengan lemak rendah (45,0% CHO dan 2,0% Lemak) juga tidak menyebabkan perbedaan laju pertumbuhan spesifik akan tetapi meningkatkan Hepato Somatik Indeks (HSI), kadar lemak hati dan efisiensi retensi lemak (Li *et al.* 2019c). Hal yang sama juga disampaikan oleh Mozanzabeh *et al.* (2016) pada juvenil ikan silvery-black porgy (*Sparidentex hasta*) yang diberi pakan dengan kadar karbohidrat meningkat dan kadar lemak pakan diturunkan tidak memberikan pengaruh terhadap performa pertumbuhan seperti pertumbuhan berat, faktor kondisi, dan laju pertumbuhan spesifik serta tingkat konsumsi pakan dan konversi pakan. Hal yang serupa juga dijumpai oleh pada ikan blunt snout bream (*M amblycephala*) (Ren *et al.* 2015), Wu *et al.* (2016) pada Juvenil ikan black carp, *Mylopharyngodon piceus*; Xie *et al.* (2017) dan Boonuntanasarn *et al.* (2018a) serta Boonuntanasarn *et al.* (2018b) pada ikan nila *O. niloticus*. Cai *et al.* (2018) menyatakan bahwa pemberian karbohidrat sedang (21%) memberikan pertumbuhan ikan grass carp lebih baik dibanding dengan kandungan karbohidrat pakan 45%. Li *et al.* (2019d) menambahkan bahwa pemberian karbohidrat yang meningkat akan menyebabkan penurunan pertumbuhan ikan large yellow croaker (*L. crocea*) secara signifikan.

## **b. Kebutuhan Protein**

Protein adalah nutien yang sangat penting untuk fungsi jaringan normal, untuk pemeliharaan tubuh, pergantian jaringan-jaringan tubuh yang rusak dan untuk pertumbuhan. Kebutuhan protein ikan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ukuran ikan, temperatur air, tingkat pemberian pakan, jumlah dan kualitas pakan alami, kandungan energi pakan dan kualitas protein (Watanabe, 1988). Kebutuhan protein pada stadia awal lebih tinggi dibanding selama fase lanjutan dari pertumbuhan. Lovell (1989) menyatakan bahwa protein juga dapat digunakan sebagai sumber energi jika kebutuhan energi dari lemak dan karbohidrat tidak mencukupi, dan juga sebagai penyusun utama enzim, hormaon dan antibodi. Atom-atom N dari gugus purin dan pirimidin nukleotida yang merupakan basa penting dari DNA dan RNA berasal pula dari asam-asam amino.

Melihat pentingnya peranan protein dalam tubuh maka pasok protein dalam pakan perlu diberikan terus-menerus dalam kuantitas mencukupi dan kualitas baik. Ensminger, *et al.* (1990) yang menyatakan bahwa jika energi dalam pakan belum cukup maka organisme akan mengkatabolisme protein menjadi energi untuk dibelanjakan pada aktivitasnya. Mokoginta *et al.* (1995) menjelaskan bahwa bila kandungan energi pakan terlalu rendah, maka sebagian besar protein pakan akan dikatabolisme untuk memenuhi kebutuhan energi sehingga ikan banyak mengkonsumsi pakan untuk memenuhi kebutuhannya, sebaliknya ketika pakan mengandung energi terlalu tinggi maka ikan

akan membatasi jumlah konsumsi pakan karena kebutuhan energi pokok telah terpenuhi. Para peneliti telah melaporkan bahwa adanya peningkatan kadar protein tidak akan mendukung pertumbuhan lebih lanjut dan bahkan mungkin mempengaruhi serta menurunkan pertumbuhan disebabkan oleh ketersediaan energi yang tidak cukup dan apabila rasio protein tidak seimbang akan menekan pertumbuhan (Kabir *et al.* 2019a). Proporsi protein akan terdegradasi, dimana kerangka karbon digunakan sebagai sumber energi pada tingkat protein diet tinggi. Nitrogen amonia yang diekskresi menyebabkan kerusakan kualitas air, sehingga peningkatan kadar protein makanan tidak meningkatkan produksi sehingga harus dihindari (Watanabe, 1988).

Kebutuhan protein dalam pakan secara langsung dipengaruhi oleh pola asam amino esensial. Halver dan Hardy (2002) menyatakan bahwa asam amino yang terdapat dalam pakan dalam jumlah paling rendah akan bersifat sebagai limiting amino acid. Limiting amino acid dapat dikurangi dengan cara meningkatkan kadar protein pakan dan menambahkan asam amino esensial sintetik. Selanjutnya NRC (1993) mengemukakan bahwa kekurangan asam amino dapat mengakibatkan penurunan pertumbuhan. Zhao *et al.* (2015) suplementasi glutamate akan menyebabkan peningkatan laju pertumbuhan spesifik dan pertumbuhan berat, FCR dan nilai produksi protein dan lemak. Yatada, *et al.* (2020) menambahkan bahwa pemberian pakan dengan kadar protein dan kepadatan berbeda tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan juvenil ikan blunt snout bream (*M. ambylcephala*) akan tetapi menurunkan pertumbuhan dengan bertambahnya kepadatan. Sumber protein yang berbeda juga memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan. Liang *et al.* (2019) melaporkan bahwa ikan grass carp (*C. idellus*) yang mengkonsumsi protein dari sumber tumbuhan mampu memberikan berat akhir tubuh, laju pertumbuhan berat, laju pertumbuhan spesifik lebih baik dibanding dengan ikan yang mengkonsumsi protein hewani dari tepung ikan.

Setiap spesies ikan membutuhkan kadar protein yang berbeda untuk pertumbuhannya dan dipengaruhi oleh umur/ukuran ikan, namun pada umumnya ikan membutuhkan protein sekitar 35-50% dalam pakannya (Hepher, 1990). Ikan salmon sockeye *Oncorhynchus nerka* tumbuh optimal pada kadar protein pakan 45,0% (NRC,1993) pada Ikan salmon pasifik *Oncorhynchus* spp membutuhkan protein 55,0% (NRC, 2011). Ahmed dan Ahmed (2020) melaporkan bahwa ikan rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) yang dipelihara di wilayah india himalaya tumbuh optimal dan memiliki efisiensi pemanfaatan pakan terbaik pada kadar protein 45%-47%. Sankian *et al.* (2017) dan Sankian *et al.* (2018) menyatakan bahwa pemberian pakan yang mengandung protein 55%-61,44% dan lemak 7%-10% menyediakan cukup nutrisi dan energi untuk mendukung laju pertumbuhan dan penggunaan nutrisi pada juvenil ikan golden mandarin (*Siniperca scherzeri*). Cho *et al.* (2021) melaporkan bahwa ikan sebelah (*Pseudopleuronectes yokohamae*) memiliki pertumbuhan tertinggi dan tingkat efisiensi pemanfaatan pakan terbaik pada kadar protein optimal 58,8%. Oliveira-Junior *et al.* (2021) juga melaporkan bahwa pemberian rasio protein dan karbohidrat tertentu akan mempengaruhi performa pertumbuhan seperti pada ikan *Lophiosilurus alexandri*. Ikan yang mengkonsumsi pakan dengan rasio protein karbohidrat 1,27 dan 1,25 akan mempengaruhi pertumbuhan berat dan laju pertumbuhan spesifik, sedangkan pada ikan yang mengkonsumsi rasio protein 1,33 dan 1,02 akan mempengaruhi FCR dan hepatosomatik indeks. Kadar glikogen otot dan hati yang maksimum diperoleh pada ikan yang mengkonsumsi pakan pada rasio protein karbohidrat 0,87 dan 1,26.

Ikan-ikan omnivora seperti ikan nila (*O. niloticus*) yang berukuran fingerling/juvenil membutuhkan protein 31,1% (Kabir *et al.* 2019a). Kabir *et al.* (2019b) menambahkan bahwa pemberian pakan dengan penurunan rasio protein energi (P:E) dari 18 ke 14 g/MJ pada ikan nila yang dipelihara dalam kolam meningkatkan produksi dan SGR. Ikan mas (*C. carpio*) yang berukuran 121 g membutuhkan 31,6% protein dan 1,9% lemak (Shimeno *et al.* 1995), sedangkan Heinitz *et al.* (2018) menyatakan bahwa ikan mas (*C. carpio* L) mempunyai pertumbuhan dan efisiensi penggunaan pakan tertinggi pada kadar

protein 20,88%. Ikan gurami (*O. gouramy*) yang berukuran 0,27g membutuhkan 43,29% protein dengan rasio energi protein (E/P) 8 Kkal DE/gram (Mokoginta, *et. al.*, 1995). Ye *et al.* (2016) mendapatkan kebutuhan protein optimal ikan gibel carp untuk dapat tumbuh maksimal berkisar antara 36,5%-41,4%. Prabu *et al.* (2020) menambahkan bahwa ikan snubnose pompano (*Trachinotus blochii*) membutuhkan protein 40,0%-45%.

Ikan rohu (*L. rohita*) berukuran rata-rata  $4,3 \pm 0,02$ g yang mengkonsumsi pakan dengan kadar protein 45% dan kadar lemak 10% atau 15% memberikan pertumbuhan terbaik (Satpathy, *et al.*, 2003). Ikan silver barb (*Puntius gonionotus*) tumbuh dengan baik pada kadar protein 31,77% dengan rasio P/E 21,1g protein/MJ (Mohanta, *et al.* 2008). Mansour, *et al.* (2017) menunjukkan bahwa pertumbuhan ikan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) yang terbaik diberi pakan dengan kadar protein 32%. Dewantoro, *et al.* (2018) juga melakukan penelitian pada ikan tengadak yang memperoleh kebutuhan protein lebih rendah yaitu pada kadar protein 30% dan E/P Rasio 10 Kkal/g protein mampu meningkatkan laju pertumbuhan spesifik (SGR), retensi protein dan retensi lemak. Wang *et al.* (2018) menyatakan bahwa ikan dianchi golden-line barbell (*Sinocyclocheilus grahami*) mampu tumbuh optimal pada kadar protein 40% dan lemak 8% dengan P/E rasio 84,05mg protein/kcal. Hasil penelitian Susanto *et al.* (2019) pada ikan kelabau (*O. melanopleura*) menunjukkan bahwa laju pertumbuhan spesifik (SGR) meningkat dengan meningkatnya kadar protein pakan yang diberikan sampai dengan kadar protein 31% kemudian pertumbuhan ikan menurun kembali dengan meningkatnya kadar protein pakan 34%. Hussain *et al.* (2021) melaporkan bahwa ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang dipelihara di ekosistem kolam air payau diberi pakan dengan kadar protein 30% memberikan pertumbuhan berat, laju pertumbuhan spesifik, rata-rata pertumbuhan berat harian tertinggi serta FCR yang rendah.

Kim *et al.* (2016) menyatakan bahwa ikan barred knifejaw (*Oplegnathus fasciatus*) yang dipelihara dalam keramba jaring apung mampu tumbuh maksimal pada kadar optimum protein 45,2% dengan kandungan energi 18,8 KJ/g pakan. Pakan yang mengandung 47% protein dan 11% lemak memberikan pertumbuhan yang maksimal pada juvenil ikan blackspotted croaker (*Nibea diacanthus*) (Li *et al.* 2016c; Li *et al.* 2016d). Selanjutnya Hua *et al.* (2019) menyatakan bahwa peningkatan kadar protein dari 43,4% ke 55,6% pada kadar lemak 11% meningkatkan pertumbuhan berat, jumlah konsumsi pakan dan laju pertumbuhan spesifik ikan gabus (*Chana striata*). Ma *et al.* (2020) menambahkan bahwa juvenil ikan small yellow croaker (*Larimichthys polyactis*) yang diberi pakan mengandung protein 47% dan lemak 12% memberikan laju pertumbuhan spesifik dan pertumbuhan berat tertinggi. Wu *et al.* (2020) menemukan bahwa ikan grass carp (*C. idellus*) yang diberi pakan dengan kandungan protein 31% dan lemak 8% mampu secara signifikan meningkatkan berat tubuh akhir, laju pertumbuhan berat, rasio visceral dan rasio usus setelah pemuasaan musim dingin.

### **c. Kebutuhan Lemak**

Menurut NRC (1993) menyatakan bahwa lemak pada pakan mempunyai peranan penting bagi ikan, karena berfungsi sebagai sumber energi dan asam lemak esensial, memelihara bentuk dan fungsi membran atau jaringan sel yang penting bagi organ tubuh tertentu, membantu dalam penyerapan vitamin yang larut dalam lemak dan untuk mempertahankan daya apung tubuh. Satu unit lemak yang sama mengandung energi dua kali lipat dibandingkan dengan protein dan karbohidrat. Jika lemak dapat menyediakan energi untuk pemeliharaan metabolisme, maka sebagian besar protein yang dikonsumsi dapat digunakan tubuh untuk pertumbuhan dan bukan digunakan sebagai sumber energi. NRC, (1993) menambahkan bahwa penambahan lemak ke dalam pakan perlu diperhatikan kuantitasnya, karena kadar lemak yang terlalu tinggi akan menyebabkan penyimpangan lemak pada tubuh ikan dan dapat mengakibatkan

penurunan konsumsi pakan dan pertumbuhan, degenerasi hati, dan menurunkan kualitas ikan pada waktu dipanen.

Lemak pada ikan berbeda dari lemak pada mamalia. Lemak pada ikan mengandung lebih dari 40% asam lemak rantai panjang (14-22 atom karbon) yang sangat tidak jenuh. Lemak mamalia jarang mengandung lebih dari dua ikatan rangkap per molekul asam lemak sedangkan deposisi lemak ikan mengandung beberapa asam lemak dengan lima atau enam ikatan rangkap (Secci dan Parisi, 2016). Menurut Lovell (1989) organ hati adalah tempat utama terjadinya sintesis asam lemak pada ikan dibanding pada jaringan adiposa, sedangkan pada mamalia terjadi sebaliknya yaitu lipid lebih banyak ditemukan di jaringan adiposa. Selanjutnya Secci dan Parisi (2016) menambahkan tingginya kadar lemak akan menyebabkan mudah terjadinya oksidasi lemak khususnya pada ikan yang mengandung lemak tak jenuh tinggi dan berkaitan langsung dengan kualitas ikan. Oksidasi lemak menyebabkan turunnya kualitas ikan, menyebabkan rasa dan bau yang tidak enak, waktu simpan yang singkat, hilangnya nilai nutrisi seperti hilangnya PUFA (Poly-Unsaturated Fatty Acid), dan kemungkinan memproduksi molekul yang tidak sehat. Menurut BDECA (2020) dan USDA (2020) menyatakan bahwa ikan tergolong berlemak apabila mengandung lemak 6-25% pada tubuhnya, berlemak sedang apabila mengandung 2,5-6% lemak pada tubuhnya dan tidak berlemak apabila mengandung <2,5% lemak dalam tubuhnya.

Tingginya kadar lemak tubuh ikan yang mengkonsumsi kromium selain bermanfaat terhadap cadangan energi juga berdampak pada kualitas daging ikan yang diproduksi khususnya tekstur daging. Hasil penelitian Tajerin *et al.* (2000) menunjukkan bahwa peningkatan kadar lemak tubuh ikan mas menyebabkan menurunnya tekstur daging. Poernomo *et al.* (2000) menambahkan bahwa tekstur daging ikan Patin yang terdiri dari hardness (kekerasan/kekompakan) dan adhesiveness (kekenyalan) menurun dengan meningkatnya kadar lemak tubuh dan memberikan peluang terjadinya oksidasi lemak. Menurut Sacci dan Parisi (2016) tingginya kadar lemak akan mempermudah terjadinya oksidasi lemak, juga mempengaruhi tekstur daging ikan yang diproduksi sehingga menyebabkan penurunan kualitas ikan.

Kebutuhan ikan akan asam-asam lemak esensial berbeda untuk setiap spesies ikan (Furuichi, 1988). Perbedaan kebutuhan ini terutama dihubungkan dengan habitatnya. Ikan yang hidup di laut lebih memerlukan asam lemak n-3, sedangkan ikan yang hidup di air tawar ada yang hanya membutuhkan asam lemak n-3 atau kombinasi asam lemak n-3 dan n-6 (Hepher, 1990).

Diantara spesies air tawar seperti ikan ayu, channel catfish, coho salmon dan rainbow trout memerlukan 18:3 (n-3) atau EPA dan/atau DHA. Ikan chum salmon, ikan mas dan sidat jepang memerlukan campuran yang sama dari 18:2(n-6) dan 18:3(n-3) sedangkan ikan nila dan *Tilapia zilli* hanya memerlukan 18:2(n-6) untuk pertumbuhan maksimum dan efisiensi pakan (Webster dan Lim, 2002). NRC (1993) mengemukakan bahwa kandungan protein pakan ikan rainbow trout dapat diturunkan dari 48% menjadi 35% tanpa menurunnya pertambahan bobot badan, jika kadar lemak pakan ditingkatkan dari 15% menjadi 20%. Trenzado *et al.* (2018) menambahkan bahwa ikan rainbow trout yang mengkonsumsi pakan dengan kadar lemak yang tinggi tumbuh dan mengakumulasi sejumlah lemak lebih tinggi pada jaringan periveseral akan tetapi dengan tingginya kepadatan akan mengurangi kecenderungan tersebut.

Keberadaan lemak dalam pakan, termasuk ikan channel catfish, telah ditunjukkan dipengaruhi oleh ukuran ikan, umur, teknik pemberian pakan, dan komposisi pakan (NRC, 1983). Hasil penelitian Supriatna (1998) menunjukkan bahwa ikan bawal air tawar membutuhkan asam lemak n-3 dan n-6, dimana untuk ikan yang berukuran benih (sekitar 5,5g) membutuhkan 0,85-0,99% asam lemak n-3 dan 1,18% asam lemak n-6 pada kadar lemak pakan 8%. Ni *et al.* (2016) menambahkan bahwa ikan grass carp (*C. idella*) yang mengkonsumsi lemak pada kadar 36% memberikan SGR, persen pertumbuhan berat dan tingkat konsumsi pakan terbaik. Wang *et al.* (2016b) juga

melaporkan bahwa Ikan *Nibeal albiflora* yang mengkonsumsi pakan dengan kadar lemak 13% dan 15% memberikan pertumbuhan berat dan SGR lebih tinggi dibanding dengan yang mengkonsumsi lemak pakan 5% dan FCR terbaik pada ikan yang mengkonsumsi lemak 13%. Selanjutnya Guo *et al.* (2019) menyatakan bahwa ikan kakap hitam (*Micropterus salmoides*) mampu tumbuh dengan baik pada kadar lemak 18%. Selanjutnya ikan asian red tile catfish (*Hemibagrus wyckioides*) yang mengkonsumsi pakan dengan kadar lemak 10,5% mampu memberikan koefisien berat harian (DGC) dan PER terbaik (Deng *et al.* 2021). Abdel-Ghany *et al.* (2021) menambahkan bahwa ikan nila (*O. niloticus*) yang diberi pakan dengan kadar lemak 7%-8,5% mampu menghasilkan laju pertumbuhan dan efisiensi pemanfaatan pakan terbaik.

### 3. Komponen Penyusun Pakan

Pakan merupakan kebutuhan utama dalam kegiatan budidaya perikanan. Sebagian besar petani pelaku budidaya perikanan pembesaran baik dengan kolam terpal dan kolam tanah mengeluhkan dengan mahalnya biaya untuk pakan. Apalagi ikan yang dibudidayakan adalah jenis ikan yang “rakus” dengan pakan seperti ikan lele. Inilah penyebab utama petani enggan melakukan budidaya pembesaran ikan.

Secara umum sumber pakan ikan dibagi menjadi 2 yakni pakan alami dan pakan buatan. Pakan alami berasal dari zooplankton dan fitoplankton yang ada dalam air, sedangkan pakan buatan merupakan pakan yang sengaja dibuat oleh manusia untuk memenuhi nutrisi ikan dalam kegiatan budidaya. Sehingga dalam budidaya pembesaran ikan, inovasi dan kreativitas petani pembudidaya sangat diperlukan untuk mendapatkan nilai tambah.

Pakan buatan adalah pakan yang dibuat dari berbagai macam bahan baku pakan baik nabati maupun hewani dengan memperhatikan kandungan gizi, sifat dan ukuran ikan. Komposisi nutrisi dalam pakan buatan yang disusun berdasarkan kebutuhan zat gizi setiap jenis ikan disebut dengan formulasi pakan. Formulasi yang baik berarti mengandung semua zat gizi yang diperlukan ikan dan secara ekonomis murah serta mudah diperoleh sehingga memberikan keuntungan. Sementara itu, untuk menyusun formulasi pakan dibutuhkan pengetahuan tentang bahan baku pakan. Oleh karenanya, dalam modul ini akan disajikan pengetahuan tentang bahan baku pakan terlebih dahulu sebelum membahas penyusunan formulasi pakan. Komposisi nutrisi bahan baku yang terkandung dalam pakan akan berbeda-beda tergantung pada kebutuhan nutrisi pada masing-masing biota air. Oleh karena itu, pemilihan bahan baku pakan merupakan langkah awal dalam penyusunan formulasi pakan. Selain memilih bahan baku apa saja yang akan digunakan sebagai bahan pembuatan pakan, kandungan atau komposisi nutrisi dari setiap bahan baku tersebut juga harus diketahui.

Salah satu nutrisi yang harus tersedia dalam bahan baku pakan adalah protein, karena zat ini merupakan komponen utama untuk pertumbuhan ikan. Akan tetapi untuk menghitung kebutuhan energi yang terkandung dalam pakan, perlu juga diketahui komponen nutrisi yang lain, seperti karbohidrat dan lemak. Oleh karena itu, kandungan nutrisi dari setiap bahan baku harus diketahui, diantaranya adalah:

1. Bahan baku sumber protein, misalnya tepung ikan, tepung kepala udang, tepung bekicot, limbah peternakan, dll.
2. Bahan baku sumber karbohidrat, misalnya tepung jagung, tepung dedak, tepung bungkil kedelai, tepung sagu, dll.
3. Bahan baku sumber lemak, contohnya minyak ikan, Crude Palm Oil (CPO), dll.
4. Bahan baku sumber vitamin, meliputi tepung jagung, tepung ikan, dll.
5. Bahan baku sumber mineral, contohnya tepung tulang, tepung kulit kerang, dll.
6. Bahan baku suplemen, misalnya vitamin mix, mineral mix, premix, dll.

Secara umum, terdapat 4 (empat) kelompok bahan baku pakan ikan, yaitu bahan baku hewani, bahan baku nabati, bahan baku limbah industri pertanian dan bahan

tambahan. Dalam penentuan bahan baku tersebut, perlu dipertimbangkan terpenuhinya beberapa persyaratan berikut ini:

1. Mempunyai nilai gizi tinggi
2. Mudah diperoleh
3. Mudah diolah
4. Tidak mengandung racun
5. Harganya relatif murah
6. Tidak merupakan makanan pokok manusia sehingga tidak merupakan saingan.

#### **a. Bahan Baku Hewani**

Bahan baku hewani adalah bahan baku pembuatan pakan yang berasal dari hewan darat maupun air, misalnya tepung ikan, tepung bekicot, tepung rebon, tepung kepala udang, tepung tulang, tepung darah, dll. Bahan baku hewani ini selain merupakan sumber protein yang mudah dicerna, juga mengandung asam amino yang lebih lengkap dibandingkan dengan bahan baku nabati.

##### **1) Tepung ikan**

Selain sebagai salah satu bahan pakan yang mengandung protein cukup tinggi dan sebagai sumber mineral terutama kalsium dan fosfor, tepung ikan juga memiliki kualitas yang baik karena mengandung asam amino esensial (methionon dan lisin) yang sangat dibutuhkan ikan.

Sumber tepung ikan dapat berasal dari lokal dan impor. Harga tepung ikan impor lebih mahal dibandingkan dengan tepung ikan lokal. Hal ini disebabkan karena tepung ikan impor mengandung protein lebih tinggi, yaitu sekitar 56% dan terbuat dari ikan segar anchovy yang bermutu baik dan mengandung sedikit garam. Beberapa negara penghasil tepung ikan impor ini adalah Chili, Peru, China dan Thailand. Sedangkan tepung ikan lokal mengandung protein yang lebih rendah, yaitu sekitar 47%. Selain itu, mutunya juga jauh lebih rendah dibandingkan tepung ikan impor karena ikan yang digunakan sebagai tepung berasal dari jenis yang beragam, dan terkadang dicampur dengan limbah ikan. Bau tepung ikan lokal juga lebih menyengat dan berasa asin karena pengawetan dengan garam.

##### **2) Tepung Bekicot**

Tepung bekicot dapat menggantikan tepung ikan karena mengandung protein yang tinggi, yaitu 54 – 64%, lemak 4%, serat kasar 2-3%, dan mengandung mineral (khususnya Ca, P). Selain itu, bekicot terdapat di alam atau dibudidayakan, sehingga cenderung mudah didapatkan dan harganya murah.

##### **3) Tepung rebon dan benawa**

Rebon merupakan udang – udangan kecil, sedangkan benawa adalah anak – anak kepiting laut. Tepung rebon dan benawa mengandung protein yang cukup tinggi, akan tetapi sulit dicerna karena mengandung kitin.

##### **4) Tepung tulang**

Tepung tulang berasal dari sapi, kerbau, atau kambing yang dihaluskan sehingga menjadi tepung. Tepung tulang ini kaya akan mineral, sehingga penggunaannya sebagai bahan baku pembuatan pakan ikan hanya 5% dalam komposisi pakan ikan komersial.

#### **b. Bahan baku nabati**

Bahan baku nabati merupakan bahan baku pembuatan pakan ikan yang diperoleh dan berasal dari tumbuhan, contohnya adalah tepung kedelai, tepung jagung, dedak, tepung terigu, dll. Pada umumnya, bahan nabati menjadi sumber karbohidrat, protein dan vitamin.

### **1) Tepung Bungkil Kedelai**

Kedelai merupakan sumber protein nabati yang sangat baik dipakai dalam formulasi pakan, karena mudah dicerna dan mengandung asam amino esensial. Sebaiknya tepung kedelai diambil dari bungkil kedelai, karena memiliki kandungan lemak yang rendah atau bebas lemak, dibandingkan dengan tepung kedelai yang didapatkan dari biji kedelai utuh.

Keberadaan bungkil kedelai dalam pakan dapat diganti dengan sumber protein lain, misalnya ampas kecap (sebanyak 5%), bungkil kapuk (sebanyak 2,5%) dan ampas tahu (sebanyak 10,2%). Namun begitu, terdapat kelemahan dari bahan-bahan pengganti tersebut, antara lain:

- a) Ampas kecap, mempunyai kadar garam tinggi
- b) Bungkil kapuk, mengandung zat antinutrisi
- c) Ampas tahu, mempunyai serat kasar yang tinggi dan mudah tengik.

### **2) Tepung jagung**

Tepung jagung dapat berasal dari jenis jagung putih, jagung kuning, maupun jagung agak merah yang digiling halus. Dari ketiga jenis jagung tersebut, jagung kuning mengandung protein dan energi yang lebih besar dibandingkan dengan jagung putih. Selain itu, jagung kuning banyak mengandung karotin pro vitamin A yang tidak terdapat pada jagung putih. Penggunaan jagung dalam komposisi pakan diperbolehkan dengan jumlah 10 – 30%, karena penggunaan jagung yang terlalu banyak akan menyebabkan kandungan protein dalam pakan rendah, dan sebaliknya kandungan karbohidratnya tinggi.

### **3) Tepung Terigu**

Tepung terigu merupakan olahan dari biji gandum yang umumnya digunakan sebagai bahan baku pakan ikan karena mengandung protein yang cukup tinggi. Selain itu, dalam proses pengolahan pakan, tepung terigu juga berfungsi sebagai perekat. Kandungan nutrisi yang terkandung dalam tepung terigu adalah protein (9%); karbohidrat (77%); lemak (1-1,5%); dan air (12%).

## **c. Bahan baku limbah industri pertanian**

Bahan baku limbah industri pertanian merupakan bahan baku yang berasal dari limbah pertanian baik hewani maupun nabati, seperti tepungdarah, tepung kepala udang, bungkil kelapa, ampas tahu atau dedak halus.

### **1) Tepung Darah**

Darah yang akan dibuat tepung dapat berasal dari limbah rumah pemotongan ternak. Tepung darah mengandung protein sebanyak 71,45%, lemak 0,42%, karbohidrat 13,12%, serat 7,95% dan air 5,19%. Meskipun protein yang terkandung dalam darah cukup tinggi, akan tetapi penggunaannya disarankan < 5%, karena proteinnya sulit dicerna.

### **2) Tepung cangkang udang**

Cangkang udang adalah bahan yang berasal dari hasil pembuangan atau limbah industri pengolahan, biasanya terdiri dari kepala, kulit dan sedikit sisa daging. Tepung ini merupakan bahan baku yang potensial dan baik untuk pembuatan pakan. Tepung cangkang udang mengandung protein dan serat yang cukup tinggi serta kitin yang sulit dicerna oleh ikan, sehingga pemakaiannya dalam pakan sebaiknya tidak melebihi 10%.

### **3) Tepung Tetalan Daging Sisa (limbah industri)**

Tepung ini berasal dari sisa – sisa daging yang melekat di kepala, kaki, dan jeroan (lambung, usus, hati dan limpa). Tepung ini dapat menggantikan tepung ikan 100%.

#### **4) Tepung Bulu**

Jika memilih tepung bulu sebagai pengganti tepung ikan, maka jumlahnya tidak boleh lebih dari 5% karena tepung bulu mengandung gelatin yang sulit dicerna oleh ikan. Pada pakan udang, tepung bulu merupakan sumber mineral yang digunakan dalam proses pergantian kulit (moulting).

#### **5) Dedak**

Dedak berasal dari dalam negeri, yaitu dari hasil ikutan penggilingan padi yang banyak dipakai sebagai bahan formulasi pakan ikan. Bahan yang terkandung dalam dedak adalah:

- a) Kulit padi atau gabah yang banyak mengandung serat kasar dan mineral
- b) Selaput putih yang mengandung protein, vitamin B1, lemak dan mineral
- c) Bahan karbohidrat yang mudah dicerna

Salah satu kelemahan dari dedak adalah mengandung lemak yang tinggi dan mudah tengik, sehingga diperlukan teknologi pengolahan dan penyimpanan yang tidak murah. Berikut ini disajikan berbagai macam bahan baku hewani, nabati, limbah pertanian dan bahan baku yang berasal dari sumber lainnya, disertai dengan komposisi nutrisi yang terkandung dalam setiap bahan baku pakan tersebut.

#### **6) Ampas tahu**

Ampas tahu merupakan sisa hasil pembuatan tahu yang memiliki kandungan gizi yang cukup baik. Energi yang terkandung dalam ampas tahu sebesar 414 kilokalori. Selain itu, ampas tahu juga mengandung protein 26,6%, karbohidrat 41,3%, lemak 18,3%, kalsium 19%, fosfor 29%, dan zat besi 4%. Dari penelitian yang dilakukan terhadap 100 gram ampas tahu, diketahui ampas tahu juga mengandung vitamin A sebanyak 0 IU, vitamin B 12 0,2 miligram dan vitamin C 0 miligram. Menurut Sudigdo (1983), ampas tahu dapat diawetkan dengan mengubahnya menjadi tepung.

#### **d. Bahan Tambahan**

Selain ketiga bahan baku diatas, masih ada bahan lain yang digunakan dalam pembuatan pakan, yaitu bahan tambahan. Bahan tambahan ini merupakan bahan yang berfungsi untuk melengkapi kebutuhan nutrisi yang tidak terdapat dalam bahan baku untuk pembuatan pakan, seperti vitamin mineral, antioksidan, bahan perekat. Bahan tambahan juga berfungsi untuk merangsang nafsu makan atau memberi aroma pakan, memperbaiki tekstur pakan, membantu memperbaiki proses metabolisme ikan dan proses pencernaan.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi dalam Bahan Baku Pakan

JENIS BAHAN BAKU	PROTEIN (%)	KARBOHIDRAT (%)	LEMAK (%)
<b>Nabati</b>			
Tepung dedak padi	11,35	28,62	12,15
Tepung dedak gandum	11,99	64,78	1,48
Tepung cantel	13,00	47,85	2,05
Tepung terigu	8,90	77,30	1,30
Tepung kedelai	39,6	29,50	14,30
Tepung sagu	7,25	77,45	0,55
Tepung bungkil kelapa	17,09	23,77	9,44
Tepung biji kapok randu	27,40	18,60	5,60
Tepung biji kapas	19,40	-	19,50
Tepung biji gandum	27,8	59,6	4,3
Tepung daun turi	27,54	21,30	4,73
Tepung daun lamtoro	36,82	16,08	5,40
Tepung daun singkong	34,21	14,69	4,60
Tepung jagung	7,63	74,23	4,43
Tepung kanji	0,41	86,40	0,54
Tepung daung akasia	25,7	41,7	5,6
Tepung daun kangkung	28,5	43,6	5,4
Tepung daun pepaya	20,7	42,6	11,6
Tepung kopra	22,0	44,3	6,7
Tepung maizena	62,6	25,9	7,7
<b>Hewani</b>			
Tepung ikan import	62,65	5,81	15,38
Tepung rebon	59,40	3,20	3,60
Tepung benawa/kepiting	23,38	0,06	25,33
Tepung ikan mujair	55,6	7,36	11,2
Tepung ikan teri	63,76	4,1	3,7
Tepung ikan petek	60,0	2,08	15,12
Tepung kepiting	53,62	13,15	3,66
Tepung cumi	62,21	-	-
Tepung ikan kembung	40,63	1,26	5,25
Tepung rebon	13,37	1,67	1,52
Tepung bekicot	54,29	30,45	4,18
Tepung cacing tanah	72,00	-	-
Telur ayam/itik	12,80	0,70	11,50
Tepung tongkol	55,72	6,62	4,11
<b>Limbah Pertanian</b>			
Isi perut hewan mamalia	8,39	5,54	53,51
Tepung anak ayam	61,65	-	27,3
Bungkil kelapa sawit	18,7	64	4,5
Tepung kepala udang	53,74	0	6,65
Tepung anak ayam	61,56	-	27,30
Tepung kepompong ulat sutera	46,74	-	29,75
Bungkil kacang tanah	49,5	28,3	11,4
Tepung darah	71,45	13,32	0,42
Tepung kerang	66,56	-	-
<b>Sumber Lainnya</b>			
Silase ikan	18,20	-	1,20
Ampas tahu	23,55	43,45	5,54
Bekatul	10,86	45,46	11,19
<b>Sumber Lainnya</b>			
Gelatin	94,4	5,1	0,0
Susu	35,60	52,00	1,00
Ragi	55,2	35,1	0,8

## 1) Vitamin

Vitamin merupakan senyawa organik yang esensial bagi pertumbuhan ikan dan harus didatangkan melalui pakan, sebab ikan tidak mampu mensintesis vitamin dalam tubuhnya. Kebutuhan ikan akan vitamin sebenarnya tidak terlalu besar, namun tetap harus tersedia karena vitamin berperan untuk menjaga agar proses-proses yang terjadi di dalam tubuh ikan tetap berlangsung dengan baik. Vitamin yang ditambahkan ke dalam pakan buatan biasanya adalah vitamin-mix (premix), yang merupakan campuran

berbagai macam vitamin yang diperlukan oleh ikan, seperti vitamin A, D, E, K, B1, B2, B12, dan C.

Kekurangan vitamin atau avitaminosis pada ikan akan mengakibatkan kelainan - kelainan pada tubuh, baik kelainan bentuk maupun fungsi faal (fisiologi). Sebaliknya, apabila kelebihan vitamin juga dapat menimbulkan penyakit hipervitaminosis. Pemberian pakan ikan dengan suplemen vitamin C 300 mg/kg dapat meningkatkan ketahanan tubuh terhadap stress akibat kandungan oksigen terlalu rendah. Percobaan yang dilakukan Nuranto (1991) menunjukkan bahwa pada ikan lele dengan panjang 7-8 cm membutuhkan kadar vitamin C dalam pakan sebanyak 100 mg/kg pakan, sedangkan kadar vitamin 25 mg/kg pakan memperlihatkan gejala defisiensi.

Li (2008) menyatakan bahwa, untuk jenis-jenis ikan catfish, kebutuhan vitamin E berkisar antara 60 – 240 mg/kg ransum ikan. Kadar vitamin E 60 mg/kg pakan dapat memberikan kelangsungan hidup ikan yang tinggi.

## 2) Mineral

Mineral adalah bahan anorganik yang dibutuhkan oleh ikan untuk pembentukan jaringan tubuh, proses metabolisme dan mempertahankan keseimbangan osmosis. Zat-zat mineral dalam tubuh ikan banyak memiliki fungsi antara lain:

- a) Membentuk bagian dari kerangka, gigi, kulit dan hemoglobin
- b) Mempertahankan sistem celloid (tekanan osmosis, vicisity, difusi)
- c) Sebagai sumber buffer untuk mempertahankan keasaman pada level tertentu.

Pada umumnya, mineral-mineral tersebut didapatkan dari makanan karena ikan tidak dapat memproduksi mineral sendiri. Oleh karena itu, beberapa macam mineral yang penting perlu kita tambahkan pada proses pembuatan pakan. Menurut Lovell, beberapa mineral yang dibutuhkan oleh ikan adalah:

- a) Ca (Kalsium) dan P (Phospor), digunakan untuk pertumbuhan tulang dan menjaga agar jaringan tubuh dapat bekerja secara normal.
- b) NaCL (Natrium Klorida), digunakan untuk pertumbuhan.
- c) Fe (Ferum), digunakan untuk pembentukan sel darah merah.
- d) Cu (Cuprum) membantu penggunaan Fe dalam tubuh.
- e) I (Iodium), untuk pembentukan tiroxin (hormon tiroid).
- f) Mn (Mangan), membantu proses ovulasi dan reproduksi.

Ikan membutuhkan mineral dalam jumlah yang sedikit. Oleh karena itu, kebutuhan optimal mineral yang terkandung dalam pakan hanya sekitar 1-2 %.

Tabel 2. Penggunaan Vitamin Pada Pakan Ikan Untuk Ikan Tropis

Bahan Baku	Kandungan dalam Pakan (mg/kg pakan kering)
Vitamin A	6.000 I.U
Vitamin D <sub>5</sub>	1.000 IU
Vitamin E	60
Vitamin K	12
Vitamin C	240
Vitamin B <sub>1</sub>	24
Vitamin B <sub>2</sub>	24
Vitamin B <sub>3</sub> ( <i>Niacin</i> )	120
Vitamin B <sub>5</sub> ( <i>Pantothenic acid</i> )	60
Vitamin B <sub>6</sub>	24
Vitamin B <sub>7</sub> ( <i>Biotin</i> )	0,24
Vitamin B Kompleks/B <sub>9</sub> ( <i>Folid acid</i> )	6
Kolin Klorida ( <i>Choline chloride</i> )	540
Vitamin B <sub>12</sub>	0,24

Sumber: Chow, 1982 FI: DP/IND/75/031 FAO, Rome dalam *Fish Nutrition Third Edition*.

Tabel 3. Penggunaan Mineral Pada Pakan Ikan Untuk Ikan Tropis

Bahan Baku	Kandungan dalam Pakan (mg/kg pakan kering)
Fe	50
Cu	3
Mn	20
Zn	30
I	0,1
Co	0,01
Se	0,1

Sumber: Chow, 1982 FI: DP/IND/75/031 FAO, Rome dalam *Fish Nutrition Third Edition*.

### 3) Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa atau zat antitengik yang dapat menghambat, menunda, memperlambat atau mencegah reaksi oksidasi pakan/bahan pakan meskipun dalam konsentrasi yang kecil, sehingga tidak mudah tengik. Oleh karena itu, senyawa antioksidan memiliki peran penting dalam mempertahankan mutu produk pangan dan menghambat berbagai jenis kerusakan seperti perubahan warna dan aroma, ketengikan, perubahan tekstur dan bahan perubahan nilai gizi. Sumber antioksidan dapat diperoleh secara alami dan sintesis.

Antioksidan alami merupakan antioksidan yang diperoleh secara alami dari dalam bahan pakan itu sendiri, baik yang terbentuk selama dari reaksi-reaksi selama proses pengolahan maupun yang diisolasi dari sumber alami yang tidak dapat dimakan dan digunakan sebagai bahan tambahan makanan. Bahan pangan nabati merupakan bahan pangan yang paling banyak mengandung antioksidan. Penambahan vitamin dalam bahan pangan juga menjadi sumber antioksidan. Salah satu contohnya adalah vitamin E. Sebagai antioksidan, vitamin E dapat melindungi lemak atau asam lemak yang terdapat dalam membran sel agar tidak teroksidasi. Contoh lain dari antioksidan alami adalah vitamin A, E, C, polyphenol, glutation, asam ellagic, dll.

Selain antioksi dan alami, terdapat pula antioksidan sintesis, yaitu antioksidan yang diperoleh dari hasil sintesis reaksi kimia dan diproduksi untuk tujuan komersial, misalnya BHT (butylated hydroxytoluena), BHA (butylated hydroxyanisole), propil galat, TBHQ (tert-butil hidroksi quinon), tokorefol, dll. Dosis penggunaan dari kebanyakan antioksidan berkisar antara 200 – 300 g/ton untuk bahan baku mengandung lebih dari 10 % lemak. Misalnya penggunaan dalam pakan untuk etoksikuin adalah 150 ppm, BHT 200 ppm, BHA 200 ppm. Pakan mengandung antioksidan dapat disimpan selama 3 – 6 minggu, bahkan jika disimpan pada suhu tinggi (50° C dan kelembaban nisbi 80 - 90 %) (Bautista *et al.* 1994)

### 4) Bahan Perekat (binder)

Penggunaan bahan perekat (binder) dalam pakan berhubungan dengan kualitas pakan, terutama sifat fisik pakan. Adanya bahan perekat (binder) di dalam pakan mampu meningkatkan daya apung pakan maupun stabilitas pakan dalam air. Oleh karena itu, bahan perekat (binder) merupakan bahan tambahan yang sengaja ditambahkan ke dalam formula pakan untuk menyatukan semua bahan baku yang digunakan dalam membuat pakan. Dikenal 2 (dua) jenis bahan perekat, yaitu alami dan sintesis. Contoh bahan perekat alami yang sering digunakan adalah tepung tapioca, tepung gapek, tepung terigu, tepung jagung, tepung beras, onggol, molasses, bungkil inti sawit, dan rumput laut. Sedangkan bahan perekat sintesis yang biasa digunakan adalah CMC (Carboksil Metil Cellulosa). Akan tetapi, CMC kurang ekonomis dan efektif apabila

digunakan sebagai bahan perekat karena harganya cukup mahal. Oleh karena itu, dalam pembuatan pakan skala tradisional atau kecil, banyak menggunakan bahan perekat alami dari bahan baku nabati atau hewani. Selain sebagai bahan perekat, penggunaan bahan baku nabati dan hewani ini juga akan meningkatkan kandungan protein dalam pakan (Bautista *et al.* 1994).

Nasution (2006), dalam penelitiannya menggunakan tepung tapioca sebagai bahan perekat pada pakan ikan sebanyak 5% dan hasilnya pakan ikan memiliki daya apung di atas permukaan air selama  $\pm 10$  menit. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mulia *et al.* (2014) tentang uji fisik dan kimiawi pakan ikan yang menggunakan bahan perekat alami, diketahui bahwa penggunaan tepung tapioka dan tepung terigu sebanyak masing-masing 10% dari bobot ramuan pakan mampu meningkatkan daya apung yaitu sebesar 294 – 303,45 menit. Konsentrasi ini diduga paling efektif karena menyamai daya apung pakan komersil, yaitu 283 menit. Hasil ini berbanding lurus dengan tingkat kekerasan pakan, tepung tapioka dan tepung terigu selain sebagai sumber energi, juga berperan sebagai bahan perekat yang baik, sehingga pakan yang dihasilkan memiliki tingkat kekerasan yang baik (Mudjiman, 2004).

## 5) Atraktan

Menurut Bautista *et al.* (1994) atraktan adalah bahan yang dicampurkan dalam pakan dengan jumlah sedikit untuk meningkatkan asupan pakan (feed intake). Adanya atraktan dalam pakan akan memungkinkan ikan mengenali pakan tersebut sebagai sumber makanannya. Penambahan atraktan pada pakan dapat mempercepat waktu produksi dan penambahan atraktan yang sesuai dapat mengurangi sisa pakan, sehingga kualitas media pemeliharaan dan lingkungan menjadi lebih baik. Pakan dengan protein rendah biasanya banyak mengandung bahan baku nabati. Pakan jenis ini tidak berbau amis, karena kandungan unsur hewannya rendah. Oleh karena itu, perlu penambahan atraktan dalam pakan pada saat penyusunan formulasi. Pada umumnya, terdapat dua sumber senyawa atraktan yang digunakan dalam pakan, yaitu atraktan alami dan kimiawi. Jika mempertimbangkan aspek keamanan pangan (food safety), maka penggunaan bahan alami akan lebih memiliki prospek dibandingkan bahan tambahan kimiawi. Hal ini disebabkan karena efek kumulatif bahan tambahan kimiawi biasanya terjadi pada makanan yang mengandung bahan kimiawi, sehingga penggunaan dalam jangka panjang dapat berdampak pada kesehatan manusia.

Sumber atraktan alami yang biasa ditambahkan dalam pakan adalah tepung cumi, terasi udang, kerang darah, minyak ikan, atau minyak cumi. Oleh karena bau amis tidak selalu berhubungan langsung dengan nafsu makan dan adakalanya ikan lebih tertarik pada bau pakan tertentu meskipun tidak berbau amis, maka minyak ikan dan minyak cumi meskipun tidak berbau amis, namun merupakan atraktan yang baik. Penelitian yang dilakukan oleh EL-Dakkar pada tahun 2008 menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak daun bawang putih dan marjoram (dried basil leaves, DBL) sebagai bahan atraktan dalam pakan ikan nila dapat meningkatkan pencernaan protein dan energi serta menurunkan level pencernaan terhadap lemak dan karbohidrat. Penambahan DBL 2% secara signifikan juga memberikan pertumbuhan lebih baik dan dapat mengurangi limbah. Dua keuntungan yang diperoleh dari penambahan DBL adalah biaya pembuatan pakan yang rendah dan indeks keuntungan yang tinggi karena nilai FCR lebih kecil. Untuk sumber atraktan kimiawi, beberapa senyawa seperti L-asam amino, nukleotida, dan betaine merupakan stimulus pada mekanisme tanggap ikan terhadap pakan.

## 4. Tenik Penyusunan Formulasi Pakan

Pengetahuan yang harus dipahami dalam menyusun formulasi pakan ikan adalah kebutuhan ikan akan beberapa kandungan zat gizi antara lain adalah: Protein, Kebutuhan ikan akan protein berkisar 20 - 60%. Untuk ikan-ikan laut biasanya kebutuhan

protein cukup tinggi karena merupakan kelompok ikan karnivora yaitu berkisar antara 30-60%. Lemak, Kebutuhan ikan akan lemak berkisar anantara 4-18%. Sumber lemak biasanya dari hewani dan lemak nabati. Karbohidrat, Karbohidrat, terdiri dari serat kasar dan Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN). Kebutuhannya berkisar antara 20-30%. Sumber karbohidrat biasanya dari nabati seperti jagung, beras, dedak, tepung terigu, sagu dan lain-lain. Kandungan serat kasar kurang dari 8 % akan menambah struktur pellet, jika lebih dari 8 % akan mengurangi kualitas pellet. Vitamin dan Mineral, Kebutuhan akan vitamin dan mineral berkisar antara 2-5%.

Menurut Bautista et al. (1994), ada beberapa metode yang digunakan dalam menyusun formulasi pakan antara lain:

- Metode Pearsons Square (Metode segi empat Pearsons)
- Metode Aljabar
- Metode coba-coba (Trial and Error)

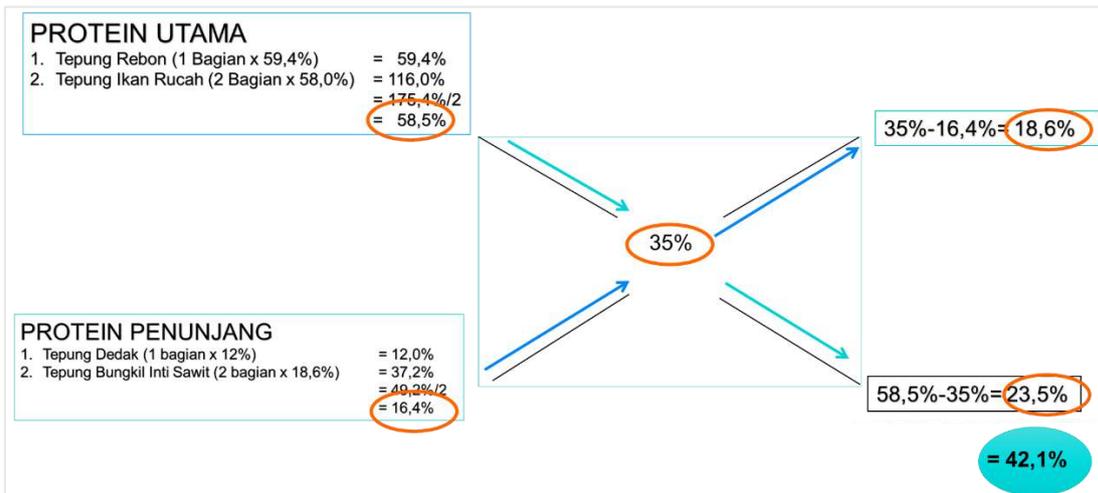
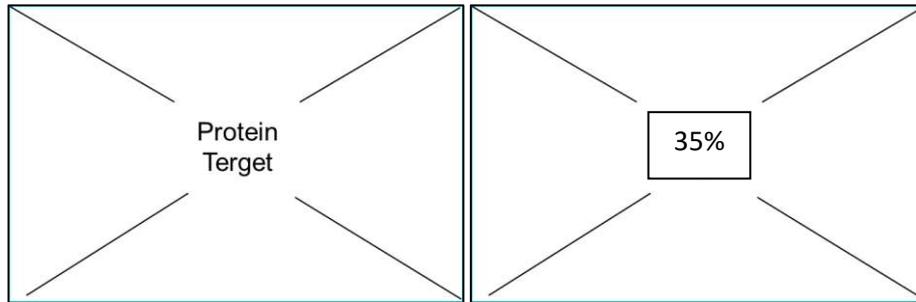
#### a. Metode Pearsons

Penyusunan formulasi berdasarkan metode Persons dikenal juga dengan metode amplop didasarkan atas kadar protein bahan-bahan pakan ikan. Berdasarkan tingkat kandungan protein, bahan-bahan pakan ikan ini terbagi atas dua bagian yaitu:

- 1) Protein Utama, yaitu bahan baku pakan ikan, baik yang berasal dari nabati, hewani dan limbah yang kandungan protein lebih dari 20%.
- 2) Protein Basal, yaitu: bahan baku pakan ikan, baik yang berasal dari nabati, hewani dan limbah yang mempunyai kandungan protein kurang dari 20%.

Langkah-langkah dalam penggunaan formulasi pakan ikan dengan metode pearsons, antara lain:

- 1) Mengelompokkan bahan baku yang telah dipilih berdasarkan kadar protein, misalkan:
  - Bahan baku kelompok protein Utama: Tepung ikan rucah 58,0%, dan Tepung Udang Rebon 59,4%.
  - Bahan baku kelompok protein basal: Dedak halus 12,0 % dan Tepung Bungkil Inti Sawit 18,6%.
- 2) Menghitung rata-rata dari masing-masing bahan baku kelompok protein basal dan protein utama.  
Protein basal:  $(12,0\% + 18,6\%) / 2 = 30,6\%/2=15,3\%$   
Protein utama:  $(58,0\% + 59,4\%) / 2 = 117,4\%/2=58,7\%$
- 3) Menentukan kadar protein pakan ikan yang akan dibuat (misalkan 30%), dan membuat kotak segiempat (seperti amplop) dengan bidang diagonalnya sampai perhitungannya disajikan pada diagram dibawah ini :



PROTEIN UTAMA  
 $(18,6/42,1) \times 100 = 44,18\%$

PROTEIN BASAL  
 $(23,5/42,1) \times 100 = 55,82\%$

TOTAL =  $44,18\% + 55,82\% = 100\%$

- 1. Tepung Rebon = 1 bagian
- 2. Tepung Ikan Rucah = 2 bagian

Tepung Rebon =  $1/3 \times 44,18\% = 14,73\%$   
 Tepung Ikan Rucah =  $2/3 \times 44,18\% = 29,45\%$

- 1. Tepung Dedak = 1 bagian
- 2. Tepung Bungkil Inti Sawit = 2 bagian

Tepung Dedak =  $1/3 \times 55,82\% = 18,61\%$   
 Tepung Bungkil Inti Sawit =  $2/3 \times 55,82\% = 37,21\%$

Apabila kita ingin membuat pakan 1 kg = 1000 gr  
 Maka kebutuhan bahan adalah :

- 1. Tepung Rebon =  $14,73\% \times 1000 \text{ gr} = 147,3 \text{ gr}$
- 2. Tepung Ikan Rucah =  $29,45\% \times 1000 \text{ gr} = 294,5 \text{ gr}$
- 3. Tepung Dedak =  $18,61\% \times 1000 \text{ gr} = 186,1 \text{ gr}$
- 4. Tepung Bungkil Inti Sawit =  $37,21\% \times 1000 \text{ gr} = 372,1 \text{ gr}$

## b. Metode Persamaan Aljabar

Langkah pembuatan formulasi pakan berdasarkan metode persamaan aljabar adalah sebagai berikut :

- 1) Mengelompokkan bahan baku yang termasuk ke dalam kelompok sumber protein utama dan kelompok sumber protein penunjang.
- 2) Membuat rencana atau perkiraan yang akan digunakan untuk masing-masing bahan baku tersebut. contoh 1) kelompok sumber protein utama adalah tepung ikan rucah dan tepung udang rebon. Rencana proporsi atau perkiraan yang akan digunakan adalah tepung ikan rucah 2 bagian dan tepung udang rebon 1 bagian, 2) kelompok sumber protein penunjang adalah dedak halus dan tepung bungkil inti sawit dengan porsi masing-masing adalah dedak 1 bagian dan tepung bungkil inti sawit 2 bagian.
- 3) Referensi yang berkaitan dengan kandungan protein dari bahan baku yang digunakan yaitu tepung ikan rucah, tepung rebon, dedak, dan tepung bungkil inti sawit. Berdasarkan referensi tersebut kandungan protein tepung ikan rucah adalah 58,0%, tepung rebon 59,4%, dedak 12,0%, dan tepung bungkil inti sawit 18,6%.
- 4) Menghitung berat rata-rata kandungan protein dari tiap kelompok
 

Kelompok sumber protein utama:

Tepung ikan rucah	= 2 bagian x 58,0%	= 116,0%
Tepung rebon	= 1 bagian x 59,4%	= 59,4%
Jumlah	= 3 bagian	= 175,4 %
Berat rata-rata kandungan protein		= $175,4\% / 3 = 58,5\%$

Kelompok sumber protein penunjang:

Dedak	= 1 bagian x 12,0%	= 12,0%
Tepung Bungkil Inti Sawit	= 2 bagian x 18,6%	= 37,2%
Jumlah	= 3 bagian	= 49,2%
Berat rata-rata kandungan protein		= $49,2\% / 3 = 16,4\%$
- 5) Jadikan variabel untuk masing-masing kelompok bahan baku yang akan digunakan yaitu :
 

X = jumlah berat (gram) kelompok sumber protein utama per 100 gram formulasi pakan

Y = jumlah berat (gram) kelompok sumber protein penunjang per 100 g formulasi pakan

- 6) Berdasarkan 2 variabel tersebut diperoleh persamaan 1  
 $X + Y = 100$ ..... (persamaan 1)
- 7) Berdasarkan nilai kandungan protein setiap kelompok bahan baku dan nilai protein yang diinginkan diperoleh persamaan 2  
 $0,585 X + 0,164 Y = 35,0$  .....(persamaan 2)  
 0,585 adalah nilai 58,5% (58,5/100) dari kandungan protein kelompok sumber-protein utama; 0,164 adalah nilai 16,4% (16,4/100) dari kandungan protein kelompok sumber protein penunjang; 35 adalah jumlah protein yang diinginkan untuk setiap 100 g formulasi pakan.
- 8) Untuk mendapatkan nilai salah satu variabel, dibuat persamaan 3 dengan dasar dari persamaan 1 dengan mengkalikan dengan 0,585;  
 $0,585 X + 0,585 Y = 58,5$  .....(persamaan 3)  
 (masing-masing dikalikan 0,585 sehingga akan ada 2 persamaan mengandung nilai variabel yang sama yaitu 0,585 X).  
 Lakukan pengurangan dari persamaan 3 yang baru diperoleh dengan persamaan 2 sehingga dapat diperoleh nilai Y yaitu jumlah gram kelompok sumber protein penunjang untuk setiap 100 g formulasi pakan.  
 $0,585 X + 0,585 Y = 58,5$ .....(persamaan 3)  
 $0,585 X + 0,164 Y = 35,0$ .....(persamaan 2)  
 $0,421 Y = 23,5$   
 $Y = 23,5/0,421$   
 $= 55,82 \text{ g}$
- 9) Masukkan nilai Y yang diperoleh dalam persamaan 1 sehingga dapat diperoleh nilai X yaitu jumlah gram kelompok sumber protein utama untuk setiap 100 g formulasi pakan.  
 $X + 55,82 = 100$   
 $X = 100 - 55,82$   
 $X = 44,18 \text{ g}$
- 10) Hitunglah kontribusi setiap bahan baku dalam setiap kelompok yaitu  
 a. Kelompok sumber protein utama  
 Tepung ikan rucah = 2 bagian  
 $= 2/3 \times 44,18 \text{ g}$   
 $= 29,45 \text{ g (29,45\%)}$   
 Tepung Rebon = 1 bagian  
 $= 1/3 \times 44,18 \text{ g}$   
 $= 14,73 \text{ g (14,73\%)}$   
 b. Kelompok sumber protein penunjang  
 Dedak = 2 bagian  
 $= 2/3 \times 55,82 \text{ g}$   
 $= 37,21 \text{ g (37,21\%)}$   
 Tepung Bungkil Inti Sawit = 1 bagian  
 $= 1/3 \times 55,82 \text{ g}$   
 $= 18,61 \text{ g (18,61\%)}$

Dengan demikian dapat diketahui bahwa untuk menyusun formulasi pakan yang mengandung protein 35% atau 35 g protein untuk setiap 100 g formulasi pakan diperlukan bahan dari tepung ikan rucah sebanyak 29,45 g, tepung rebon 14,73 g, dedak 37,21 g, dan tepung bungkil inti sawit 18,61 g.

### c. Metode Work Sheet (Trial and Error)

Metode Work Sheet (trial and error) adalah merupakan metode cukup sederhana yang biasanya digunakan oleh pembuat pakan ikan skala kecil dan langsung dapat mengetahui sumbangan masing-masing bahan baku terhadap kadar protein pakan yang akan dibuat berdasarkan kandungan nutrisi bahan baku yang ada. Metode work sheet digunakan untuk memperoleh kombinasi bahan baku pakan yang tepat dan memenuhi nutrisi yang dibutuhkan oleh ikan, akan tetapi diperlukan beberapa percobaan sampai mendapatkan kandungan protein sesuai dengan kebutuhan. Metode ini dapat dikerjakan secara komputerisasi menggunakan program excel. Contoh penyusunan formulasi pakan menggunakan metode work sheet adalah sebagai berikut :

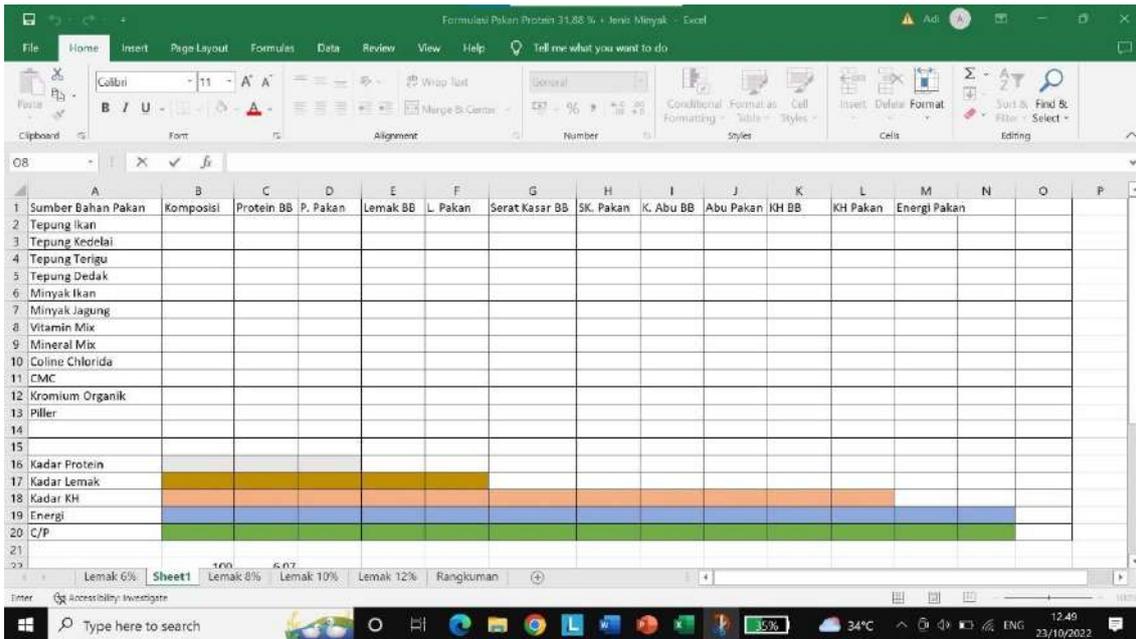
- 1) Menyiapkan bahan baku pakan sesuai dengan kebutuhan seperti tepung terigu, tepung ikan, tepung kedelai dan tepung dedak termasuk minyak ikan, minyak jagung sebagai sumber utama lemak, vitamin dan mineral serta CMC sebagai perekat dan selulosa sebagai filler (pelengkap formulasi)
- 2) Analisis bahan baku pakan sesuai dengan ketersediaan bahan yang dibutuhkan dengan mempertimbangkan kadar protein target dan energi pakan yang ingin dibuat.

Tabel 4. Kandungan Nutrisi Bahan Baku (% Berat Basah dan %Berat Kering)

Bahan Baku	Kandungan Nutrisi Bahan (% Berat Basah)					
	Air	Abu	Protein	Lemak	Serat	BETN
Terigu	12,84%	0,58%	9,20%	0,68%	0,05%	76,65%
T. Ikan	15,66%	23,77%	49,11%	6,49%	1,04%	3,93%
B. Kedelai	12,84%	6,82%	41,24%	1,46%	4,02%	33,62%
T. Dedak	9,31%	9,22%	15,16%	1,71%	7,38%	57,22%

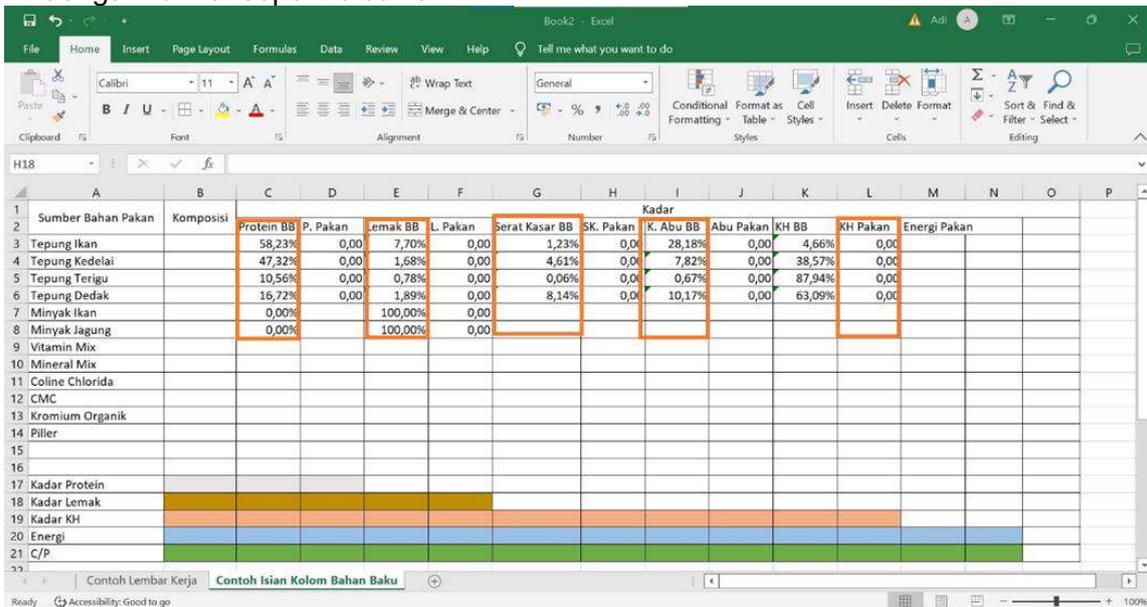
Bahan Baku	Kandungan Nutrisi Bahan (% Berat Kering)					
	Air	Abu	Protein	Lemak	Serat	BETN
Terigu	-	0,67%	10,56%	0,78%	0,06%	87,94%
T. Ikan	-	28,18%	58,23%	7,70%	1,23%	4,66%
B. Kedelai	-	7,82%	47,32%	1,68%	4,61%	38,57%
T. Dedak	-	10,17%	16,72%	1,89%	8,14%	63,09%

- 3) Menetapkan protein target misal Protein Pakan 31,8% dengan kandungan energi 268,12 kal, Karbohidrat 32% dan Lemak 10%.
- 4) Buat lembar kerja di aplikasi MS Excel seperti dibawah ini :



Gambar 1. Contoh Lembar Kerja di Aplikasi MS Excel

- 5) Isi lembar kerja tersebut sesuai kandungan nutrisi bahan pada kolom nutrisi bahan baku yang berasal dari hasil analisis proksimat bahan dalam kondisi berat kering dengan format seperti dibawah ini :



Gambar 2. Contoh Pengisian Kandungan Nutrisi di Lembar Kerja

- 6) Isi kolom komposisi bahan sesuai dengan protein target, kadar lemak, kadar karbohidrat dan jumlah energi yang ingin dicapai serta tetapkan komposisi vitamin, mineral, coline chlorida, cmc, suplemen dan filler (apabila) dibutuhkan. Contoh seperti dibawah ini :

Sumber Bahan Pakan	composisi (gr)	Protein	P. Pakan	Lemak	L. Pakan	Serat Kasar	SK. Pakan	Abu	Abu Pakan	KH	KH Pakan	Energi Pakan
Tepung Ikan	28,25	58,23%	16,45	7,70%	2,17	1,23%	0,35	28,18%	7,96	4,66%	1,32	
Tepung Kedelai	25,70	47,32%	12,16	1,68%	0,43	4,61%	1,19	7,82%	2,01	38,57%	9,91	
Tepung Terigu	14,50	10,56%	1,53	0,78%	0,11	0,06%	0,01	0,67%	0,10	87,94%	12,75	
Tepung Dedak	10,00	16,72%	1,67	1,89%	0,19	8,14%	0,81	10,17%	1,02	63,09%	6,31	
Minyak Ikan	3,55	0,00%		100,00%	3,55							
Minyak Jagung	3,55	0,00%		100,00%	3,55							
Vitamin Mix	3,00											
Mineral Mix	3,00											
Coline Chlorida	2,00											
CMC	2,00											
Kromium Organik	0,18											
Piller	4,27											
	100,00											
Kadar Protein			31,81%									
Kadar Lemak				10,01%								
Kadar KH						2,36					30,29%	
Energi												268,12 kcal/gr Prot
C/P												8,43 kal/gr Prot

- 5) Berdasarkan komposisi yang telah diisikan pada lembar kerja tersebut diperoleh kadar protein yang diharapkan yaitu 31,8%, Lemak 10% dan Karbohidrat 32,65% dan dengan perhitungan konversi energi diperoleh energi pakan sebesar 268,12 kal sesuai dengan yang diinginkan. Berdasarkan komposisi tersebut maka jumlah bahan baku yang diperlukan untuk membuat pakan seberat 10 kg adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Jumlah bahan yang diperlukan untuk membuat pakan 10 kg

No.	Sumber Bahan Pakan	Komposisi (%)	Jumlah Bahan yang diperlukan untuk membuat 10 kg Pakan (Kg dalam % Berat Kering)
1.	Tepung Ikan	28,25	2,825
2.	Tepung Kedelai	25,70	2,57
3.	Tepung Terigu	14,50	1,45
4.	Tepung Dedak	10,00	1
5.	Minyak Ikan	3,55	0,355
6.	Minyak Jagung	3,55	0,355
7.	Vitamin Mix	3,00	0,3
8.	Mineral Mix	3,00	0,3
9.	Coline Chlorida	2,00	0,2
10.	CMC	2,00	0,2
11.	Kromium Organik (Suplemen)	0,18	0,018
12.	Piller (Selulosa)	4,27	0,427
	Total Komposisi	100,00	10 kg

(Sumber = Susanto, 2021).

## 5. Tahapan Pembuatan Pakan

### a. Persiapan Bahan Pakan

Identifikasi dan pemilihan bahan baku untuk pembuatan pakan perlu dilakukan. Dalam membuat pakan buatan untuk ikan, hal pertama yang harus dipertimbangkan, adalah persyaratan bahan baku untuk pakan, yaitu:

- 1) Bahan baku pakan tidak boleh bersaing dengan bahan makanan manusia. Bila manusia banyak membutuhkannya, bahan baku ini tidak boleh diberikan kepada ikan.
- 2) Bahan baku ini harus tersedia dalam waktu lama, atau ketersediaannya harus kontinyu. Bahan baku yang pada suatu saat ada dan kemudian lenyap, harus dihindari. Padi yang diproduksi secara massal dan nasional, tentu menyebabkan ketersediaan dedak dan bekatul untuk ternak juga melimpah ruah. Sebaliknya untuk bahan baku yang diproduksi secara terbatas, juga akan menghasilkan bahan secara terbatas pula.
- 3) Harga bahan baku; walaupun bisa digunakan, tapi bila harganya mahal maka penggunaan bahan atau peran bahan baku itu sebagai bahan baku sudah tersisihkan. Sebenarnya murah atau mahalnya bahan baku itu harus dinilai dari manfaat bahan itu, yang merupakan cermin dari kualitas bahan tersebut. Tepung ikan, misalnya harganya memang mahal, tetapi bila dibandingkan dengan kandungan proteinnya yang tinggi dan kelengkapan asam aminonya, maka penggunaan tepung ikan menjadi murah.
- 4) Kualitas gizi bahan baku, menjadi persyaratan penting lainnya. Walaupun harganya murah, banyak terdapat di Indonesia, dan ketersediaannya kontinyu, tetapi bila kandungan gizinya buruk, tentu bahan baku ini tidak dapat digunakan.

#### **b. Pembuatan Pakan**

- 1) Penghalusan bahan baku
  - Setiap bahan digiling menggunakan mesin penepung.
  - Untuk jagung kuning, pada umumnya bila bagian lembaga sudah halus, maka bagian yang kuning tidak dapat dihaluskan lagi dan dapat disisihkan, digunakan untuk pakan unggas.
  - Setelah digiling, setiap bahan baku diayak agar ukurannya seragam. Bahan baku yang tertahan dapat dihaluskan Kembali menggunakan mesin penepung.
  - Simpan di wadah-wadah plastik dan diberi nama
- 2) Penimbangan bahan baku
  - Sesuai dengan perhitungan terdahulu dalam lembar informasi, dapat diketahui berapa % bahan yang akan digunakan.
  - Hitung berapa jumlah bahan yang akan digunakan, bila dalam praktikum ini akan dibuat 10 kg pakan (berat kering).
  - Timbanglah sesuai dengan kebutuhan.
  - Simpan dalam wadah plastik dan beri nama.
- 3) Pencampuran bahan baku
  - Campurlah bahan yang sedikit dahulu, baru kemudian yang banyak.
  - Untuk pakan ikan lele seperti contoh, urutan pencampuran adalah : kapur, kedelai, tepung ikan, dedak dan tepung jagung.
  - Campurlah dengan menggunakan mixer yang tertutup.
- 4) Pencetakan pakan
  - Untuk mencetak pakan, baik berupa pelet, flake atau remahan, prinsipnya adalah sama, yaitu penambahan bahan perekat (binder) agar teksturnya kompak dan memiliki ketahanan dalam air untuk beberapa lama.
  - Ketahanan dalam air untuk ikan berbeda-beda. Untuk ikan mas, nila dan ikan-ikan yang aktif pada saat diberi makan, maka ketahanannya cukup 1 jam. Sedangkan untuk pakan udang, harus lebih lama lagi yaitu sekitar 2 – 3 jam sesuai dengan kebiasaan makannya.
  - Siapkan binder yang di masak dengan air, sehingga berbentuk seperti lem, kemudian sedikit-sedikit campurkan bahan-bahan.
  - Masukkan kedalam mesin pencetak, lalu dicetak dengan ukuran yang dikehendaki.

- Untuk pakan yang berbentuk flake, adonannya digiling terlebih dahulu, baru dikeringkan menggunakan mesin pengering.

#### 6) Pengeringan pakan

- Pada pabrik pakan skala besar, pada umumnya mesin pengering sudah terintegrasi dengan mesin pencetak, sedangkan pabrik pakan skala rumah tangga, pengeringannya dilakukan dengan tenaga surya. Aturlah pelet pada nyiru atau di lantai yang beralas kayu. Biarkan terjemur matahari, setelah 2 jam, pelet dapat dibalik, agar pengeringan merata.
- Apabila kadar pelet tinggal 10% yang ditandai dengan mudahnya pelet dipatahkan tapi tidak hancur, maka pelet sudah waktunya di angkat dan di kemas.

### 6. 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 mengemasakan sangat bervariasi, mulai dari karung plastik, kertas semen dan plastik tebal untuk kapasitas besar dan aluminium 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, resiko 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 diatas 70% meningkatkan perkembangbiakan serangga. Kelembaban pakan pada umumnya berhubungan erat dengan kelembaban udara dan serangga menyebabkan kehilangan bobot dan kualitas.

Mikro organisme adalah kontaminan biologis pada lingkungan alami dan hadir pada semua bahan pakan. Bakteri dan jamur tidak dapat hidup pada kelembaban dibawah 20%. Proses penanganan pasca panen yang melibatkan panas, ekstraksi kimia, mekanis serta dehidrasi menurunkan jamur kontaminan.

Efek kerusakan pada pakan akibat jamur ada 4, yaitu:

- 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:

- Faktor lingkungan (temperatur, kelembaban, kebersihan lingkungan dan rancangan bangunan).
- Kehadiran serangga dan mikroorganisma.

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:

- 1) Kebersihan umum ruangan, sebab ruangan yang terpengaruh cuaca dan memungkinkan serangga berkembang biak akan memudahkan terjadinya kerusakan.
- 2) Keseimbangan keluar-masuk barang. Barang yang pertama masuk, barang itu yang pertama dikeluarkan atau "first in first out".
- 3) Saluran buangan dan sampah harus tersendiri dan berjalan dengan baik.

- 4) Ukuran bantalan kayu dan posisi penumpukan barang.

## 7. Metode Pemberian Pakan Ikan

Teknik pemberian pakan pada kegiatan budidaya dikenal 3 metode pemberian pakan ikan, yaitu metode *ad libitum*, *ad satiation* dan berdasarkan biomassa (*feeding rate*). Metode ini memiliki perbedaan pengertian dan cara aplikasinya serta dampak penerapannya. Metode pemberian pakan pada dasarnya dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, contohnya seperti umur ikan, jenis dan teknologi yang diterapkan.

Pada dasarnya metode pemberian pakan dilakukan untuk mengontrol jumlah pakan yang digunakan selama masa pemeliharaan. Agar jumlah biaya pengeluaran dapat ditekan. Mengingat bahwa dalam setiap kegiatan budidaya pakan selalu mencakup biaya paling besar. Oleh sebab itu sering dikenal istilah manajemen pemberian pakan ikan. Manajemen pakan yang baik mampu mengurangi penggunaan pakan. Disamping menekan biaya juga dapat menjaga kualitas media budidaya.

### a. Metode *Ad Libitum*

Metode pemberian pakan ikan *ad libitum* adalah metode pemberian pakan menurut kesenangan/semaunya ikan saja. Dalam metode ini pakan dalam media budidaya dipastikan selalu ada sehingga kapan pun dapat dikonsumsi oleh ikan. Untuk *ad libitum* cara pemberian pakannya adalah pakan harus selalu ada didalam media. Sehingga kapan pun ikan ingin makan pakan sudah tersedia. Cara ini biasanya diterapkan seperti dalam pemberian pakan alami untuk larva dan benih. Kenapa dilakukan pada larva dan benih? karena ikan pada usia atau tahap benih membutuhkan pakan yang kaya akan nutrisi sehingga ikan menjadi lebih banyak makan.

Kelebihan metode ini adalah cocok dilakukan pada larva ikan, sebab kita tidak bisa tahu pasti seperti apa dan sebanyak apa kebutuhan lerva ikan. Sebab ukuran yang kecil terkadang menyulitkan untuk dilakukan sampling. Selain itu bukaan mulut yang kecil hanya memungkinkan pakan alami yang berukuran sangat kecil untuk bisa dimakan oleh larva. Hal inilah juga maka disebut metode pemberian pakan *ad libitum*. Adapun kekurangannya *ad libitum* karena memungkinkan pakan berada dalam jumlah sangat banyak dalam media membuat kualitas air sangat rentan terpengaruh. Metode ini juga sangat tidak tepat di terapkan dalam pembesaran karena dianggap boros pakan dan mempercepat penurunan kualitas air.

### b. Metode *At Satiation/Satiasi (Pemberian Pakan Sampai Kenyang)*

Prinsip metode pemberian pakan secara satiasi adalah ikan diberi pakan hingga kenyang dan setelah kenyang maka pemberian pakan segera dihentikan. Secara sederhana satiasi adalah pemberian pakan hingga ikan tidak mau makan lagi. Jadi pada saat ikan berhenti mengejar pakan maka pemberian pakan pada saat tersebut segera dihentikan. Kadang ada yang bingung dengan perbedaan *at libitum* dan satiasi, sebab kedua metode ini sama-sama dilakukan hingga ikan kenyang. Tapi sebenarnya ada penjelasan berbeda terkait aplikasinya. Untuk satiasi adalah pemberian pakan dihentikan ketika ikan sudah kenyang. Aplikasi pakan dengan cara ini adalah ditebar kemudian diamati jika ikan sudah tidak muncul ke permukaan pemberian dihentikan. Untuk ikan yang makan di permukaan sangat tepat untuk metode satiasi karena masih memungkinkan dilakukannya monitoring dan pengamatan.

Berbeda dengan *ad libitum* yang pakan akan selalu tersedia di media budidaya kapan pun ikan ingin makan bahkan memungkinkan di luar waktu pemberian, sedangkan satiasi pakan baru diberikan pada saat ikan lapar (waktu pemberian) dan dihentikan pada saat ikan kenyang. Satiasi lebih cocok untuk ikan ukuran benih hingga dewasa. Kelebihan metode ini adalah satiasi sebenarnya sudah sangat tepat dilakukan karena dapat memaksimalkan kebutuhan pakan ikan, artinya ikan yang dipelihara dianggap

selalu dalam keadaan kenyang. Sehingga diharapkan ikan benar-benar telah terpenuhi dengan baik segala kebutuhannya baik pemenuhan energi untuk beraktifitas, metabolisme tubuh, respirasi, reproduksi hingga untuk bertumbuh.

Hal inilah yang sebenarnya paling diharapkan dari metode satiasi. Kondisi ikan yang kurang makan dapat dihindari, dampaknya seluruh ikan dapat memperoleh pakan secukupnya. Sehingga ukuran ikan menjadi relatif seragam, sebab semua ikan telah mendapat jatah pakan. Namun terkadang ada ikan yang memiliki sifat kuat makan seperti ikan lele, ikan nila, ikan gurame, dan lain-lain, beberapa ikan tersebut terkadang mampu mengonsumsi pakan secara berlebihan sehingga jumlah pakan yang diberikan menjadi berlebih. Ikan yang diberi pakan banyak pastinya menghasilkan banyak sisa buangan metabolisme. Maka dari itu kembali perlu untuk menekan konsumsi pakan berlebih.

*At satiation* memiliki kekurangan pada akumulasi limbah yang berlebih akibat konsumsi pakan dalam jumlah banyak. Akibatnya degradasi kualitas air menjadi lebih cepat. Cara pemberian pakan dengan memastikan ikan berhenti makan terkadang memakan waktu lebih lama terlebih jika padat tebar dalam kolam sangat tinggi. Udang tidak bisa diterapkan metode satiasi sebab udang adalah jenis bottom feeder atau makan di bawah permukaan air. Jadi pakan yang digunakan adalah pakan tenggelam. Pakan tenggelam sulit diterapkan untuk metode satiasi.

### **c. Metode Berdasarkan Biomassa (BBm)**

Berdasarkan Biomassa (BBm) maksudnya adalah pemberian pakan dengan dosis yang disesuaikan dengan biomassa ikan dalam 1 kolam. Metode ini berdasarkan pada kemampuan dasar ikan dalam memanfaatkan pakan yang diberikan. Pemberian pakan berdasarkan biomassa (BBm) yakni pemberian pakan dilakukan berdasarkan bobot total ikan yang berada di kolam.

Umumnya dosis pakan ikan adalah 3-5 % dari biomassa. Nilai ini berdasarkan kemampuan ikan dalam memanfaatkan pakan yang diberikan. Dengan anggapan jika total pakan per hari melebihi dosis 3-5 % maka dianggap berlebihan. Untuk melihat jumlah pakan per hari adalah dengan mengali dosis dengan biomassa yang diperoleh. Sehingga metode ini memerlukan data hasil sampling untuk mengetahui bobot ikan yang masih hidup. Dalam aplikasinya pemberian pakan dengan BBm selalu melakukan penimbangan pakan terlebih dulu untuk memastikan jumlah pakan yang diberikan akurat sesuai dengan hasil perhitungan. Metode BBm juga lebih cocok untuk budidaya pembesaran ikan. Untuk BBm sangat cocok untuk budidaya dengan tingkat padat tebar tinggi, karena selain efisien pakan juga menekan metabolisme berlebih dari biota. Oleh sebab itu BBm paling cocok untuk budidaya udang dan ikan yang bersifat bottom feeder.

Cara yang dianggap paling efisien dalam hal penggunaan pakan adalah dengan BBm, karena cara ini berdasarkan kemampuan ikan memanfaatkan pakan. Dengan perhitungan berdasarkan biomassa diharapkan pakan yang diberikan menjadi tidak kurang dan tidak berlebih. Dengan BBm memiliki manfaat "efisiensi" dalam penggunaan pakan dan pengeluaran untuk biaya pembelian pakan. Dampaknya pula terhadap media budiaya adalah sisa buangan menjadi tidak berlebih dan tidak terlalu berdampak pada kualitas air. Cara ini sangat cocok untuk budidaya udang sebab bagi udang manajemen pakan yang menjadi prioritas penting untuk menekan biaya dan menghindari penurunan kualitas air. Adapun kekurangan metode ini adalah adalah pakan yang diberikan berdasarkan dosis pas memungkinkan ada ikan yang kurang mendapatkan dan ada yang berlebih. Sehingga ukuran ikan menjadi terlalu bervariasi.

### C. RANGKUMAN

Pakan merupakan komponen produksi terbesar dalam kegiatan budidaya perikanan khususnya perikanan semi intensif dan intensif. Pakan ikan ini secara umum mempunyai fungsi fisiologis sebagai sumber energi dan materi pertumbuhan tubuh. Oleh karena itu, untuk mengoptimalkan fungsi pakan maka pengelolaan pemberian pakan yang sesuai dengan kondisi media hidup serta tingkat kebutuhan ikan merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan. Pada keadaan cukup makanan, ikan mengkonsumsi makanan hingga memenuhi kebutuhannya. Kebutuhan energi ini dipengaruhi oleh stadia dalam siklus hidupnya, musim dan faktor lingkungan. Ikan muda yang sedang tumbuh membutuhkan energi per satuan berat badannya lebih banyak dibandingkan ikan dewasa, walaupun untuk pematangan gonad ikan meningkatkan kebutuhan energi (Zonneveld *et al.* 1991).

Karbohidrat adalah golongan nutrisi yang menghasilkan energi paling melimpah dan secara ekonomi sangat diperlukan formulasi pakan ikan komersial. Tetapi, kemampuan ikan budidaya untuk menggunakan energi dari karbohidrat yang dapat dicerna berbeda secara kontroversial berdasarkan kebiasaan makan, ciri-ciri anatomis-fisiologis dan kondisi pemeliharaan mereka. Protein adalah nutrien yang sangat penting untuk fungsi jaringan normal, untuk pemeliharaan tubuh, pergantian jaringan-jaringan tubuh yang rusak dan untuk pertumbuhan. Kebutuhan protein ikan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ukuran ikan, temperatur air, tingkat pemberian pakan, jumlah dan kualitas pakan alami, kandungan energi pakan dan kualitas protein (Watanabe, 1988). Menurut NRC (1993) menyatakan bahwa lemak pada pakan mempunyai peranan penting bagi ikan, karena berfungsi sebagai sumber energi dan asam lemak esensial, memelihara bentuk dan fungsi membran atau jaringan sel yang penting bagi organ tubuh tertentu, membantu dalam penyerapan vitamin yang larut dalam lemak dan untuk mempertahankan daya apung tubuh.

Bahan baku hewani adalah bahan baku pembuatan pakan yang berasal dari hewan darat maupun air, misalnya tepung ikan, tepung bekicot, tepung rebon, tepung kepala udang, tepung tulang, tepung darah, dll. Bahan baku hewani ini selain merupakan sumber protein yang mudah dicerna, juga mengandung asam amino yang lebih lengkap dibandingkan dengan bahan baku nabati. Bahan baku nabati merupakan bahan baku pembuatan pakan ikan yang diperoleh dan berasal dari tumbuhan, contohnya adalah tepung kedelai, tepung jagung, dedak, tepung terigu, dll. Pada umumnya, bahan nabati menjadi sumber karbohidrat, protein dan vitamin. Selain komponen tersebut, dalam pakan biasanya ditambahkan vitamin, mineral, perekat (binder), atraktan dan suplemen lainnya.

Bahan baku pakan yang sudah tersedia diramu atau diformulasikan sedemikian rupa agar menjadi pakan yang berbentuk pellet dan dapat diberikan kepada ikan budidaya. Metode formulasi pakan yang dikenal ada 3 yaitu metode peterson square, metode aljabar (persamaan matematika) dan metode work sheet (trial and error) menggunakan aplikasi MS Excel. Pakan ikan yang sudah jadi kemudian akan diberikan kepada ikan dengan berbagai metode pemberian. Metode pemberian pakan yang umum dilakukan oleh para pembudidaya adalah metode biomassa (BBm) yaitu dosis pakan yang diberikan berdasarkan % berat badan ikan. Metode lain yang juga sering digunakan adalah *ad satiation* yaitu pemberian pakan sampai ikan itu kenyang dan metode *ad libitum* yaitu metode pemberian pakan sesuai dengan keinginan ikan makan dan pakan tersedia kapanpun ikan ingin makan. Metode ini banyak dilakukan pada saat ikan dalam stadia larva.

#### D. LATIHAN

1. Apa saja bahan yang digunakan dalam membuat pakan ikan dan apasaja fungsinya bagi perkembangan ikan.
2. Sebutkan metode formulasi pakan yang sering digunakan dalam membuat pakan.
3. Apa saja yang dijadikan pertimbangan dalam memilih bahan baku untuk pakan.

#### E. DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Ghany, H. M., M.E.S. Salem, A. A. Ezzat, M. A. Essa, A. M. Helal, R. F. Ismail, A.F.M. El-Sayed. 2021. Effects of different levels of dietary lipids on growth performance, liver histology and cold tolerance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Thermal Biology* 96:102833
- Ahmed, I. and I. Ahmed. 2020. Effect of dietary protein levels on growth performance, hematological profile and biochemical composition of fingerlings rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* reared in Indian himalayan region. *Aquaculture Reports* 16:100268.
- Asemanni M., A. Sepahdari, M. Pourkazemi, M. Hafezieh, M. Aliyu-Paiko and S. Dadgar, 2019. Effect of Different Sources and Form of Dietary Carbohydrates on Growth Performance, Body Indices, and Lipogenesis Activity of Striped Catfish *Pangasianodon hypophthalmus* Fingerlings. *Aquacult. Nutr.* 25(6):1399-1409.
- Bautista, M.N., I.G. Borlongan, M.R/ Catacutan, R.M. Coloso, P.S. Eusebio, N.V. Golez, O.M. Millamena, G.G. Minosa, V.D. Penafiorida, P.F. Subosa and N.S. Sumagaysay. 1994. Feeds and Feeding of Milkfish, Nile Tilapia, Asian Sea Bass and Tiger Shrimp. SEAFDEC. Aquaculture Departement, Tigbauan, Iloilo, Philippines. 97 pp.
- BDECA (Base de Datos Española de Composición de Alimentos) Spanish. 2020. Spanish Food Composition Data Base. Available online: [http://www.bedca.net/bdpub/index\\_en.php](http://www.bedca.net/bdpub/index_en.php)
- Betancor, M. B., R. E. Olsen, L. Marandel, O. F. Skulstad, A. Madaro, D. R. Tocher, and S. Panserat. 2018. Impact of Dietary Carbohydrate/Protein Ratio on Hepatic Metabolism in Land-Locked Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.). *Front. Physiol.* 9(1751):1-12.
- Boonuntanasarn, S., S. Kumkhong, K. Yoohat, E. Plagnes-Juan, C. Burel, L. Marandel and S. Panserat. 2018a. Molecular responses of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to different levels of dietary carbohydrates. *Aquaculture* 482:117-123.
- Boonuntanasarn, S., A. Jangprai, S. Kumkhong, P.E. Juan, V. Veron, C. Burel, L. Marandel, and S. Pansera. 2018b. Adaptation of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to Different Levels of Dietary Carbohydrates: New Insights from a Long-Term Nutritional Study. *Aquaculture* 496:58-65.
- Castro, C., G. Corraze, A. Basto, L. Larroquet, S. Panserat and A. Oliva-Teles. 2016. Dietary Lipid and Carbohydrate Interactions: Implications on Lipid and Glucose Absorption, Transfort in Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) Juveniles. *Lipid*, 51:1-13.

- Cho, J.H., S. Lee, B.J. Lee, S.W. Hur, K.W. Kim, M.H. Son, D.J. Yoo. 2021. A preliminary study of dietary protein requirement of juvenile marbled flounder (*Pseudopleuronectes yokohamae*). *Animal Nutrition* 7:548-555.
- Coutinho, J. J. O., L. M. Neira, L. C. Gonçalves de Sandre, J. I. da Costaa, M. I. E. G. Martins, M. C. Portella and D. J. Carneiro. 2018. Carbohydrate-to-Lipid Ratio in Extruded Diets for Nile Tilapia Farmed in Net Cages. *Aquaculture* 497 : 520-525.
- Dewantoro E., Y. Dhahiyat, R. Rostika, Zahidah, dan Iskandar. 2018. Growth Performance of Tinfoil Barb (*Barbonymus schwanenfeldii*) Fed with Different Protein Levels and Energy/Protein Ratios on Diet. *AAFL Bioflux* 11(4):1300-1310.
- Dong L. F., T. Tong, Q. Zang, Q.C. Wang, M. Z. Xu, H. R. Yu, and J. Wang. 2017. Effect of Dietary Carbohydrate to Lipid Ratio on Growth, Feed Utilization, Body Composition, and Digestive Enzyme Activities of Golden Pompano (*Trachinotus ovatus*). *Aquaculture Nutrition* 24(1):341-347.
- Elliott, I.M. 1979. Energetics of Freshwater Teleosts. *Symp. zoo. Soc. Lond.* 44, 29 p.
- Ensminger M.E., J.G. Oldfield and W.W. Eeinmann. 1990. *Feed and Nutrition*. Ensminger Publishing Co. California USA. 1544 p.
- Erfanullah and A.K. Jafri. 1995. Protein-Sparing Effect of Dietary Carbohydrate in Diets for Fingerling *Labeo rohita*. *Aquaculture* 136: 331-339.
- Erfanullah and A.K. Jafri. 1998. Growth Rate, Feed Conversion, and Body Composition of *Catla catla*, *Labeo rohita*, and *Cirrhinus mrigala* Fry Fed Diets of Various Carbohydrate-to-Lipid Ratios. *Journal of The World Aquaculture Society*. 29(1):84-91.
- Fang L., X. Guo, and X. F. Liang. 2021. First Feeding of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*) with a High-Carbohydrate Diet: The Effect on Glucose Metabolism in Juveniles. *Aquaculture Reports* 21:100830
- Fawole, F.J., N. P. Sahu, K.K. Jain, S. Gupta, N. Shamna, V. Phulia, D.L. Prabu. 2016. Nutritional evaluation of protein isolate from rubber seed in the diet of *Labeo rohita*: Effects on growth performance, nutrient utilization, whole body composition and metabolic enzymes activity. *Animal Feed Science and Technology* 219:189-199.
- Furuichi, M. 1988. Dietary requirements, p. 21-78. In. *Fish Nutrition and Mariculture*. T. Watanabe (ed.), Kanazawa International Fisheries Center, Japan International Cooperation Center.
- Guo X., X.F. Liang, L. Fang, X. Yuan, Y. Zhou, J. Zhang and B. Li. 2015. Effects of Dietary Non-Protein Energy Source Levels on Growth Performance, Body Composition, and Lipid Metabolism in Herbivorous Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.). *Aquaculture Research* 46:1197-1208.
- Guo, J.J., Y. L. Zhou, H. Zhao, W. Y. Chen, Y. J. Chen, S. M. Lin. 2019. Effect of dietary lipid level on growth, lipid metabolism and oxidative status of largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *Aquaculture* 506:394-400.
- Halver, J.E. and R.W. Hardy. 2002. *Fish Nutrition*. 3<sup>rd</sup> Edition Academic Press; 500 pp.

- Hepher. B. 1990. Nutrition of Pond Fishes. Cambridge University Press. Cambridge, New York. 388 pp.
- Heinitz M.C., C. Figueiredo Silva, C. Schulz and A. Lemme. 2018. The Effect of Varying Dietary Digestible Protein and Digestible Non-Protein Energy Sources on Growth, Nutrient Utilization Efficiencies and Body Composition of Carp (*Cyprinus carpio*) Evaluated with a Two-Factorial Central Composite Study Design. *Aquacult Nutr.* 24(2):723-740.
- Hua, K., W. Koppe and R. Fontanillas. 2019. Effects of Dietary Protein and Lipid Levels on Growth, Body Composition and Nutrient Utilization of *Channa striata*. *Aquaculture* 501:368-373.
- Hussain, M., H.U. Hassan, M. A. M. Siddique, K. Mahmood, M.F.A. Abdel-Aziz, M. Y. Laghari, N. A. Abro, K. Gabol, Nisar, S. Rizwan and Halima. 2021. Effect of varying dietary protein levels on growth performance and survival of milkfish *Chanos chanos* fingerlings reared in brackish water pond ecosystem. *Egyptian Journal of Aquatic Research*. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2021.05.001>.
- Kabir, K.A., J.W. Schrama, J.A.J. Verreth, M.J. Phillips and M.C.J. Verdegem. 2019a. Effect of Dietary Protein to Energy Ratio on Performance of Nile Tilapia and Food Web Enhancement in Semi-Intensive Pond Aquaculture. *Aquaculture* 499:235-247.
- Kabir, K.A., M.C.J. Verdegem, J.A.J. Verreth, M.J. Phillips and J.W. Schrama. 2019b. Effect of Dietary Protein to Energy Ratio, Stocking Density and Feeding Level on Performance of Nile Tilapia in Pond Aquaculture. *Aquaculture* 511:634-200
- Kamalam, B.S., F. Medale and S. Panserat. 2017. Utilisation of Dietary Carbohydrates in Farmed Fishes: New Insights on Influencing Factors, Biological Limitations and Future Strategies (Review). *Aquaculture* 467:3-27.
- Kim, K-W., M. Moniruzzaman, K-D. Kim, H.S. Han, H. Yun, S. Lee and S.C. Bai. 2016. Re-evaluation of the Optimum Dietary Protein Level for Maximum Growth of Juvenile Barred Knifejaw *Oplegnathus fasciatus* Reared in Cages. *Fisheries and Aquatic Sciences*. 19:24. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41240-016-0025-9>
- Li, X.Y., J.T. Wang, T. Han, S.X. Hu, and Y. D. Jiang. 2015. Effects of Dietary Carbohydrate Level on Growth and Body Composition of Juvenile Giant Croaker *Nibea japonica*. *Aquaculture Research*. 46(12): 2851-2858.
- Li, X., X. Zhu, D. Han, Y. Yang, J. Jin and S. Xie. 2016a. Carbohydrate Utilization By Herbivorous and Omnivorous Freshwater Fish Species: A Comparative Study on Gibel Carp (*Carassius Auratus Gibelio*. Var CAS III) and Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*). *Aquaculture Research*. 47(1):128-139.
- Li, X.V., C. Xu, D.D. Zhang, G.Z. Jiang and W.B. Liu. 2016b. Molecular Characterization and Expression Analysis of Glucokinase from Herbivorous Fish *Megalobrama Amblycephala* Subjected to A Glucose Load after the Adaption to Dietary Carbohydrate Levels. *Aquaculture* 459 : 89-98.
- Li, W., X. Wen, Y. Huang, J. Zhao, S. Li and D. Zhu. 2016c. Effects of Varying Protein and Lipid Levels and Protein-to-Energy Ratios on Growth, Feed Utilization and Body Composition in Juvenile *Nibea diacanthus*. *Aquacult Nutr.* 23(5):1035-1047.

- Li, W., X. Wen, J. Zhao, S. Li and D. Zhu. 2016d. Effects of Dietary Protein Levels on Growth, Feed Utilization, Body Composition and Ammonia–Nitrogen Excretion in Juvenile *Nibea diacanthus*. *Fish Sci* 82:137-146.
- Li, S., Z. Li, N. Chen, P. Jin and J. Zhang. 2019a. Dietary Lipid and Carbohydrate Interactions: Implications on Growth Performance, Feed Utilization and Non-Specific Immunity in Hybrid Grouper (*Epinephelus fuscoguttatus* ♀ × *E. lanceolatus* ♂). *Aquaculture* 489: 568-577.
- Li, S., C. Sang, A. Wang, J. Zhang and N. Chen. 2019b. Effects of Dietary Carbohydrate Sources on Growth Performance, Glycogen Accumulation, Insulin Signaling Pathway and Hepatic Glucose Metabolism in Largemouth Bass, *Micropterus salmoides*. *Aquaculture* 513 : 734391.
- Li H., W. Xu, J. Jin, X. Zhu, Y. Yang, D. Han, H. Liu and S. Xie. 2019c. Effects of Dietary Carbohydrate and Lipid Concentrations on Growth Performance, Feed Utilization, Glucose, and Lipid Metabolism in Two Strains of Gibel Carp. *Front. Vet. Sci.* 6:165. doi: 10.3389/fvets.2019.00165
- Li, S., J. Yin, H. Zhang, Z. Liu and N. Chen. 2019d. Effects of Dietary Carbohydrate and Lipid Levels on Growth Performance, Feed Utilization, Body Composition and Nonspecific Immunity of Large Yellow Croaker (*Larimichthys crocea*). *Aquacult Nutr.* 25 (5):995-1005.
- Liang, X., X. Yu, J. Han, H. Yu, P. Chen, X. Wu, Y. Zheng and M. Xue. 2019. Effects of Dietary Protein Sources on Growth Performance and Feed Intake Regulation of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*). *Aquaculture* 510:216-224.
- Lovell, T. 1989. *Nutrition and Feeding of Fish*. Auburn University, New York. 260 pp.
- Ma, B., L. Wang, B. Lou, P. Tan, D. Xu, and R. Chen. 2020. Dietary Protein and Lipid Levels Affect the Growth Performance, Intestinal Digestive Enzyme Activities and Related Genes Expression of Juvenile Small Yellow Croaker (*Larimichthys polyactis*). *Aquaculture Reports* 17:100403. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100403>
- Mansour O., M. Idris, N.M. Noor and S.K. Das. 2017. Growth Performance of Tinfoil Barb (*Barbonymus schwanenfeldii*) Fry Feeding with Different Protein Content Diets. *AAFL Bioflux* 10(3):475-479.
- Mohanta K. N., S.N. Mohanty, J. Jena. 2007. Protein Sparing Effect of Carbohydrate in silver barb, *Puntius gonionotus* fry. *Aquaculture Nutrition* 3: 311-317
- Mohanta K. N., S.N. Mohanty, J.K. Jena and N.P. Sahu. 2008. Protein Requirement of Silver Barb, *Puntius gonionotus* Fingerlings. *Aquaculture Nutrition* 14:143-152.
- Mohanta K. N., S.N. Mohanty, J. Jena, N.P. Sahu and B. Patro. 2009. Carbohydrate Level in the Diet of Silver Barb *Puntius gonionotus* (Bleeker) Fingerlings: Effect on Growth, Nutrien Utilization, and Whole-Body Composition. *Aquaculture Research* 40:927-937.
- Mokoginta, I., M.A. Suprayudi dan M. Setiawati. 1995. Kebutuhan Nutrisi Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy* Lac). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 4:82-94 .

- Mozanzadeh M. T., V. Yavar, J.G. Marammazi, N. Agh and E. Gisbert. 2016. Optimal Dietary Carbohydrate to Lipid Ratio for Silvery-Black Porgy (*Sparidentex hasta*) Juveniles. *Aquaculture Nutrition* 24(1):341-347.
- Mudjiman, A. 2004. Pakan Ikan. Penebar Swadaya. Bogor.
- Mulia, D.S., F. Wulandari dan H. Maryanto. 2017. Uji Fisik Pakan Ikan Yang menggunakan binder tepung gaplek. *Jurnal Riset Sians dan Teknologi*. 1(1) 37-44.
- Nasution S., Nuraini dan N. Hasibuan. 2006. Potensi Akuakultur Ikan kelabau (*Osteochilus Kelabau*) dari Perairan Kabupaten Pelalawan Propinsi Riau : Siklus Reproduksi. *Prosiding Seminar Nasional Ikan IV*. Jatiluhur, 29-30 Agustus 2006.
- Navale, A.M. and A.N. Paranjape. 2016. Glucose Transporter: Physiological and Pathological Roles. *Biophys Rev*. 8:5-9.
- Ni P.J., W.D. Jiang, P. Wu, Y. Liu, S.Y. Kuang, L. Tang, W.N. Tang, Y. A. Zhang, X. Q. Zhou and L. Feng. 2016. Dietary low or excess levels of lipids reduced growth performance, and impaired immune function and structure of head kidney, spleen and skin in young grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) under the infection of *Aeromonas hydrophila*. *Fish & Shellfish Immunology* 55:28-47
- NRC, National Research Council. 1993. National Research Council. Nutrient Requirements of Fish. Washington. 112 pp
- NRC, National Research Council. 2011. Nutrien Requirements of Fish and Shrimp. National Academies Press, Washington D. C., USA
- Nuranto. 1991. Pengaruh Vitamin C Terhadap Pertumbuhan Ikan Lele *Clarias batrachus*. Tesis. PPs. Institut Pertanian Bogor. 73 hal.
- Poernomo, N., N. B. P. Utomo dan Z. I. A. 2000. Pertumbuhan dan kualitas daging ikan patin siam yang diberi kadar protein pakan berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 14 (2):104–111
- Prabu, D.L., S. Ebeneezar, S. Chandrasekar, C.S. Tejpal, M. Kavitha, P. Sayooj and P. Vijayagopal. 2020. Influence of graded level of dietary protein with equated level of limiting amino acids on growth, feed utilization, body indices and nutritive profile of snubnose pompano, *Trachinotus blochii* (Lacepede, 1801) reared in low saline water. *Animal Feed Science and Technology* 269 (2020) 114685.
- Radona, D., J. Subagja, dan I.I. Kusmini. 2017. Kinerja Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan *Tor tambroides* yang Diberi Pakan Komersil dengan Kandungan Protein Berbeda. *Media Akuakultur* 12 (1) : 27-33.
- Ren, M., H.M. Habte-Tsion, J. Xie, B. Liu, Q. Zhou, X. Ge, L. Pan and R. Chen. 2015. Effects of Dietary Carbohydrate Source on Growth Performance, Diet Digestibility and Liver Glucose Enzyme Activity in Blunt Snout Bream, *Megalobrama amblycephala*. *Aquaculture* 438 : 75-81.
- Ren, R., H. Liang, X. Ge, X. Chen, H. Mi, and K. Ji. 2021. Effects of dietary carbohydrate-to-lipid ratio on growth performance, plasma parameters and hepatic antioxidant status in ide (*Leuciscus idus*, Linnaeus, 1758). *Aquaculture Reports* 19 (2021) 100618.

- Sankian, Z., S. Khosravi, Y-O. Kim and S-M. Lee. 2017. Effect of Dietary Protein and Lipid Level on Growth, Feed Utilization, and Muscle Composition in Golden Mandarin Fish *Siniperca scherzeri*. *Fish Aquatic Sci.* 20(7). <https://doi.org/10.1186/s41240-017-0053-0>.
- Sankian Z, S. Khosravi, Y-O. Kim, S-M. Lee. 2018. Dietary Protein Requirement for Juvenile Mandarin Fish, *Siniperca scherzeri*. *J World Aquacult Soc.* 50(1):34-41. <https://doi.org/10.1111/jwas.12569>
- Satpathy, B.B., D. Mukherjee and A.K. Ray. 2003. Effect of Dietary Protein and Lipid Levels on Growth, Feed Conversion and Body Compotion in Rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), Fingerlings. *Aquaculture Nutrition* 9:17-24.
- Seenappa, D. and K. V. Devaraj. 1995. Effect of Different Levels of Protein, Fat and Carbohydrate on Growth, Feed Utilization and Body Carcass Composition of Fingerlings in *Catla catla* (Ham.). *Aquaculture* 129:243-249.
- Secci, G., and G. Parisi. 2016. From Farm to Fork: Lipid Oxidation in Fish Product. A review. *Italian Journal of Animal Science.* 15 (1) :124-136.
- Shimeno S.D., Kheyyali and T. Shikata. 1995. Metabolic Responce to Dietary Lipid to Protein Ratios in Common Carp. *Fisheries Science*, 61(6):977-980.
- Sudigdo, E.M. 1983. *Kedelai Dijadikan Lebih Bergizi*. Cetakan ke-2. Terate, Bandung.
- Sulaiman, M.A., M. S. Kamarudin, N. Romano, F. Syukri. 2020. Effects of increasing dietary carbohydrate level on feed utilisation, body composition, liver glycogen, and intestinal short chain fatty acids of hybrid lemon fin barb (*Barbonymus gonionotus* ♀ X *Hypsibarbus wetmorei* male ♂), *Aquaculture Reports* 16:100250
- Susanto A., J. Hutabarat, S. Anggoro and Subandiyono. 2019. The Effects of Dietary Protein Level on the Growth, Protein Efficiency Ratio and Body Composition of Juvenile Kelabau (*Osteochilus melanopleura*). *AAFL Bioflux* 12(1):320-326.
- Susanto, A., J. Hutabarat, S. Anggoro and Subandiyono. 2020. The Effects of Dietary Carbohydrate Level on the Growth Performance, Body Composition and Feed Utilization of Juvenile Kelabau (*Osteochilus melanopleura*). *AAFL Bioflux* 13(4):2061-2070.
- Tajerin, I. N. S. Rabegnatar dan B. Muharram. 2000. Pengaruh Kecepatan Arus Dalam Kolam Terhadap Tekstur Daging Ikan mas. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 6(2):53-61.
- Trenzado, C.E., R. Carmona, R. Merino, M. García-Gallego, M. Furné, A. Domezain, A. Sanz. 2018. Effect of dietary lipid content and stocking density on digestive enzymes profile and intestinal histology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 497:10–16
- USDA (United States Department of Agriculture). 2020. Food Composition Databases. Available online: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>.
- Wang, J., X. Li, T. Han, Y. Yang, Y. Jiang, M. Yang, Y. Xu and S. Harpaz. 2016a. Effects of Different Dietary Carbohydrate Levels on Growth, Feed Utilization and Body Composition of Juvenile Grouper (*Epinephelus akaara*). *Aquaculture* 459 : 143-147.

- Wang, Z., K. Wang, J. Deng, L. Zhang, H. Mi and X. Chen. 2018. Effects of Dietary Protein and Lipid Levels with Different Protein-to-Energy Ratios on Growth, Feed Utilization, and Plasma Biochemical Parameters of Dianchi Golden-line Barbell, *Sinocyclocheilus grahami*. *Journal of the World Aquaculture Society* 49(5):867-876.
- Watanabe, T. 1988. *Fish Nutrition and Marine Culture*. JICA Textbook. The General of Aquaculture Course. Departemen of Aquatic. Biosciense. Tokyo. Pp. 238.
- Webster, C. C., and C. Lim. 2002. *Nutrien Requerment and Feeding of Finfish for Aquaculture*. Newyork, USA. CABI Publishing, CAB International. 448 p.
- Wilson, R.P. 1994. Utilization of Dietary Carbohydrate by Fish. *Aquaculture* 124: 67-80.
- Wu, H. X., W.J. Li, C.J. Shan, Z.Y. Zhang, H.B. Lv, F. Qiao, Z.Y. Du, and M.L. Zhang. 2021. Oligosaccharides improve the flesh quality and nutrition value of Nile tilapia fed with high carbohydrate diet. *Food Chemistry: Molecular Sciences* 3 : 100040.
- Wu, W., H. Ji, H. Yu, J. Sun, and J. Zhou. 2020. Effect of Refeeding Dietary Containing Different Protein and Lipid Levels on Growth Performance, Body Composition, Digestive Enzyme Activities and Metabolic Related Gene Expression of Grass Carp (*Ctenopharyngodon Idellus*) after Overwinter Starvation. *Aquaculture* 523 : 735196 (1-12).
- Wu C., J. Ye, J. Gao, X. Yang, and Y. Zhang. 2016a. Effect of Varying Carbohydrate Fraction on Growth, Body Composition, Metabolic, And Hormonal Indices in Juvenil Black Carp, *Mylopharyngodon piceus*. *The Journal of World Aquaculture Society* 47(3):435-449.
- Wu. C, J. Ye, J. Gao, L. Chen and Z. Lu. 2016b. The Effects of Dietary Carbohydrate on The Growth, Antioxidant Capacities, Innate Immune Responses and Pathogen Resistance of Juvenile Black Carp *Mylopharyngodon piceus*. *Fish & Shellfish Immunology* 49:132-142
- Wu, X., S. Castillo, M. Rosales, A. Burns, M. Mendosa and D.M. Galtin III. 2015. Relative Use of Dietary Carbohydrate, Non Esensial Amino Acids, and Lipids for Energy by Hybrid Striped Bass, *Morone chrysop x M.saxatilis*. *Aquaculture* 435 : 116-119.
- Xie D., L. Yang, R. Yu, F. Chen, R. Lu, C. Qin and G. Nie. 2017. Effects of Dietary Carbohydrate and Lipid Levels on Growth and Hepatic Lipid Deposition of Juvenile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* 479:696-703.
- Xing S., R. Sun, X. Pan, J. Ma, W. Zhang and K. Mai. 2016. Effect of Dietary Carbohydrates to Lipid Ratio on Growth, Body Composition, Digestive Enzyme Activities and Hepatic Enzyme Activities in Juvenile Large Yellow Croaker, *Larimichthys crocea*. *The Journal of World Aquaculture Society* 47(2):297-307.
- Xu, J., P. Wu, W. D. Jiang, Y. Liu, J. Jiang, S.Y. Kuang, L. Tang, W. N. Tang, Y. Zhang, X. Q. Zhou and L. Feng. 2016. Optimal dietary protein level improved growth, disease resistance, intestinal immune and physical barrier function of young grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Fish & Shellfish Immunology* 55:64-87.

- Yatada, G.W., K. Ji, H. Liang, M. Ren, X. Ge and Q. Yang. 2020. Effects of Dietary Protein Levels with Various Stocking Density on Growth Performance, Whole Body Composition, Plasma Parameters, Nitrogen Emission and Gene Expression Related to TOR Signaling of Juvenile Blunt Snout Bream (*Megalobrama amblycephala*). *Aquaculture* 519 : 734730.
- Yanto H., A.E. Setiadi dan D. Kurniasih. 2019. Influence of The Different Levels of Carbohydrate Diets on the Growth Performance of Tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*). *Jurnal Ruaya* 7(2):39-46. [In Indonesian].
- Zhao, Y., Y. Hu, X.Q. Zho, X.Y. Zeng, L. Feng, Y. Liu, W.D. Jiang, S.H. Li, D.B. Li, W.Q. Wu, C.M. Wu and J. Jiang. 2015. Effects Of Dietary Glutamate Supplementation On Growth Performance, Digestive Enzyme Activies And Antioxidant Capacity In Intestine Of Grass Carp *Ctenopharyngodon idella*. *Aquaculture Nutrition*, 21(6): 935-941.
- Zhou, C., X. Ge, B. Liu, J. Xie, R. Chen and M. Ren. 2015a. Effect of High Dietary Carbohydrate on the Growth Performance, Blood Chemistry, Hepatic Enzyme Activities and Growth Hormone Gene Expression of Wuchang Bream (*Megalobrama amblycephala*) at Two Temperatures. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* Vol. 28(2) : 207-214.
- Zhou, C., X. Ge, J. Niu, H. Lin, Z. Huang and X. Tan. 2015b. Effect of Dietary Carbohydrate Levels on Growth Performance, Body Composition, Intestinal and Hepatic Enzim Activities and Growth Hormon Gen Expression of Juvenile Golden Pompano (*Trachinotus ovatus*). *Aquaculture* 437 : 390-397.
- Zhou, P., M. Wang, F. Xie, D.F. Deng and Q. Zhou. 2016. Effects of Dietary Carbohydrate to Lipid Ratios on Growth Performance, Digestive Enzyme and Hepatic Carbohydrate Metabolic Enzyme Activities of Large Yellow Croaker (*Larmichthys crocea*). *Aquaculture* 452:45-51.
- Zonneveld, N., E.A. Huisman and J.H. Boon. 1991. Prinsip-prinsip Budidaya Ikan. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 318 hlm

## F. GLOSSARIUM

Efisiensi Pakan	: Tingkat penggunaan pakan oleh mahluk hidup selama pemeliharaan.
Fisiologis	: Sesuatu yang berkaitan dengan ciri-ciri tubuh (faal).
Gepari	: Gerakan Pakan Mandiri yang dicanangkan oleh pemerintah
Import	: Kegiatan pembelian barang yang berasal dari luar negeri
Herbivora	: Kebiasaan makan mahluk hidup yang cenderung memakan tumbuhan.
Karnivora	: Kebiasaan makan mahluk hidup yang cenderung memakan hewan
Omnivora	: Kebiasaan makan mahluk hidup yang cenderung memakan tumbuhan dan Hewan
PER	: Protein Efisiensi Rasio

- Pertumbuhan : Pertambahan ukuran sel atau jumlah sel dari makhluk hidup.
- Retensi Lemak : Penyimpanan lemak di dalam tubuh oleh makhluk hidup yang berasal dari pakan yang dikonsumsi
- Retensi Protein : Penyimpanan protein di dalam tubuh oleh makhluk hidup yang berasal dari pakan yang dikonsumsi

## **BAB. V.**

# **JENIS PARASIT DAN PENYAKIT NON INFEKSIUS PADA IKAN AIR TAWAR YANG ADA DI KALIMANTAN TIMUR**

**Prof. Dr. Drh. Gina Saptiani, M.Si**

*Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Akuatik  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan-Universitas Mulawarman*

### **Kompetensi dasar:**

Modul Ajar tentang Jenis Parasit dan Penyakit Non Infeksius pada Ikan Air Tawar ini buat untuk memudahkan memahami dan mengidentifikasi penyakit yang disebabkan parasit dan penyakit non infeksius pada ikan air tawar, sehingga dapat dicegah dan ditanggulangi

### **A. PENDAHULUAN**

Budidaya ikan merupakan kegiatan yang telah banyak dilakukan oleh masyarakat Indonesia yang bermukim di sekitar perairan umum, seperti di pesisir pantai, bantaran sungai, sekitar danau dan rawa ataupun yang lingkungan sekitarnya banyak tampungan air dari air hujan. Kegiatan budidaya tidak sekedar memelihara ikan, namun punya tujuan dan target produktivitasnya tinggi, sehingga diperlukan pengelolaan budidaya dan manajemen yang baik. Pengelolaan kesehatan ikan merupakan langkah yang sangat penting dilakukan untuk menunjang keberlangsungan dan produktivitas budidaya yang baik dan menguntungkan.

Lingkungan budidaya yang sehat merupakan syarat yang sangat diperlukan dalam suatu kegiatan budidaya. Lingkungan yang sehat meliputi lokasi budidaya, desain dan konstruksi wadah budidaya, sistem budidaya dan pengelolaan kualitas air. Selain lingkungan budidaya yang sehat, organisme yang dibudidayakan harus sehat. Ikan yang sehat tentunya berasal dari benih yang sehat yang dihasilkan oleh induk yang sehat dan tahan terhadap serangan penyakit. Selama budidaya harus ditunjang oleh pakan yang bermutu qizinya dan jumlahnya cukup untuk tumbuh dengan optimal. Pengelolaan budidaya bisa mengkondisikan ikannya sehat dan tidak mudah stress, sehingga tidak menyebabkan menurunkan sistem imunitas ikan, yang memudahkan ikan sakit dan terinfeksi patogen.

Pengelolaan kesehatan ikan yang utama adalah mencegah timbulnya penyakit, dibanding dengan pengobatan, karena resiko yang ditimbulkan serangan penyakit lebih menyulitkan untuk mengatasinya dan memerlukan biaya lebih tinggi serta merugikan. Oleh karena itu upaya mengenal dan memahami serta mengidentifikasi berbagai penyakit pada budidaya ikan merupakan langkah awal dalam upaya pengelolaan kesehatan ikan untuk mencegah timbulnya penyakit ikan

Pada topik ini akan dibahas tentang berbagai jenis parasit yang dapat menginvasi ikan, khususnya pada budidaya ikan air tawar yang ada di Kalimantan Timur, sehingga dapat mengganggu kesehatan dan bahkan menimbulkan penyakit. Selain itu dibahas pula berbagai penyakit yang terjadi pada ikan akibat adanya faktor selain parasit, yaitu faktor non infeksius atau faktor abiotik, seperti adanya perubahan kualitas air, perubahan lingkungan karena bahan pencemar, malnutrisi, genetik dan sebagainya.

## B. URAIAN MATERI

### 1. Parasit pada Ikan Air Tawar

Parasit adalah organisme yang hidupnya ada di permukaan dan di dalam organisme lain yang disebut inang (host) dan merugikan bagi inang yang ditumpanginya. Umumnya parasit ikan hanya dapat hidup pada air yang ada ikannya, larva nyamuk, dan daphnia, juga di dalam parit atau kolam. Berdasarkan definisi parasit, maka semua organisme ataupun mikroorganisme yang hidupnya sementara atau selama siklus hidupnya ada dan tinggal menumpang dan merugikan inangnya, maka yang termasuk parasit adalah golongan virus, bakteri, jamur, protozoa, golongan cacing, dan udang renik dan kutu. Pada materi ini hanya dibahas golongan parasit yang non infeksius, yaitu organisme parasit yang tidak menimbulkan penyakit infeksius, seperti parasit golongan protozoa, cacing, udang renik dan kutu.

Berdasarkan keberadaannya parasit bisa hidup dan tinggal di luar tubuh ikan, seperti di kulit, insang, sirip, mata, dan mulut, yang disebut sebagai ektoparasit. Adapula parasit yang tinggal dan hidup di dalam tubuh, yaitu di saluran pencernaan, rongga tubuh, otot, darah dan otak disebut sebagai endoparasit. Parasit yang sering dan umum dijumpai menginvasi atau menyerang budidaya ikan air tawar adalah parasit golongan protozoa, cacing, udang renik dan kutu

#### a. Parasit Golongan Protozoa

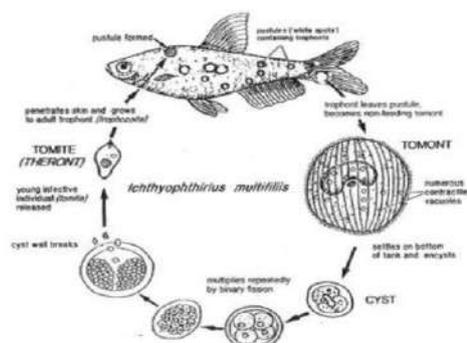
Parasit golongan Protozoa yang sering dijumpai menyerang budidaya ikan air tawar adalah *Ichthyophthirius multifiliis*, *Trichodina*, *Oodinium*, *Henneguya*, *Thelahenea*, *epistylis*, *microsporidia*

##### 1) *Ichthyophthiriosis* atau Bintik Putih pada Ikan

*Ichthyophthiriosis* atau bintik putih adalah istilah ikan yang terserang parasit *Ichthyophthirius multifiliis*. Ikan yang diserang oleh parasit *Ichthyophthirius* seringkali menunjukkan gejala adanya bintik-bintik putih terutama pada ikan yang sisiknya sedikit, sehingga disebut sebagai penyakit bintik putih (white spot) pada ikan atau disebut juga *Ichthyophthiriasis*. Biasanya sering terjadi pada ikan ukuran kecil (benih). Kasus infeksiusnya lebih sering pada kondisi ikan dengan kepadatan tinggi,

Parasit ini termasuk dalam phylum Protozoa dan kelas ciliata, dengan ciri antara lain tubuhnya bulat sampai bulat telur, dengan diameter 50-100  $\mu\text{m}$ . Tubuhnya dikelilingi oleh cilia, kecuali bagian paling anterior yaitu sitostoma atau mulut. Mempunyai makronukleus yang berbentuk seperti tapal kuda.

##### a) Siklus Hidup



Gambar 1. Siklus hidup *Ichthyophthirius*



Gambar 2. *Ichthyophthirius multifiliis* dewasa

Temperatur optimal untuk perkembangan siklus hidup parasit ini adalah 21-24 °C dalam waktu 3-4 hari. Pada 24 – 27 °C masih bisa bertahan 3 – 7 hari. Induk semang dari parasit *Ichthyophthirius* ini adalah hampir semua jenis ikan air tawar. *Ichthyophthirius* dewasa adalah trophont dewasa berubah menjadi protomont, selanjutnya menjadi tomont yang menghasilkan cyst. Cyst atau kistanya akan menghasilkan 200 atau lebih tomites atau larva, berkembang menjadi theront yang bersifat infective dan menjadi dewasa atau disebut trophont. Parasit yang sudah dewasa meninggalkan tubuh ikan dan menempel pada benda-benda untuk berubah menjadi tropoid dan selanjutnya menjadi kista. Kistanya ber dinding tipis dan dapat ditemukan pada epidermis insang, sedangkan tropozoitnya dapat dijumpai pada lemella insang dan sirip ikan. Pada ikan larva yang di dalam kista menetas menjadi larva dan menjadi dalam waktu 3 hari sampai 3 minggu.

## b) Gejala klinis

Ikan yang terserang parasit *Ichthyophthirius* ini menunjukkan gejala bintik-bintik warna putih pada kulit, sirip dan insang. Menyebabkan iritasi pada kulit dan insang. Ikan menggosok-gosokan tubuhnya ke tepi kolam atau benda-benda yang ada di kolam. Bila infeksi atau serangannya tinggi maka menyebabkan ikan meloncat-loncat ke permukaan air untuk mengambil oksigen, nafsu makan menurun, gerakan melemah, respon reflek lambat dan terjadi perubahan warna pada insang, kulit ataupun sirip. Patogenisitas *Ichthyophthirius* ini tinggi, menyebabkan mortalitas mencapai 100% dalam tempo 1-10 hari. *Ichthyophthirius* ini mampu menembus bagian bawah epidermis, sehingga dapat menyebabkan iritasi dan inflamasi yang cukup parah, sehingga kulit ikan atau insang menjadi kemerahan sampai pucat. Penularan *Ichthyophthirius* ini bisa melalui kontak dengan ikan yang terinfeksi dan juga melalui air dan alat-alat yang digunakan di kolam.

Diagnosa dilakukan dengan melihat gejala adanya bintik-bintik putih, atau perubahan warna pada kulit, sirip dan insang. Adanya bercak putih, lemah, nafsu makan berkurang, ikan naik dan loncat ke permukaan. Sampling dilakukan untuk diuji di laboratorium untuk memastikan adanya parasit ini. Penanggulangan parasit ini dapat dengan cara pencegahan yaitu mempertahankan kondisi perairan dalam keadaan yang optimal antara lain cukup oksigen, mengurangi kepadatan serta mempertahankan suhu air pada keadaan optimum. Pengobatan dapat dilakukan dengan cara merendam ikan yang terinfeksi dalam suatu wadah dengan larutan garam 1 sendok the dalam 10 liter atau 1-3 g dalam 1000 ml air selama 5-10 menit.

## 2) *Trichodiniasis*

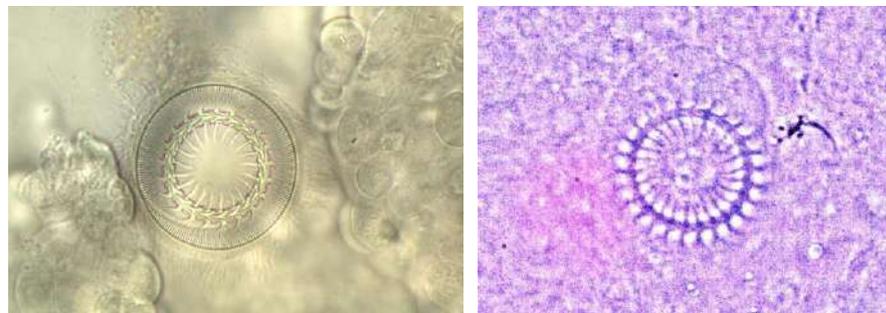
*Trichodiniasis* adalah kasus serangan parasit *Trichodina* sp., *Trichodinella* sp., *Paratrachodina* sp pada ikan air tawar yang umumnya bersamaan dengan adanya parasit lainnya. *Trichodina* sp. ada beberapa bentuk, ada yang datar, agak cembung sampai menyerupai lonceng. Tubuhnya terdiri dari inti besar (*makronukleus*) berbentuk seperti tapal kuda, dan bagian inti kecil yang bentuknya bundar (*oval*), dan beberapa vakuola untuk proses pencernaan. Pada bagian anterior bentuknya cembung dan ada cilia menempel yang fungsinya untuk pergerakan. Sedangkan bagian posterior berbentuk cekung dilengkapi dengan cakram yang berfungsi untuk menempelkan diri pada insang. Parasit ini menyerang kulit dan insang, yang di kulit ukurannya sekitar 50 µm, dan yang di insang ukurannya lebih sekitar 30 µm. Parasit ini menyerang pada bagian kulit, sirip, dan insang inangnya. Patogenitasnya rendah sampai sedang, kematian akibat infeksi sekunder. Parasit ini banyak menyerang ikan ukuran benih, terutama apabila ikan berada dalam keadaan stress yang diakibatkan antara lain oleh kepadatan terlalu tinggi penanganan yang kurang sempurna, pemberian pakan yang

kurang tepat baik mutu maupun jumlahnya terutama pada keadaan temperatur air turun.

### c) Gejala klinis

Ikan nampak lemah, kusam, dan menggosok-gosokkan tubuhnya di pinggir kolam atau benda-benda lainnya. Ikan menyendiri, nafsu makan menurun, sirip ikan menguncup. Pada serangan yang berat, ikan menjadi kurus, pada benih ikan menyebabkan megap-megap dan berenang dengan posisi menggantung. Infeksi sekunder dapat dijumpai berbagai jenis parasit dan bakteri.

Penanggulangan penyakit tsb dapat dilakukan dengan cara pencegahan yaitu antara lain dengan penanganan yang sempurna, penerapan sanitasi wadah, air serta manajemen budidaya yang sempurna. Pengobatan dapat dilakukan dengan cara perendaman dalam larutan formalin 25 ml/m<sup>3</sup> air selama 24 jam, atau Acriflavin dengan dosis 3 mg/l air selama 15 sampai 30 menit yang dilakukan dalam bak atau wadah penampung.



Gambar 3. Trichodina

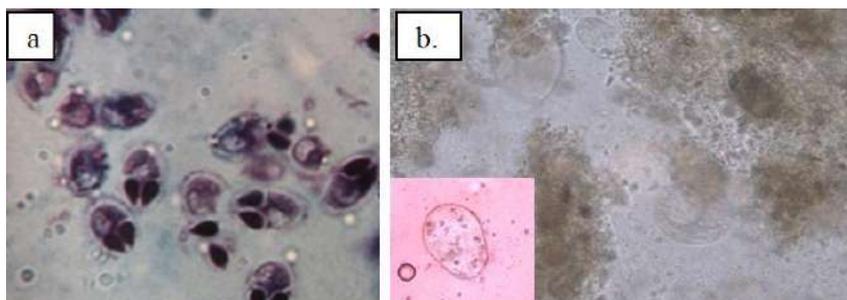
### 3) Myxobolus

*Myxobolus* mempunyai spora ukuran 10-20 mikron (0,01-0,02 mm), ikan terinfeksi *Myxobolus* karena tertelan sporanya. Spora-sporanya poliseluler dengan jumlah sekat yang berbeda-beda; satu sampai enam *kapsula pole rang* masing-masing dengan sebuah filamen berongga yang menggulung; sebuah sporoplasma dengan satu sampai banyak inti, dan stadium-stadium perkembangan poliseluler yang di dalamnya terjadi pembentukan spora.

*Myxobolus* termaksud dalam filum *Mixozoa*, kelas *Mixosporea*, sub ordo *Platysporina* dan family *Myxobolidae*. Parasit ini mempunyai ciri sporanya ber-bentuk bulat pada bagian posteriornya, dan meruncing pada bagian anterior, benang-benang pada punggungnya berkembang dengan baik dan kadang terlihat beberapa penonjolan pada bagian posteriornya, dinding sporanya halus, polar kapsul panjang ramping dan menempati 2/3 – 3/4 spora. Ukuran spora panjang 13,5– 16 um, lebar 7-9 um, ketebalan 5 6,7 um, panjang polar kapsul 7-9 um .

### d) Gejala klinis

Pada benih ikan menunjukkan adanya bisul pada kulit, sedangkan pada ikan dewasa nampak ada benjolan. Bisul atau benjolan ini berisi spora *Myxobolus*. Gejala lain yang nampak adalah ikan menunjukkan gejala adanya bintil putih kemerahan pada lembaran insang, sehingga operculum tidak bisa menutup dengan sempurna. Bila intensitas serangannya tinggi dapat menyebabkan ikan mudah mati lemas. Pada sekitar punggung terjadi pembengkakan memanjang (*Myxosoma*), bagian yang bengkak menjadi lembek dan bila pecah mengeluarkan nanah, pada badan ikan terdapat bisul-bisul kecil berwarna putih, dan ikan menjadi lemah.



Gambar 4. a. *Myxobolus*, b. *Oodinium*

#### 4) *Oodinium*

Penyakit tersebut disebabkan oleh parasit *Oodinium pillularis*, sejenis parasit yang mempunyai bulu cambuk sebagai alat geraknya. Jenis ektoparasit ini digolongkan dalam filum Sarcomastigophora, subfilum mastigophora, family blastodiniidae, genus *Oodinium*. Bentuk tubuhnya bulat dengan diameter tubuhnya 12-96  $\mu\text{m}$ , bertangkai pendek dan memiliki nukleus yang besar.

Parasit ini sering dijumpai menempel pada kulit, insang, rongga pencernaan, dan rongga mata ikan. Dapat dibedakan dengan *Ichthyophthirius* melalui bentuk nukleusnya yang oval dan dari cangkang chitinnnya. Parasit ini biasanya bergerak dalam air dengan berenang, jika tidak menemukan inang setelah 24 jam mereka akan mati, namun bila dalam waktu 24 jam tersebut mereka dapat menemukan inang baru, mereka akan menempel pada inang tersebut dengan mengeluarkan flagelnya dan dengan cepat akan tumbuh menjadi ektoparasit dewasa.

#### e) Gejala klinis

Serangan parasit ini dapat menyebabkan kematian massal karena kerusakan pada bagian insang dan kulit dan kerusakannya ditandai dengan adanya pendarahan. Kulit ikan terasa kasar berwarna kuning kecoklatan. Tanda-tanda awal ikan yang terserang parasit ini ditunjukkan oleh gerakan ikan yang lemah dan megap-megap dipermukaan air. Hal ini karena parasit ini menginfeksi insang maka ikan akan menunjukkan gejala frekuensi pernafasan makin cepat. Apabila intensitas serangannya tinggi menyebabkan ikan kurus, karena parasit ini bisa melakukan migrasi ke saluran pencernaan.

Penanggulangan dapat dilakukan dengan menempatkan ikan yang terinfeksi pada air dengan suhu diatas 33oC selama 24 jam. Pengobatan dapat dilakukan dengan memakai Quinine sulfat 10 mg/l air selama 3 hari. Campuran copper sulfat dan asam citrat sebanyak 1.25 ml larutan stock/l air selama 10 hari (larutan stock dibuat dari 100 mg cooper sulfat ditambah dengan 25 mg asam citrat dilarutkan dalam 100 ml aquadest)

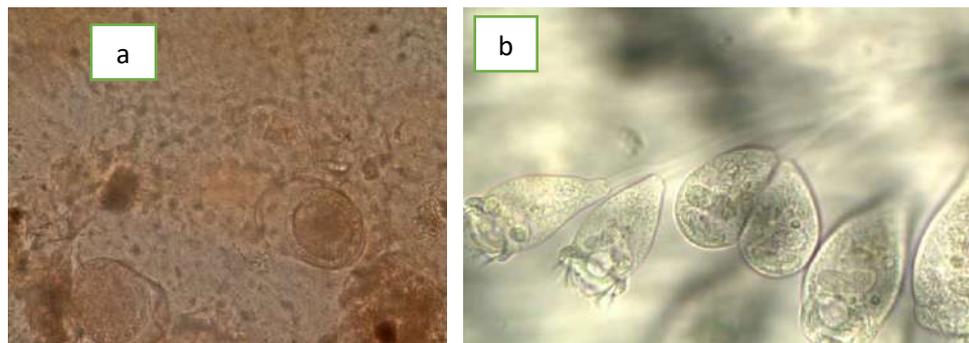
#### 5) *Costia* sp atau *Ichthyobodo* sp.

*Costia* adalah protozoa berflagella dari family *Bodonidae*, ordo *Proto-monadina*. Tubuhnya berbentuk buah pear/jambu air, dengan sedikit meruncing pada bagian anteriornya, dengan ukuran 8-15  $\mu\text{m}$ . Pada anterior terdapat sepasang flagella atau bulu cambuk sebagai alat pergerakannya. Parasit ini memiliki inti bulat di tengah dan *occlusion* pada protoplasmanya. Spesies yang sering menyerang ikan adalah *I necatrix* dan *I pyriformis*.

#### f) Gejala Klinis

Ikan yang terinfeksi costiasis menunjukkan gejala kulitnya bercak-bercak yang nampak kusam dan keruh, kadang nampak ada selaput berwarna keputihan dan lendirnya berlebihan, sirip ikan robek dan beberapa bagian gripis, warna insang pucat dan berlendir, nafsu makan menurun dan nafasnya megap-megap. Pada infeksi berak maka ikan akan mengalami pendarahan dan luka pada kulit.

Diagnosa bisa dilakukan dengan mengamati gejala klinis dan mengambil sampel lendir ikan pada tubuh dan insang. Cara penanggulangan yang dapat dilakukan adalah dengan menempatkan ikan pada suhu diatas 30oC. Pengobatan dapat dilakukan dengan Iodine 1 tetes dari larutan stock untuk tiap 5 liter (Larutan stoc dibuat dari 0.5 mg dilarutkan dalam 100 ml air).



Gambar 5. a. Chyloodonella, b. Epistylis

#### 6) Epistylis

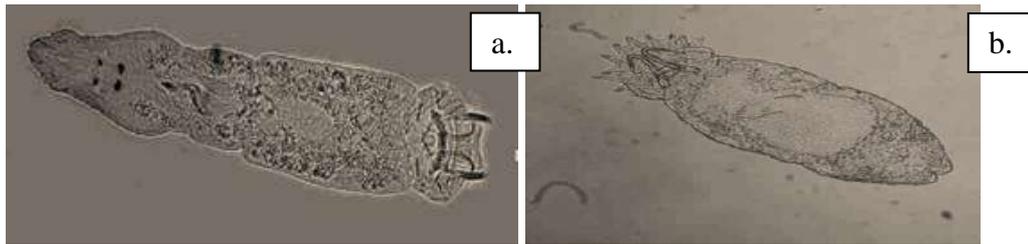
Parasit **Epistylis sp.** termasuk golongan ciliata yang tubuhnya dikelilingi cilia. Bentuknya silinder tetapi tipis atau seperti lonceng, lebarnya sekitar 50 µm dan tangkainya tidak bisa mengkerut. Pada dasar tangkainya ada rambut getarnya yang berfungsi menempel dan menusuk pada kulit dan insang inangnya. Parasit ini akan meningkat jumlahnya apabila di perairan kandungan bahan organiknya meningkat. Biasanya adanya infeksi **Epistylis sp.**, akan diikuti oleh invansi **Vorticella sp.**, dan **Scyphidia sp.** jika inangnya ada luka, maka serangannya lebih parah.

#### g) Gejala Klinis

Ikan yang terserang parasit ini akan menurun nafsu makannya, ikan nampak lemah dan berada di dasar, ikan kesulitan bernafas, warna tubuhnya menjadi kusam gelap, terdapat bercak-bercak pucat dan lendirnya berlebihan atau berkurang. Banyaknya lendir pada kulit menyebabkan warnanya menjadi kusam dan pada insang menjadi merah keputihan. Serangan **Epistylis sp** dapat mengakibatkan iritasi kulit dan lendir dan bila sel epitel terkikis akan menyebabkan kematian.

#### b. Parasit golongan cacing atau Platyhelminthes

Cacing yang sering menjadi parasit pada ikan tawar adalah: *Dactylogyrus*, *Gyrodactylus*, *metacercaria*, *digenea*, *trematoda* dan *cacing pita*,



Gambar 6. a. *Dactylogyrus* sp b. *Gyrodactylus* sp. .

### 1) *Dactylogyrus*

*Dactylogyrus* merupakan ektoparasit cacing yang ditemukan menyerang pada insang ikan dan jarang ditemukan pada permukaan tubuh ikan. *Dactylogyrus* sp sering menyerang pada bagian insang ikan air tawar, payau dan laut. *Dactylogyrus* sp menginfeksi insang semua jenis ikan air tawar, terutama ukuran benih. Parasit *Dactylogyrus* sp termasuk kelas trematoda dan ordonya monogenea, Famili Dactylogyridae, Genus *Dactylogyrus*. Parasit ini termasuk golongan cacing tingkat rendah. Parasit cacing ini hidup tanpa inang antara (intermediate host), sehingga seluruh hidupnya berfungsi sebagai parasit.

Parasit ini memiliki panjang tubuh hanya 1 mm pipih dan langsing. Bagian anterior terdapat pharynx yang berhubungan dengan usus, terdapat 4 titik mata yang terletak pada sekitar pharynx. Pada bagian tubuhnya terdapat *posterior haptor*. Haptornya ini tidak memiliki struktur cuticular dan memiliki satu pasang kait dengan satu baris kutikular, memiliki 16 kait utama, satu pasang kait yang sangat kecil. *Dactylogyrus* sp mempunyai *ophistapor* (*posterior sucker*) dengan 1 – 2 pasang kait besar dan 14 kait marginal yang terdapat pada bagian posterior. Bentuk dan ukuran jangkar tengah yang berfungsi sebagai alat pencengkram beserta plat penghubungnya merupakan organ penting dalam identifikasi spesies.

*Dactylogyrus* sp sering menyerang ikan di kolam yang kepadatannya tinggi dan ikan-ikan yang pakannya kurang mencukupi.

#### h) Gejala Klinis

Parasit cacing ini menyerang insang ikan. Insang ikan luka, timbul pendarahan, hingga menyebabkan insang rusak. Nafsu makan ikan menurun dan ikan sering berenang ke permukaan air. ikan yang terserang *Dactylogyrus* sp biasanya akan menjadi kurus, tutup insang tidak dapat menutupi dengan sempurna karena insangnya rusak, dan kulit ikan kelihatan kusam, pola berenang tidak tenang seperti menyentak-nyentak. Infeksi *Dactylogyrus* sp pada ikan menyebabkan pernafasan ikan meningkat, produksi lendir berlebih, insang yang terserang berubah warnanya menjadi pucat dan keputih-putihan. Parasit cacing ini dapat merusak filamen insang, dan relatif lebih sulit dikendalikan dan penyakit ini sangat berbahaya karena biasanya menyerang ikan bersamaan dengan parasit lain.

Sebagai langkah pencegahan adalah dengan memberi pakan yang bergizi tinggi, kepadatan dikurangi, dan sirkulasi air harus berjalan lancar

### 2) *Gyrodactylus*

*Gyrodactylus* adalah parasit dari golongan cacing (monogenera) termaksud ke dalam family *Gyrodactylidae*, ordo *Gyrodactylidae*. *Gyrodactylus* sp. merupakan ektoparasit yang sering menyerang kulit dan insang ikan laut maupun perairan tawar. Ektoparasit ini bersifat vivipar dimana telur berkembang dan menetas di dalam uterusnya. Bentuk tubuhnya kecil memanjang (panjang kurang dari 1mm), transparan. Pada ujung anterior ektoparasit ini terdapat dua tonjolan yang menyerupai kuping, dan tanpa titik mata. Bagian posterior terdapat sepasang jangkar yang dihubungkan oleh

sebuah pelat. Terdapat 16 jangkar kecil pada sisi piringan (*Opisthaptor*). Oesophagus pendek dan pada stadia dewasa di dalam uterusnya terdapat embryo yang ditujukan dengan adanya jangkar pada bagian depan dan belakang. Pada gilirannya embryo tersebut juga akan berisi embryo generasi berikutnya.

#### **i) Gejala linis**

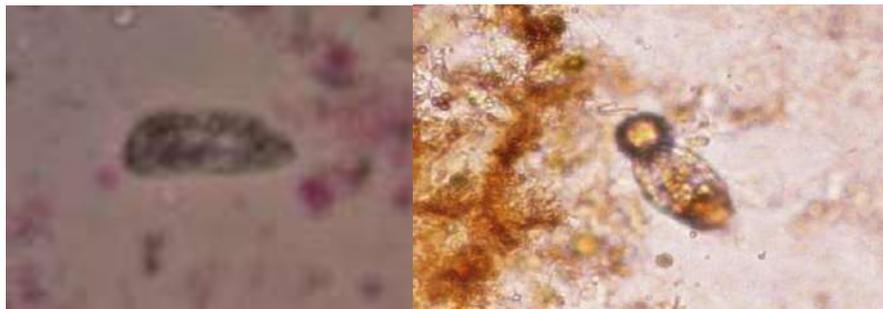
Parasit cacing ini menyerang kulit ikan, dan ikan yang terserang siripnya menguncup, kadang terjadi kerontokan pada sirip ekor. Ikan menggosok-gosok badannya ke dinding kolam atau benda-benda lainnya. Kulit ikan menjadi berlendir berlebihan dan berwarna pucat. Jika parasit yang menyerang kulit banyak, dapat juga menyebabkan kulit menjadi kusam dan lendirnya berkurang. Selain itu bisa menimbulkan luka dan inflamasi pada kulit ikan

Ikan direndam garam 1 sendok makan teh dalam 10 liter air selama 10 menit, atau direndam dalam larutan kalium permanganat 0,01 % selama 20 menit. Bila memungkinkan mengganti air kolam secara menyeluruh

### **3) Nematoda**

Umumnya cacing dari kelas ini berbentuk memanjang dengan tubuh silindris dan simetris, meruncing pada kedua ujungnya, dan mulut terletak pada bagian ujung anterior. Nematoda seringkali disebut cacing gilik. Tubuhnya tertutup oleh lapisan kutikula yang kuat, fleksibel, tetapi tidak dapat digerakan. Nematoda dalam bentuk kista bersifat lebih merusak, dibandingkan dengan nematoda dewasa. Dalam bentuk kista dapat menimbulkan perubahan degeneratif dan nekrosis yang meluas dalam saluran pencernaan ikan. Cacing ini dapat menimbulkan inflamasi dan tukak pada saluran pencernaan dan dapat bermigrasi ke organ lainnya.

Cacing Nematelminthes, seperti *Anisakis* spp, *Camallanus* spp, dan *Acanthocephala*. Cacing *Anisakis* spp dijumpai pada ikan laut, ditemukan pada organ rongga perut, usus, pylorik, perut, dan gonad. Hal ini diakibatkan karena *Anisakis* spp pada ikan selar bentong masih berupa larva yang hidupnya motil sehingga bisa berpindah tempat. Sedangkan *Anisakis* spp dewasa terdapat pada mamalia laut (lumba-lumba dan paus), dimana cacingnya sudah bersifat dormant/ menetap pada jaringan otot. Habitat alami cacing *Camallanus* spp adalah pada organ usus, tetapi bisa ditemukan pada organ gonad. hal ini disebabkan karena adanya migrasi cacing.



Gambar 7. *Nematoda*

### **4) Acanthocephala**

Parasit cacing ini dikenal sebagai cacing kepala berduri karena di kepala cacing ini dikelilingi kait-kait yang menyerupai duri. Cacing ini berbentuk silindrik memanjang, sedikit pipih dan mempunyai probocis yang dapat dimasukan dan dikeluarkan dari tubuhnya yang berada di ujung anterior tubuhnya. Probocis berbentuk bulat atau silindris, dilengkapi kait atau spina yang mengelilingi probocisnya. Kait atau spina ini

berfungsi untuk melekatkan tubuhnya ke usus inangnya. Distribusi cacing ini pada berbagai organ terutama pada organ usus.



Gambar 8. Acanthocephala

### c. Parasit Golongan Crustacea

Golongan klas crustacea yang bersifat parasit pada ikan adalah Argulus, Lerneae, Ergasilus dan isopoda. Keberadaan parasit Crustacea pada permukaan tubuh ikan dapat membahayakan kondisi ikan di perairan dan dapat menurunkan kualitas dari ikan. Infeksi dari parasit Crustacea umumnya akan menyebabkan kerusakan beberapa jaringan tubuh, dan akibat dari kerusakan jaringan tersebut nantinya akan dapat mempermudah terjadinya infeksi sekunder yang dapat lebih membahayakan kondisi ikan dan dapat menurunkan kualitas ikan.



Gambar 9. a. *Argulus* sp. b. *Lerneae* sp.

#### 1) *Argulus* sp.

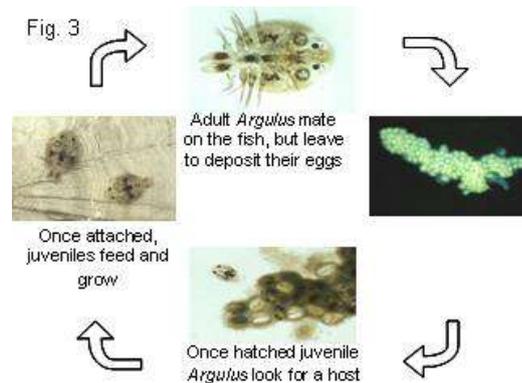
Parasit *Argulus* sp menyebabkan penyakit *Argulosis*. *Argulus* sp biasanya menempel pada kulit atau sirip ikan. *Argulus* adalah parasit yang relatif besar dengan ukuran 4-8mm. *Argulus* sp merupakan ektoparasit yang kasat mata atau dapat dilihat tanpa melalui mikroskop namun ukurannya kecil. Tubuhnya pipih dan bundar atau oval, tubuhnya dibagi menjadi tiga bagian yaitu cephalothorax, thorax, dan abdomen. Bagian kepala bersatu dengan ruas pertama dari thorax, ruas ke 5 dan 6 bersatu dengan perut membantuk sirip ekor. Terdapat 2 mata, 2 organ penghisap berbentuk bundar pada bagian tengah. Ciri utama yang menonjol pada argulus sp adalah adanya *sucker* yang besar pada ventral, sucker merupakan modifikasi maxillae pertama dan berfungsi sebagai organ penempel utama pada *Argulus* sp, selain itu terdapat preoral dan proboscis untuk melukai dan menghisap sari makanan dari inang.

Sifat parasit *Argulus* cenderung temporer yaitu mencari inang secara acak dan dapat berpindah dengan bebas pada tubuh ikan lain atau bahkan meninggalkannya. Umumnya parasit ini menyerang pada ikan-ikan muda yang biasanya berukuran kecil karena belum berkembangnya sistem pertahanan tubuh.

Klasifikasi *Argulus* sp. termasuk dalam Filum Arthropoda, Sub filum Crustacea, kelas Maxillopoda, Sub kelas Branchiura, Ordo Arguloida, Famili Argulidae dan Genus *Argulus*.

### j) Gejala Klinis

Ikan yang terserang *Argulus* sp tubuhnya menjadi kurus, gerakannya sangat lemah, bekas gigitan terlihat berwarna kemerahan. pencegahan melakukan penjemuran kolam sampai beberapa hari agar parasit pada segala stadium mati. Sedangkan parasit yang menempel pada tubuh ikan dapat disiangi dengan pinset. Pengendalian bisa dilakukan menggunakan larutan garam (NaCl) atau garam amoniak.



Gambar 10. Siklus hidup *Argulus*

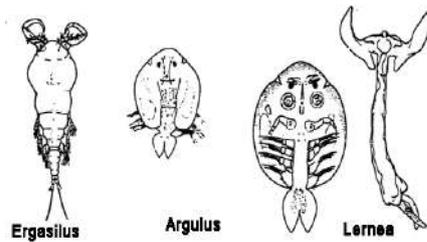
### 2) *Lerneasis*.

Penyebabnya adalah parasit *Lernaea cyprinaceae* dan *Lernaea* sp. (copepod) *Lernea* sp. tergolong ke dalam filum Arthropoda, kelas Crustacean, subkelas copepod, ordo Caligidea dan family Lernaedae. Ektoparasit ini lebih dikenal dengan sebutan cacing jangkar. Tubuh *Lernea* sp. dewasa memanjang dan melebar di daerah posterior, memiliki tubuh tidak bersegmen, silindris memanjang, terdapat 5 pasang biramus kaki renang dan setiap ramus terdapat 3 ruas dan dilengkapi dengan jangkar yang besar untuk melekatnya pada inang.. Setiap individu dewasa berkelamin betina, membawa sepasang kantong telur berisi 300-700 butir. Pemijahan terjadi pada stadia copepodid, bentuk dari jangkar bagian anterior merupakan alat identifikasi spesies.

Siklus hidup dari *Lernea* sp. 20 hari pada suhu 25 °C meliputi stadia nauplius I-III, copepodid I-V, dan cyclopoid dan dewasa. Pada stadia cyclopoid, individu jantannya akan mati sesaat setelah melakukan kopulasi. Sedangkan individu betinanya akan menusukkan kepalanya pada jaringan kulit atau urat daging ikan dan berkembang menjadi individu dewasa.

### k) Gejala Klinis

Ukuran parasit ini cukup besar untuk dilihat dengan mata atau bantuan kaca pembesar, sehingga sangat jelas, parasit ini menusuk kulit di tubuh ikan, bentuknya nampak menyerupai panah. Menyebabkan luka dan pendarahan di tempat menempel dan gigitan.



Gambar 11. Parasit crustacea yang menyerang ikan

### 3) *Ergasilus*

Parasit *Ergasilus* merupakan genus dari family *Ergasilidae*, sub ordo *Poecilostomatoida*. *Ergasilus* cephalotoraxnya kurang lebih 2 kali panjang dan lebar tubuh. Tubuhnya dari dorsal ke ventral pipih melebihi 60% panjang total. Bagian depannya pendek, terdapat 3 mata, bagian perut terdiri dari 3 ruas. Ukuran tubuh dari panjang total 0.8mm terdiri dari cephalotorax 0,51mm, lebar 0,28mm, panjang tubuh tak beruas 0,2mm, lebar anterior 0,17mm, posterior 0,06mm.

#### 1) Gejala Klinis

Parasit ini menempel pada insang, sehingga mengganggu pernafasan ikan. Jika intensitas serangan tinggi dapat menyebabkan ikan kurus dan bernafas megap-megap.

### 4) *Isopoda*

Parasit Isopoda yang dapat menyerang ikan adalah *Alitropus typus*. Parasit ini menghisap darah ikan yang dapat menyebabkan kerusakan/luka, kehabisan darah.

### 5) *Caligus*

*Caligus* merupakan parasit dari kelas Copepoda, family *Caligidae*, dan masih sub ordo dengan *Ergasilus*. Panjang dan lebar cephalotorax seimbang atau sama, posterior sinus dan zona samping dangkal. Panjang total 3,9-5,1 mm, panjang cephalotorax 2,4-3,1 mm, lebar 2,2-2,6 mm, panjang kantung telur 1,6-3,2 mm (Pusat Karantina Pertanian, 1996).

### d. Pengendalian Parasit

Prinsip dari pencegahan adanya invasi parasit adalah menjaga kebersihan wadah budidaya, menjaga kualitas air dan manajemen budidaya yang sehat. Upaya pengendalian dan pemberantasan parasit adalah memutus siklus hidupnya, baik parasit yang menetap di inang ataupun yang bersifat sementara. Pemberantasan parasit dapat dilakukan dengan tindak karantina, yang memisahkan ikan yang terinfeksi dengan lainnya, selanjutnya adalah melakukan pergantian air. Pemberian obat-obatan atau bahan kimia tidak dianjurkan mengingat dampak yang ditimbulkan pada inangnya dan juga pada lingkungan.

Pemberian larutan garam dengan cara merendam ikan bisa dilakukan namun harus diperhatikan waktunya jangan terlalu lama, karena menyebabkan ikan dehidrasi dan kondisi ikan menjadi lemah. Perendaman garam dapur dengan dosis 1,25% selama 10 menit. Selain itu ikan bisa direndam di larutan PK 25 ppm 30 menit atau 2 ppm dengan waktu merendam lebih lama, Abathe 1 ppm (akuarium) atau 1,5 ppm (kolam)

Selain ikan yang sakit dikarantina, juga melakukan tindakan sedimentasi dan filtrasi. Perlu diperhatikan juga saat persiapan kolam, dengan desinfeksi dengan kapur atau clorine, menjaga kualitas air, menjaga kesehatan ikan dan lingkungan,

memperhatikan kepadatan ikan, dan pemberian pakan yang berkualitas dan tepat kuantitasnya untuk menghindari sisa pakan yang menumpuk.

#### **e. Pemeriksaan parasit**

Pemeriksaan parasit bisa dilakukan secara langsung dengan mengambil ikan yang menunjukkan gejala klinis terserang parasit. Pemeriksaan ini memerlukan bantuan kaca pembesar, untuk parasit yang berukuran besar. Namun jika untuk parasit yang berukuran mikroskopis harus melakukan sampling Ikan hidup atau mati  $\leq 1$  jam untuk dibawa ke laboratorium.

#### **f. Penyakit non patogen/non parasiter**

Penyakit pada ikan tidak hanya disebabkan oleh parasit atau mikroorganisme, baik yang patogen maupun yang tidak patogen. Penyakit-penyakit tersebut seringkali disebut penyakit abiotik atau non parasiter. Penyakit tersebut meliputi penyakit genetik, tumor, malnutrisi dan penyakit karena adanya toksin dan limbah. Selain itu ada penyakit yang pemicunya adalah akibat perubahan lingkungan.

Faktor lingkungan dapat juga mengakibatkan kematian yang dapat berlangsung sangat cepat dan tiba-tiba, sehingga mematikan seluruh populasi ikan. Penyebabnya antara lain adalah Up welling, keracunan akibat peledakan populasi plankton, pestisida/limbah industri, bahan kimia dan lainnya. Bisa juga karena keracunan nitrit, hasil metabolisms ikan, dan keracunan ammonia karena pemberian pakan yang berlebihan atau bahan organik, serta polutan, yang bersifat racun yaitu Hg, Cd, Cu, Zn, Ni, Pb, Cr, Al dan Co.

#### **1) Penyakit Akibat Lingkungan**

Penyakit akibat lingkungan pada ikan masih sering terjadi. Penyakit ini berdasarkan pada penyebabnya dibedakan menjadi 2 golongan yaitu yang disebabkan oleh faktor abiotik dan biotik.

##### **a) Faktor Abiotik**

###### **- Suhu/temperatur**

Selain suhu yang tinggi pada daerah tropis, masalah yang sering ditemukan adalah masalah perubahan suhu yang terlalu ekstrim akibat pengaruh musim, misalnya musim kemarau. Suhu rendah akan menyebabkan kecepatan metabolisme turun sehingga nafsu makan ikan jadi menurun. Suhu dingin dibawah suhu optimum akan berpengaruh pada penekanan kekebalan pada ikan. Suhu optimum tersebut akan berbeda bagi masing-masing jenis ikan hias.

###### **- pH**

pH air yang dibutuhkan oleh ikan akan bervariasi tergantung pada jenis ikan tersebut. Pada umumnya ikan akan toleran terhadap range pH tertentu, misalnya untuk ikan hias jenis Koi dan koki range pH nya antara 6,2 sampai 9,2. pH air yang ekstrim dibawah atau diatas pH optimum akan mengakibatkan gangguan pada kesehatan ikan. pH optimum akan bervariasi tergantung pada jenis ikan. Efek langsung dari pH rendah dan pH yang terlalu tinggi adalah berupa kerusakan sel epitel, baik kulit maupun insang, hal ini akan mengganggu pada proses penyerapan oksigen terutama bagi ikan yang bernafas dengan menggunakan insang.

###### **- Kesadahan**

Kesadahan pada lingkungan pembudidaya ikan hias dikenal dengan istilah air lunak dan air keras. Nilai kesadahan air pada air biasanya ditentukan dengan kandungan kalsium karbonat atau magnesium. Tingkatan nilai kesadahan untuk air dapat dibedakan menjadi air yang lunak (kesadahan rendah), air yang sedang, dan air

yang keras atau kesadahan tinggi dan sangat keras. Tiap jenis ikan terutama ikan hias memerlukan kesadahan air yang tidak sama. Ikan neon tetra misalnya memerlukan kesadahan air yang rendah apabila dibandingkan dengan ikan hias dari golongan siklid.

- **Bahan cemaran**

Bahan cemaran biasanya berasal dari sumber air yang digunakan pada suatu usaha budidaya ikan terutama, yang menggunakan sumber air dari sungai atau perairan umum lainnya. Cemaran bisa berasal dari limbah domestik maupun limbah industri. Bahan cemaran dapat berupa bahan beracun dan logam berat. Bahan cemaran tersebut secara langsung dapat mematikan atau bisa juga melemahkan ikan. Pada cemaran konsentrasi rendah yang berlangsung dalam jangka waktu yang lama akan menimbulkan efek yang tidak mematikan ikan tetapi mengganggu proses kehidupan ikan (sublethal) hal ini akan mengganggu kesehatan ikan. Pada kondisi demikian ikan akan mudah terinfeksi oleh segala macam penyakit-penyakit misalnya penyakit akibat infeksi jamur dan bakteri.

**b) Faktor Biotik**

Algae yang menutupi permukaan air akan mengganggu proses pernafasan ikan. Sedangkan algae yang tumbuh dalam air akan berpengaruh pada pergerakan ikan. Ikan akan terperangkap pada algae tersebut. Selain itu algae sel tunggal yang berupa filament akan masuk kedalam lembar insang dan akan mengganggu pada proses pernafasan ikan, sehingga ikan lama kelamaan akan mengalami kekurangan oksigen.

Beberapa algae yang biasanya tumbuh berlebih (blooming) akan berpengaruh pada pengurangan kandungan oksigen dalam air baik dari aktivitas fotosintesa terutama pada waktu malam hari. Akibat dari aktivitas pembusukan algae akan menimbulkan bahan beracun seperti amoniak. Selain itu beberapa algae akan bersifat racun bagi ikan misalnya dari jenis *Mycrocystis aeruginosa*.

**2) Malnutrisi**

Malnutrisi adalah penyakit akibat kurangnya kualitas maupun kuantitas pakan yang diberikan pada hewan budidaya. Pakan ikan harus mengandung cukup protein karena protein yang dibutuhkan oleh ikan relatif tinggi. Kekurangan protein akan menurunkan daya tahan tubuh ikan terhadap penyakit. Selain itu pertumbuhan juga terganggu. Kekurangan vitamin pada ikan juga mengakibatkan kelainan pada tubuh ikan, baik kelainan bentuk tubuh atau kelainan fungsi fisiologi.

Kekurangan Vit. A, akibatnya pertumbuhan lambat; kornea mata jadi lunak, mata menonjol, kebutaan; pendarahan pada kulit dan ginjal.

Kekurangan Vit. B1, akibatnya ikan lemah, kekurangan nafsu makan; timbulnya pendarahan atau penyumbatan pembuluh darah; abnormalitas gerakan yaitu kehilangan keseimbangan; Ikan warna pucat.

Kekurangan Vit. B2, akibatnya : mata ikan keruh, pendarahan pada mata, lama-lama kebutaan; nafsu makan hilang; ikan warna gelap; pertumbuhan lamban; pendarahan timbul pada kulit dan sirip.

Kekurangan Vit. B6, akibatnya : frekwensi pernafasan meningkat; ikan kehilangan nafsu makan; ikan mengalami kekurangan darah.

Kekurangan Vit. C, akibatnya ikan warna lebih gelap; pendarahan terjadi pada kulit, hati, ginjal. Vitamin C sangat berperan dalam pembentukan kekebalan tubuh oleh karena itu kekurangan vit C yang berlangsung lama akan mengakibatkan menurunnya daya tahan tubuh. Selain itu kekurangan vit C menyebabkan terjadi kelainan pada tulang belakang bengkok arah samping (scoliosis), bengkok arah atas

dan bawah (lordosis). Untuk menanggulangi akibat kekurangan vit maka kita harus menambahkan beberapa vit pada pakan ikan.

Kekurangan asam lemak esensial menyebabkan infiltrasi lemak pada kulit dan minimnya pigmentasi pada tubuh ikan.

### **3) Turunan (genetik).**

Penyakit non parasit akibat turunan. Kondisi fisik ikan yang tidak sempurna yang dibawa sejak lahir (sejak menetas). Misalnya kepala yang tidak wajar, tulang belakang yang membengkok, mata juling dan lain sebagainya. Ikan yang fisiknya tidak sempurna akan mengalami kesulitan dalam usaha mendapatkan makanan di wadah yang terbatas (kolam, tambak dan lainnya) dan bersaing dengan ikan yang sempurna. Jumlah makanan yang diperoleh sedikit, ikan akan mengalami kelambatan dalam pertumbuhan, sehingga ikan mudah diserang penyakit karena kondisi tubuhnya tidak kuat dan kekurangan gizi.

Perkawinan kekerabatan pada ikan dapat menimbulkan masalah pada penurunan daya tahan tubuh terhadap infeksi suatu penyakit, disebabkan karena miskinnya variasi genetik dalam tubuh ikan itu sendiri. Kelainan lain akibat perkawinan kekerabatan yaitu tutup insang tidak bisa tertutup dengan sempurna, sehingga mengganggu proses pernafasan lama kelamaan ikan mengalami kekurangan darah akibat rusaknya sistem pembuat darah karena minimnya oksigen yang dipasok pada jaringan pembuat darah.

### **4) Potbelly (Perut Turun)**

Potbelly disebabkan: hypertrophy hati. Koi memiliki hati yang sangat sensitive terhadap "starch" (kandungan tertentu yang ada dalam makanan, berperan menentukan kadar sumber energi yang dibutuhkan), sumber energi sebenarnya adalah glukosa (gula), bukan fatty acid (lemak)). Ada alpha-starch dan beta- starch.

Suhu air (karena bisa merubah alpha-starch menjadi beta starch kembali - khususnya untuk alpha-starch yang instan). Makanan yang mengandung Beta-starch, jika berlebihan menyebabkan membengkakan hati. Ikan seperti menggondong telur (betina). Penanggulangannya adalah ikan dipuasakan dahulu sekitar 1-2 minggu, lalu diberi makanan yang mengandung kentang. Sesudah normal kembali yang perlu diperhatikan adalah cara atau pola pemberian pakan dan kandungan pada pakan yang akan diberikan selanjutnya.

### **5) Mata Juling atau Melotot**

Mata juling atau melotot pada arwana dapat terjaji karena dua faktor, yaitu faktor genetik dan lingkungan. Posisi akuarium yang kurang tepat, pakan yang selalu dibawah, sinar yang menyilaukan, dan pakan terlalu berlemak

### **6) Kanker = Karsinoma**

Penyakit yang disebabkan rusaknya mekanisme pengaturan sel, khususnya mekanisme pertumbuhan dan diferensiasi sel yang diatur oleh gen. Sel tubuh/sel somatik mengalami perubahan (*transformasi*) sehingga bentuk, sifat dan kinetiknya berubah. Tumbuhnya sel menjadi autonom, liar, tidak terkendali dan terlepas dari koordinasi pertumbuhan normal dan bersifat ganas. Sel ini bermigrasi ke jaringan tubuh yang lain melalui sirkulasi darah atau sistem limfatik, yang disebut metastasis. Faktor genetik diduga kuat sebagai pencetus utama terjadinya kanker.

Karakter sel kanker yang ganas yang membedakan kanker dari tumor jinak. Sebagian besar kanker membentuk tumor, tetapi beberapa tidak, seperti leukemia. Tumor adalah benjolan yang ada pada tubuh yang semakin membesar.

Tumor menunjuk massa jaringan yang tidak normal, dapat "ganas" (bersifat kanker) atau "jinak" (tidak bersifat kanker). Tumor ganas mampu menyerang jaringan lainnya ataupun bermetastasis.

Kanker dapat menyebar melalui kelenjar getah bening /pembuluh darah ke organ lain. Sel kanker timbul dari sel normal yang mengalami transformasi menjadi ganas, karena mutasi spontan atau induksi *karsinogen* (bahan/agen pencetus terjadinya kanker). Bahan yang bersifat karsinogen antara lain virus, bahan kimia dan radiasi, ultraviolet. Sebagian besar karsinogen tersebut memiliki sifat biologis yang sama yaitu dapat mengakibatkan kerusakan pada DNA.

#### **g. Permasalahan Yang Dihadapi**

##### **1) Intensifikasi budidaya.**

Seperti telah disebutkan diatas bahwa system budidaya ikan di Indonesia telah sampai pada tahapan intensifikasi. Dengan intensifikasi biasanya dilakukan dengan padat penebaran yang tinggi untuk menghasilkan produksi ikan yang tinggi tanpa mempertimbangkan daya dukung lahan. Pada keadaan demikian apabila tidak didukung oleh keadaan lingkungan yang sehat dan memenuhi syarat maka akan mudah sekali timbul wabah penyakit ikan.

##### **2) Manajemen Budidaya yang kurang sempurna.**

Pembudidaya ikan biasanya hanya berpikir bagaimana cara mengejar hasil yang setinggi-tingginya tanpa memikirkan masalah lain yang sebenarnya sangat mendukung pada keberhasilan usaha budidaya. Salah satu contoh yang masih kurang diperhatikan adalah pemberian pakan yang tidak tepat tanpa mengetahui apakah pakan tersebut dimakan oleh ikan atau tidak. Dengan banyaknya pakan yang tertimbun didasar perairan maka akan banyak menimbulkan masalah berupa pembusukkan pakan yang pada akhirnya akan menghasilkan bahan cemaran antara lain amoniak.

Cara penanganan yang kasar serta kurang memperhatikan tindak aklimatisasi setelah pengangkutan ikan juga merupakan suatu faktor yang dapat menimbulkan terjadinya kasus wabah penyakit ikan. Faktor lain adalah masalah konstruksi kolam atau bak yang biasanya kurang sempurna dan tidak mendukung sanitasi air. Hal ini juga merupakan suatu faktor yang mempercepat terjadinya wabah penyakit ikan.

##### **3) Masalah kualitas air yang tidak mendukung**

Lingkungan yang kurang memenuhi syarat bagi usaha budidaya ikan seperti pH air yang terlalu rendah atau terlalu tinggi, kandungan zat asam yang rendah, kandungan bahan organik yang tinggi, banyaknya bahan cemaran yang masuk ketempat budidaya secara tidak langsung ataupun langsung akan membantu mempercepat timbulnya wabah penyakit ikan.

Kurangnya pemahaman serta keterampilan akan cara penanggulangan penyakit ikan. Selain hal-hal tersebut diatas juga dirasakan sangat terbatasnya pengetahuan tentang penyakit ikan oleh para petani ikan. Hal ini akan mengakibatkan kurang cepatnya arus informasi yang sampai kepada petugas yang bersangkutan sehingga akan mengakibatkan terjadinya kelambatan dalam tindakan penanggulangannya.

#### **C. RANGKUMAN**

Penyakit ikan biasanya timbul berkaitan dengan lemahnya kondisi ikan yang diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu antara lain penanganan ikan, faktor pakan yang diberikan, dan keadaan lingkungan yang kurang mendukung. Pada padat penebaran ikan yang tinggi jika faktor lingkungan kurang menguntungkan misalnya kandungan zat asam dalam air rendah, pakan yang diberikan kurang tepat baik jumlah maupun

mutunya, penanganan ikan kurang sempurna, maka ikan akan menderita stress. Dalam keadaan demikian ikan akan mudah terserang oleh penyakit.

Pada usaha penanggulangan beberapa bahan kimia dan antibiotika telah banyak diteliti kegunaannya untuk pemberantasan penyakit ikan. Namun demikian penggunaan bahan-bahan tersebut banyak menimbulkan masalah.

Intensifikasi biasanya dilakukan dengan padat penebaran yang tinggi untuk menghasilkan produksi ikan yang tinggi tanpa mempertimbangkan daya dukung lahan. Pada keadaan demikian apabila tidak didukung oleh keadaan lingkungan yang sehat dan memenuhi syarat maka akan mudah sekali timbul wabah penyakit ikan. Manajemen Budidaya yang kurang sempurna, seperti pemberian pakan yang tidak tepat tanpa mengetahui apakah pakan tersebut dimakan oleh ikan atau tidak. sehingga menimbulkan masalah berupa pembusukkan pakan yang pada akhirnya akan menghasilkan bahan cemaran antara lain amoniak. Faktor lain adalah masalah konstruksi kolam atau bak yang biasanya kurang sempurna dan tidak mendukung sanitasi air. Hal ini juga merupakan suatu faktor yang mempercepat terjadinya wabah penyakit ikan. Lingkungan kualitas yang kurang memenuhi syarat bagi usaha budidaya ikan seperti pH air yang terlalu rendah atau terlalu tinggi, kandungan zat asam yang rendah, kandungan bahan organik yang tinggi, banyaknya bahan cemaran yang masuk ketempat budidaya secara tidak langsung ataupun langsung akan membantu mempercepat timbulnya wabah penyakit ikan.

Selain itu juga terbatasnya pengetahuan tentang parasit dan penyakit ikan oleh pembudidaya. Sehingga mengakibatkan terjadinya kelambatan dalam tindakan penanggulangannya.

#### **D. LATIHAN**

1. Bagaimana cara mengatasi adanya serangan parasit protozoa
2. Persiapan apa yang dilakukan agar budidaya tidak mudah terserang parasit

#### **E. DAFTAR PUSTAKA**

- Borji H, Naghibi A, Nasiri MR, Ahmadi A. 2012. Identification of *Dactylogyrus* spp. and other parasites of common carp in northeast of Iran. J Parasit Dis. 36 (2): 234-238.
- Bruno DW, Nowak B, Elliott DG. 2006. Guide to the identification of fish protozoan and metazoan parasites in stained tissue sections. Dis Aquat Organ 70: 1-36.
- Choresca CH Jr, Gomez DK, Han JE et al. 2010. Molecular detection of *Aeromonas hydrophila* isolated from albino catfish, *Clarias* sp. reared in an indoor commercial aquarium. Korean J Vet Res 50 (4): 331-333.
- Hoai TD, Van KV. 2014. Efficacy of praziquantel against external parasites infecting freshwater fish. J Sci Dev 12 (5): 711-719.
- Kayis S, Ozcelep T, Capkin E et al. 2009. Protozoan and metazoan parasites of cultured fish in Turkey and their applied treatments. Isr J Aquacult-Bamid 61 (2): 93-102.
- Khalil B, Bilqees FM, Perveen F et al. 2012. Tissue damage in fish of *Otolithes argenteus* infected with *Oodinium* sp. skin from Karachi coast. Proc Parasitol 53: 7-17.

- Klinger RE, Floyd RF. 2016. Introduction to freshwater fish parasites 1. CIR716. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. edis.ifas.ufl.edu. [3 September 2016].
- Koyun M. 2011. Seasonal distribution and ecology of some *Dactylogyrus* species infecting *Alburnus alburnus* and *Carassius carassius* (Osteichthyes: Cyprinidae) from Porsuk River, Turkey. *Afr J Biotechnol* 10 (7): 1154-1159.
- Lom J, Dykova I. 1992. Protozoan parasites of fishes. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Mbokane EM, Matla MM, Theron J et al. 2015. Seasonal dynamics and occurrences of three *Dactylogyrus* species on the gills of three cyprinids at Nwanedi-Luphephe dams in Limpopo Province, South Africa. *J Afr Zool* 50 (2): 119-125.
- Omeji S, Solomon SG, Idoga ES. 2011. A comparative study of the common protozoan parasites of *Clarias gariepinus* from the wild and cultured environments in Benue State, Nigeria. *J Parasitol Res* 2011: 1-8.
- Pantoja MFW, Neves RL, Dias RDM et al. 2012. Protozoan and metazoan parasites of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in Brazil. *Revista MVZ Cordova* 17 (1): 2812-2819.
- Raissy M, Ansari M. 2012. Parasites of some freshwater fish from Armand River, Chaharmahal va Bakhtyari Province, Iran. *Iran J Parasitol* 7 (1): 73-79.
- Sachlan, M. 1952. Notes on parasites of freshwater fishes in Indonesia. *Contrib. Int. Fish. Res. Stat.* No. 2. 1 - 60.
- Sarig, S. 1971. Diseases of Warmwater Fishes. TFH Publ., Neptune City, New Jersey.
- Saptiani, G, Pebrianto CA, Agustina, Hardi EH, Ardhani F. 2017. Diversity and prevalence of ectoparasites associated with cultured fish from coal ponds in East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas* 18(2): 666-670.
- Snieszko, S.F. 1973. The effect of environmental stress on outbreak of infection diseases of fishes. *J. Fish. Biol.* (6) : 197-208.
- Supriyadi, H. dan P. Taufik. 1983. Penelitian pendahuluan immunisasi ikan dengan cara vaksinasi. *Bull. Pen. PD* .4 (1): 34 -36.
- Supriyadi, H. 1986. The susceptibility of various fish species to infection by the bacterium *Aeromonas hydrophila*. p. 241 - 242. In J.L. Maclean, L.B. Dizon and L.V. Hosillos (eds) *The first Asian Fisheries Forum*. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines.
- Untergasser, D. 1989. Handbook of Fish Diseases. In H.R. Axelrod (ed). TFH Publications
- Xu DH, Shoemaker CA, La Frenz BR. 2014. Enhanced susceptibility of hybrid tilapia to *Flavobacterium columnare* after parasitism by *Ichthyophthirius multifiliis*. *Aquaculture* 430: 44-49.

Xu DH, Shoemaker CA, Zhang D. 2015. Treatment of *Trichodina* sp. reduced load of *Flavobacterium columnare* and improved survival of hybrid tilapia. *Aquaculture Reports* 2: 126-131.

# **BAB VI.**

## **PENYAKIT BAKTERIAL DAN VIRUS PADA BUDIDAYA IKAN AIR TAWAR**

**RICKO REYNALTA, S.Pi., M.Si.**

*Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Akuatik  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan-Universitas Mulawarman*

### **Kompetensi Dasar:**

1. Mengidentifikasi penyakit bakterial berdasarkan gejala klinisnya.
2. Menjelaskan pengendalian yang dapat dilakukan.
3. Mengidentifikasi penyakit virus berdasarkan gejala klinisnya.
4. Menjelaskan pengendalian yang dapat dilakukan

### **A. PENDAHULUAN**

Bakteri merupakan mikroorganisme bersel tunggal. Peran bakteri dalam budidaya terbagi menjadi dua, yakni: ada yang bersifat menguntungkan dan merugikan. Bakteri menguntungkan biasanya digunakan untuk memperbaiki kondisi lingkungan budidaya, sedangkan bakteri merugikan perlu diminimalisir dalam budidaya. Hal ini berkaitan dengan dampak yang ditimbulkan mulai dari hilangnya nafsu makan, kematian beberapa ekor, bahkan dapat mengakibatkan kematian massal pada budidaya ikan.

Pencegahan penyakit bakterial secara umum dapat dilakukan dengan menerapkan kebersihan (disinfeksi) dalam setiap kegiatan budidaya. Penyakit bakterial yang sering menyerang ikan air tawar diantaranya: Motile Aeromonas Septicemia (MAS), Streptococcosis, Mycobacteriosis, Pseudomoniasis, Edwardsiellosis, dan Vibriosis.

### **B. URAIAN MATERI**

#### **1. Motile Aeromonas Septicemia (MAS)**

Penyakit yang sering menginfeksi ikan air tawar yang disebabkan oleh infeksi *Aeromonas hydrophila*. Serangan bakteri ini bersifat akut dan apabila kondisi lingkungan terus memburuk, dapat mengakibatkan kematian tinggi mencapai 80-100% (Maulina *et al.*, 2015; Taukhid *et al.*, 2018). Gejala klinis yang muncul pada ikan saat terinfeksi Motile Aeromonas Septicemia:

- Warna tubuh kusam/gelap, nafsu makan menurun, kulit kasar (Taukhid *et al.*, 2018).
- Pendarahan pada pangkal sirip, ekor, peradangan sekitar anus dan bagian tubuh lainnya (Hanson *et al.*, 2014; Taukhid *et al.*, 2018).
- Sisik menonjol bahkan lepas, luka di sekitar mulut (Hanson *et al.*, 2014; Taukhid *et al.*, 2018).
- Perut lembek dan bengkak yang berisi cairan merah kekuningan (Hanson *et al.*, 2014; Taukhid *et al.*, 2018).
- Pendarahan di usus dan otot (Hanson *et al.*, 2014).
- Ginjal dan limpa bengkak (Hanson *et al.*, 2014).



(a)



(b)

Gambar 1. Gejala klinis penyakit Motile Aeromonas Septicemia: (a) terjadi erosi berat pada pelipatan batang ekor; (b) borok pada tubuh ikan koki (Taukhdid *et al.*, 2018).

Pengendalian penyakit Motile Aeromonas Septicemia dapat dilakukan dengan cara:

- Disinfeksi sarana budidaya sebelum dan selama proses pemeliharaan ikan;
- Mengurangi kadar bahan organik dengan mengganti air;
- Pemberian unsur immunostimulan (Taukhdid *et al.*, 2018);
- Penggunaan vaksin *A. hydrophila*, bahkan penggunaan vaksin dengan penambahan tanaman terung asam (*Solanum ferox*) dan lempuyang (*Zingiber zerumbet*) dapat mempercepat efikasi (Hardi *et al.*, 2020);
- Penggunaan herbal temu kunci (*Boesenbergia pandurata*) dan lempuyang (*Zingiber zerumbet*) untuk meningkatkan imunitas (Hardi *et al.*, 2018);
- Penggunaan probiotik (Agustina *et al.*, 2019).
- Pengobatan dengan penggunaan bahan herbal melalui 2 metode:
  - ❖ Metode perendaman dengan melarutkan salah satu bahan ke dalam air, seperti:
    - Bawang putih dan meniran (Dinamella *et al.*, 2013);
    - Daun jambu biji (*Psidium guajava*) (Taukhdid *et al.*, 2018);
    - Daun sirih (*Piper betle*) (Saptiani *et al.*, 2016);
    - Daun ketapang (*Terminalia cattapa*) (Taukhdid *et al.*, 2018).
  - ❖ Metode pakan dengan menambahkan salah satu bahan pada pembuatan pakan, seperti: Daun jambu biji (*Psidium guajava*); kunyit (*Curcuma longa*); selada (*Lactuca sativa*) (Taukhdid *et al.*, 2018)

## 2. Streptococcosis

Penyakit ini disebabkan oleh infeksi bakteri *Streptococcus agalactiae* dan *Streptococcus iniae*. Target organ infeksi dari serangan bakteri ini adalah otak dan mata. Gejala klinis yang muncul pada ikan yang terinfeksi Streptococcosis:

- Tingkah laku ikan abnormal seperti bergerak berputar (*whirling*);
- Mata menonjol (*exophthalmia*);
- Nafsu makan menurun, tubuh berwarna gelap;
- Pendarahan pada bagian tubuh;



Gambar 2. Tubuh berwarna hitam dan mata menonjol (exophthalmia) pada ikan nila yang terinfeksi *Streptococcus agalactiae* (Taukhid *et al.*, 2018).

Pengendalian penyakit Streptococcosis dapat dilakukan dengan cara:

- Disinfeksi sarana budidaya sebelum dan selama proses pemeliharaan ikan;
- Mengurangi kadar bahan organik dengan mengganti air;
- Pemberian unsur immunostimulan (Taukhid *et al.*, 2018);
- Penggunaan vaksin *Streptococcus* spp., bahkan penggunaan vaksin ditambah dengan penyalut kitosan dapat meningkatkan tingkat kelangsungan hidup (Reynalta *et al.*, 2019).
- Pengobatan dengan menggunakan bahan herbal, seperti daun babandotan (*Ageratum conyzoides* L.) (Taukhid *et al.*, 2018).

### 3. Mycobacteriosis

Penyakit ini disebabkan oleh infeksi bakteri *Mycobacterium fortuitum* pada ikan air tawar.



Gambar 3. Luka pada ikan yang terinfeksi Mycobacteriosis (Taukhid *et al.*, 2018).

Gejala klinis yang muncul pada ikan yang terinfeksi Mycobacteriosis:

- Hilang nafsu makan;
- Mata menonjol (*exophthalmia*);
- Timbul bercak-bercak merah pada kulit yang berkembang menjadi luka;
- Sirip dan ekor geripis;
- Pada beberapa kasus, terjadi perubahan pada tulang belakang ikan seperti *lordosis*, *skoliosis*, *ulser*.

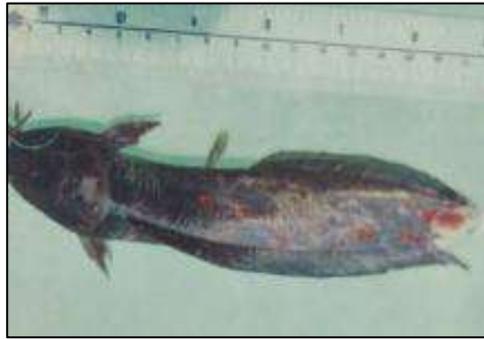
Pengendalian penyakit Mycobacteriosis dapat dilakukan dengan cara:

- Disinfeksi sarana budidaya sebelum dan selama proses pemeliharaan ikan;
- Mengurangi kadar bahan organik dengan mengganti air;
- Pemberian unsur immunostimulan (Taukhid *et al.*, 2018);
- Penggunaan vaksin *Mycobacterium* spp.
- Pengobatan dengan cara perendaman ekstrak bahan herbal seperti daun kipahit (*Picrasma javanica*) (Taukhid *et al.*, 2018).

#### 4. Pseudomoniasis

Penyakit ini disebabkan oleh infeksi bakteri *Pseudomonas* spp. Gejala klinis yang muncul pada ikan yang terinfeksi Pseudomoniasis menurut Taukhid *et al.* (2018):

- Ikan lemah bergerak lambat;
- Bernafas megap-megap di permukaan air;
- Terdapat bercak merah dan kerusakan pada sirip, insang, dan kulit;
- Sirip dan ekor rontok;
- Perut ikan menjadi kembung (*dropsy*).



Gambar 4. Luka di beberapa bagian tubuh akibat infeksi *Pseudomonas* spp (Taukhid *et al.*, 2018).

Pengendalian penyakit Pseudomoniasis dapat dilakukan dengan cara:

- Disinfeksi sarana budidaya sebelum dan selama proses pemeliharaan ikan;
- Mengurangi kadar bahan organik dengan mengganti air;
- Mengurangi pemberian pakan dan kepadatan ikan;
- Pemberian unsur immunostimulan (Taukhid *et al.*, 2018);
- Penggunaan herbal terung asam (*Solanum ferox*) (Hardi *et al.*, 2018);
- Percepatan efikasi vaksin menggunakan tanaman terung asam (*Solanum ferox*) dan lempuyang (*Zingiber zerumbet*) (Hardi *et al.*, 2020).
- Pengobatan dengan cara perendaman menggunakan larutan *Kalium Permanganat* (PK).

#### 5. Edwardsiellosis

Penyakit ini disebabkan oleh infeksi bakteri *Edwardsiella tarda*. Gejala klinis yang muncul pada ikan yang terinfeksi Edwardsiellosis menurut Taukhid *et al.* (2018):

- Ikan mengalami luka kecil, kemudian bernanah;
- Pucat dan perut gembung berisi cairan yang berwarna kekuningan atau kemerahan
- Rongga mengalami pembengkakan dan apabila digores akan tercium bau gas *Hydrogen Sulfide* ( $H_2S$ ).
- Organ hati berwarna pucat dan terdapat bercak putih.



Gambar 5. Organ hati berwarna pucat dan terdapat bercak putih (Taukhid *et al.*, 2018).

Pengendalian penyakit Edwardsiellosis dapat dilakukan dengan cara:

- Disinfeksi sarana budidaya sebelum dan selama proses pemeliharaan ikan;
- Mengurangi kadar bahan organik dengan mengganti air;
- Mengurangi pemberian pakan dan kepadatan ikan;
- Pemberian unsur immunostimulan (Taukhid *et al.*, 2018);
- Pengobatan dengan cara perendaman ekstrak bahan herbal seperti daun meniran (*Phyllanthus niruri*) (Taukhid *et al.*, 2018).

## 6. Vibriosis

Penyakit ini disebabkan oleh infeksi bakteri *Vibrio* spp. (*Vibrio alginolyticus*, *Vibrio parahaemolyticus*). Gejala klinis yang muncul pada ikan yang terinfeksi Vibriosis menurut Taukhid *et al.* (2018):

- Ikan hilang nafsu makan dan berenang di permukaan air;
- Inflamasi pada anus, insang, mulut, pangkal sirip;
- Pendarahan mulut dan sirip pada infeksi tingkat lanjut.



Gambar 6. Terdapat bercak-bercak merah di permukaan tubuh ikan bandeng (Taukhid *et al.*, 2018).

Pengendalian penyakit Vibriosis dapat dilakukan dengan cara:

- Disinfeksi sarana budidaya sebelum dan selama proses pemeliharaan ikan;
- Mengurangi kadar bahan organik dengan mengganti air;
- Mengurangi pemberian pakan dan kepadatan ikan;
- Penggunaan vaksin anti Vibriosis;
- Pemberian unsur immunostimulan (Taukhid *et al.*, 2018);

## 7. Penyakit Virus pada Budidaya Ikan Air Tawar

Virus merupakan mikroorganisme terkecil yang berukuran lebih kecil dari bakteri. Virus bersifat parasit dan menimbulkan penyakit, disebabkan dari cara hidup virus sendiri yang membutuhkan inang untuk hidup. Penyakit yang disebabkan oleh virus lebih susah diatasi, sehingga diperlukan pengendalian yang lebih serius dibandingkan

penyakit bakterial. Namun, pencegahan secara umum dengan menerapkan kebersihan (disinfeksi) dalam setiap kegiatan budidaya mampu meminimalisir terjadi penyakit dari virus. Penyakit virus yang sering menginfeksi budidaya ikan air tawar diantaranya: Koi Herpes Virus dan Tilapia Lake Virus.

#### a. Koi Herpes Virus (KHV)

Penyakit ini disebabkan oleh infeksi virus *cyprinid herpesvirus-3* (CyHV-3). Gejala klinis yang muncul pada ikan yang terinfeksi Vibriosis menurut Taukhid *et al.* (2018):

- Ikan hilang nafsu makan dan berenang di permukaan air;
- Berenang di permukaan air;
- Insang pucat, terdapat bercak putih yang lama-kelamaan akan membusuk;
- Kulit melepuh;
- Sering diikuti infeksi sekunder oleh parasit, bakteri, jamur.



Gambar 7. Inflamasi pada kulit ikan yang terinfeksi Koi Herpes Virus (Taukhid *et al.*, 2018)

Pengendalian penyakit Koi Herpes Virus dapat dilakukan dengan cara:

- Disinfeksi sarana budidaya sebelum dan selama proses pemeliharaan ikan;
- Penggunaan vaksin anti KHV;
- Pemberian unsur immunostimulan (Taukhid *et al.*, 2018);
- Mengkondisikan suhu dan salinitas, seperti suhu 26°-27°C dan 29°-30°C dengan salinitas 4-8 ppt pada ikan mas (Astuti *et al.*, 2012).
- Pengobatan dengan cara perendaman menggunakan ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) (Taukhid *et al.*, 2018).

#### b. Tilapia Lake Virus (TiLV)

Penyakit ini disebabkan oleh infeksi *Tilapia Lake Virus* (TiLV) dengan organ utama yang diserang adalah mata, otak, dan hati. Gejala klinis yang muncul pada ikan yang terinfeksi Vibriosis menurut Taukhid *et al.* (2018):

- Ikan hilang nafsu makan dan berenang di permukaan air;
- Warna tubuh gelap;
- Mata menonjol (*exophthalmia*);
- Erosi pada sirip;
- Pembengkakan pada organ hati, limpa, ginjal.



Gambar 8. Kerusakan organ ikan nila yang terinfeksi Tilapia Lake Virus (Tauhid *et al.*, 2018).

Pengendalian penyakit Tilapia Lake Virus dapat dilakukan dengan cara:

- Disinfeksi sarana budidaya sebelum dan selama proses pemeliharaan ikan;
- Penggunaan benih bersertifikat;
- Melakukan *screening* sebelum ditebar menggunakan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR).

### C. RANGKUMAN

Penyakit bakterial merugikan bagi kegiatan budidaya ikan air tawar. Akibat dari penyakit ini dapat mengakibatkan kematian massal bagi budidaya ikan. Pencegahan penyakit secara umum dilakukan dengan menerapkan kebersihan (disinfeksi) dalam setiap kegiatan budidaya. Penyakit yang sering menyerang ikan air tawar, diantaranya:

- Motile Aeromonas Septicemia (MAS) disebabkan oleh infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*;
- Streptococcosis disebabkan oleh infeksi bakteri *Streptococcus agalactiae* dan *Streptococcus iniae*;
- Mycobacteriosis disebabkan oleh infeksi bakteri *Mycobacterium fortuitum*;
- Pseudomoniasis disebabkan oleh infeksi bakteri *Pseudomonas* spp.;
- Edwardsiellosis disebabkan oleh infeksi bakteri *Edwardsiella tarda*;
- Vibriosis disebabkan oleh infeksi bakteri *Vibrio* spp.

Penyakit yang disebabkan oleh virus lebih susah diatasi, sehingga diperlukan pengendalian yang lebih serius dibandingkan penyakit bakterial. Namun, pencegahan secara umum dengan menerapkan kebersihan (disinfeksi) dalam setiap kegiatan budidaya mampu meminimalisir terjadi penyakit dari virus. Penyakit virus yang sering menginfeksi budidaya ikan air tawar diantaranya:

- Koi Herpes Virus disebabkan oleh infeksi virus *cyprinid herpesvirus-3* (CyHV-3);
- Tilapia Lake Virus disebabkan oleh infeksi virus Tilapia Lake Virus (TiLV).

### D. LATIHAN

1. Bagaimana cara pengendalian ikan yang terinfeksi penyakit bakterial dalam kegiatan budidaya?
2. Apakah ada perbedaan pengendalian penyakit bakterial dan virus pada budidaya ikan air tawar?

## E. DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S.B. Prayitno, A. Sabdon, and G. Saptiani. 2019. Pathogenicity Assay of Probiotic-Potential Bacteria from the Kelabau Fish (*Osteochilus melanopleurus*). *AAFL Bioflux*, 12 (5): 1994-2003.
- Astuti, I.R., T.H. Prihadi, H. Supriyadi, A.H. Kristanto. 2012. Teknik Pengendalian Penyakit KHV pada Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*) Melalui Manipulasi Lingkungan dalam Skala Laboratorium. *Jurnal Riset Akuakultur*, 7 (3): 477-484.
- Hanson, H. A., M.R. Liles, M.J. Hossain, M.J. Griffin, and W.G. Hemstreet. 2014. 1.2.9 Motile *Aeromonas* Septicemia. [Revisi]. In E.B. Shotts. In American Fisheries Society-Fish Health Section (AFS-FHS). FHS Blue Book: Suggested Procedures for the Detection and Identification of Certain Finfish and Shellfish Pathogens, 2012 edition, Maryland. 11 p.
- Hardi, E.H., G. Saptiani, I.W. Kusuma, W. Suwinarti, and R.A. Nugroho. 2018. Evaluation of Traditional Plant Extracts for Innate Immune Mechanisms and Disease Resistance Against Fish Bacterial *Aeromonas hydrophila* and *Pseudomonas* sp in The 2nd International Symposium on Marine and Fisheries Research, Yogyakarta, 24-25 Juli 2017. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 9 p.
- Hardi, E.H., K. Sukarti, and M. Anggridini. 2020. Peningkatan Efikasi Vaksinasi pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Penambahan Ekstrak Tanaman Terung Asam dan Lempuyang. *Jurnal Veteriner*, 21 (2): 256-266.
- Maulina, H., Mulyana, and A.M. Lusiastuti. 2015. Deteksi Penyakit Motile *Aeromonas* Septicemia pada Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) Menggunakan Metode Elisa. *Jurnal Mina Sains*, 1 (2): 40-48.
- Reynalta, R., M. Yuhana, and A.M. Lusiastuti. 2019. Efektivitas Vaksin Bakterial *Streptococcus agalactiae* dengan Penyalut Berbeda Terhadap Peningkatan Kinerja Imunitas Ikan Nila *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19 (2): 205-215.
- Saptiani, G., E.H. Hardi, C.A. Pebrianto, Agustina, and F. Ardhani. 2016. Antimicrobial Potential of *Carica papaya*, *Ipomoea aquatica*, *Alpinia galanga* and *Piper betle* Against the Aquatic Microbials. *Nusantara Bioscience*, 8 (2): 252-257.
- Taukhid, A.M. Lusiastuti, M.S. Hastuti, A. Rahman, D. Setyowati, D. Sugiani and A.S. Sukowati. 2018. Buku Saku Pengendalian Hama dan Penyakit Ikan. Direktorat Kawasan dan Kesehatan Ikan, Jakarta. 234 p.
- Wahjuningrum, D., R. Astrini, and M. Setiawati. 2013. Pencegahan *Aeromonas hydrophila* pada Benih Ikan Lele Menggunakan Bawang Putih dan Meniran. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 12 (1): 86-94.

## F. GLOSARIUM

Disinfeksi mikroorganisme : Proses menghilangkan sebagian besar atau semua patogen

- Immunostimulan : Senyawa yang dapat meningkatkan kekebalan tubuh terhadap penyakit
- Inflamasi : Bentuk respon awal dari infeksi penyakit dalam bentuk pembengkakan pada tubuh ikan
- Screening* : Melakukan verifikasi/pengujian terhadap keberadaan patogen

# **BAB VII**

## **UPAYA PENGENDALIAN PENYAKIT DENGAN PENDEKATAN SENYAWA BIOAKTIF TANAMAN**

**Prof. Dr. ESTI HANDAYANI HARDI, S.Pi., M.Si**

*Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Akuatik  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan-Universitas Mulawarman*

### **A. PENDAHULUAN**

Perkembangan penyakit pada organisme budidaya merupakan salah satu masalah yang menjadi penyebab gagalnya budidaya ikan yang dilakukan. Sebenarnya banyak teknologi yang telah dikembangkan untuk meminimalisir kejadian penyakit, namun hasilnya masalah penyakit baru terus muncul. Jenis pathogen penyebab penyakit lama seperti bakteri *Aeromonas*, *Edwardsiella*, *Mycobacterium*, *Streptococcus* yang masih dilaporkan menyebabkan kematian yang tinggi. Saat ini dilaporkan Kembali jenis bakteri baru yang menyerang ikan nila di mesir. Menilik hal ini perlu dilakukan berbagai antisipasi untuk penanggulangan penyakit yang aman untuk budidaya ikan air tawar.

Pengendalian penyakit yang tepat harus didasarkan pada pengidentifikasian parasite penyebab penyakit yang tepat. Banyak factor yang menyebabkan suatu pathogen menyebabkan penyakit dan tidak semua pathogen menyebabkan penyakit berat pada ikan. Penekanan pada pengelolaan kualitas air yang baik, manajemen Kesehatan ikannya, dan meminimalisir keberadaan pathogen dengan pemanfaatan ekstrak tanaman memiliki tingkat efikasi yang tinggi dalam pengendalian penyakit secara menyeluruh. Dalam Chapter ini akan dibahas mengenai beberapa langkahkah pengendalian penyakit dengan menekankan pada pemanfaatan ekstrak tanaman yang mudah diaplikasikan di masyarakat.

### **B. URAIAN MATERI**

#### **1. Hubungan Parasit, Inang, dan Lingkungan dalam menimbulkan penyakit**

Penyakit yang muncul pada budidaya ikan air tawar baik di kolam, bak terpal, KJA muncul karena ada ketidakseimbangan antara parasit, inang, dan lingkungan. kerentanan ikan terhadap suatu parasite disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

- a. Ukuran dan umur ikan,
- b. Jenis atau spesies dari ikan,
- c. Factor keturunan atau genetic ikan,
- d. Kualitas nutrisi dan di peroleh,
- e. Kualitas Lingkungan tempat ikan hidup, dan
- f. Kondisi atau status pertahanan terhadap penyakit yang dimiliki.

Keberadaan dan tingkat virulensi pathogen/parasite juga dipengaruhi beberapa factor. Tidak semua pathogen menyebabkan sakit pada ikan, beberapa factor penyebab tingginya tingkat virulensi parasite pada inang adalah sebagai berikut :

- a. Jenis atau golongan patogen (parasit, bakteri, virus),
- b. Spesies dan strain suatu patogen,
- c. Cara berkembang biak pathogen,
- d. Cara penularan pathogen,
- e. Cara pathogen beradaptasi pada inang,
- f. Tempat penyerangan atau organ target,

- g. Sifat penyerangan (akut atau kronis),
- h. Lingkungan (kualitas air dan substrat).

Jika dilihat dari 2 bagian inang dan pathogen, lingkungan memiliki peranan yang cukup besar dalam kejadian penyakit pada ikan. Lingkungan memiliki pengaruh secara langsung pada kerentanan ikan terhadap penyakit dan juga berpengaruh pada tingkat virulensi pathogen. Beberapa parameter kualitas air kolam budidaya yang dapat memicu kejadian penyakit pada ikan antara lain :

- a. Oksigen terlarut,
- b. pH,
- c. Suhu,
- d. Bahan organik,
- e. Salinitas,
- f. Polutan,
- g. Bahan-bahan beracun (Nitrit, ammonia),
- h. Ketersediaan air dan sistem pengairan,
- i. Kondisi kolam (konstruksi, desain),
- j. Sistem pengelolaan.

Pada budidaya ikan penyakit secara umum dibagi menjadi dua, yaitu penyakit non-infeksius dan penyakit infeksius. Penyakit non-infeksius merupakan penyakit yang disebabkan oleh factor abiotic pada budidaya ikan, antara lain faktor lingkungan (kedalaman air, suhu, pH, alkalinitas, oksigen); keberadaan logam berat; faktor nutrisi (kekurangan atau kelebihan mikro dan makro nukrien dalam pakan); faktor genetic; factor penanganan (transportasi, grading); dan factor lain.

Meskipun penyakit Non-infeksius tingkat kematian yang ditimbulkan tidak sebesar pada kasus yang disebabkan oleh penyakit infeksius namun kerugian yang ditanggung tidak kalah besarnya dengan kejadian penyakit infeksius. Beberapa kasus yang biasa ditemui penyakit infeksius seperti munculnya kelainan pada sirip ekor yang tidak sempurna; lemahnya lamella insang, dan kelainan pada mata seperti muncul eksoptalmia dapat disebabkan oleh parameter kimia dan fisika air yang tidak normal, faktor genetik, kejutan suhu (*thermal shock*), dan kekurangan vitamin C dalam pakan.

Penyakit Infeksius yang menyebabkan penyakit pada ikan adalah dari golongan jamur, bakteri, parasit, dan virus. Setiap parasite memiliki tingkat adaptasi yang berbeda, cara penularan yang berbeda, dan dampak pada inang yang berbeda, semuanya mempengaruhi cara pengendaliannya.

## **2. Adaptasi, cara invansi, dan dampak keberadaan parasite pada inang.**

Setiap parasit memiliki adaptasi spesifik untuk hidup pada tubuh inang termasuk morfologi dan fisiologi adaptasi. Adaptasi parasit menurut Raabe (1964) adalah keseluruhan karakteristik hewan yang dapat membatu dalam populasi untuk hidup, tumbuh dan bereproduksi menjadi lebih banyak, di bawah kondisi yang ada pada habitatnya.

Adaptasi morfologi pada parasit antara lain bentuk tubuh yang tergantung pada lokasi tempat parasit itu hidup dalam inang, yang berguna dalam perkembangan hidup pathogen dalam tubuh inang. Adaptasi fisiologi juga memiliki kegunaan dan fungsi yang sama, hanya saja adaptasi terjadi pada fisiologi parasite seperti dicontohkan pada bakteri yang menyerang ikan memiliki kesamaan protein sebanyak 20% dengan protein inangnya, ini diperlukan untuk menghindari dari fagositosis yang dilakukan sel darah putih. Adaptasi lainnya dilakukan untuk menghindari diri dari sel imunitas inang dan juga untuk mempercepat perkembangbiakan sel pathogen dalam tubuh inang.

Penyebaran parasit dari satu inang ke inang lain dalam satu populasi, dilakukan dengan cara yang beranekaragam tergantung pada spesies dari parasit. Menurut

Kabata (1985), parasit melakukan invansi atau melakukan proses infeksi ketubuh inang melalui 4 cara

1. Kontak langsung, cara ini dilakukan oleh ektoparasit yang umumnya memiliki cara perkembangbiakan yang sederhana. Golongan protozoan umumnya melakukan invansi dengan cara ini.
2. Invansi melalui saluran pencernaan. Golongan cacing, bakteri endoparasite yang organ targetnya adalah saluran pencernaan menggunakan cara ini.
3. Phoresis (membutuhkan perantara) dilakukan oleh parasite yang memiliki siklus hidup yang Panjang, golongan cacing yang membutuhkan inang perantara untuk menyempurnakan bentuk atau tahapan hidupnya.
4. Dengan menembus permukaan kulit, cara ini dipakai oleh golongan branchiura yang memiliki jangkak untuk mempertahankan hidup pada tubuh inang.

Adaptasi dan proses invansi yang dilakukan parasite berdampak pada perbedaan kerusakan yang dialami oleh ikan. Secara umum ada tiga kerusakan organ pada ikan yang dapat menyebabkan kematian akibat infeksi pathogen. Dampak paling umum adalah kerusakan fisik organ terinfeksi. Munculnya borok, luka, pendarahan dapat dilihat pada organ luar ikan; yang kedua adanya dampak kekurangan nutrisi; dan ketiga efek keracunan, dampak ini disebabkan adanya parasit yang menghasilkan toxin.

### 3. Prinsip Penanggulangan Penyakit

Prinsip penanggulangan penyakit dilakukan melalui proses pencegahan dan pengobatan, perbedaannya adalah pada waktu, pencegahan dilakukan awal sebelum penyakit muncul, dan pengobatan dilakukan saat ikan sudah mengalami penyakit.

Sebenarnya, ada sembilan urutan cara mencegah penyakit. Penggunaan antibiotic merupakan langkah terakhir jika ikan belum sembuh, dan tingkat kematian makin besar. Adapun 9 langkah secara berurutan cara pencegahan penyakit adalah sebagai berikut :

- a. Menjaga kondisi lingkungan yang optimal untuk pemeliharaan ikan (Kualitas air: kimia, fisika, biologi, mikrobiologi/probiotik).
- b. Mencegah tertularnya penyakit dari luar sistem budidaya dan penyebarannya (disinfeksi dan karantina, biosecurity).
- c. Menerapkan sistem budidaya dan pengelolaan lingkungan yang benar.
- d. Memutus siklus hidup penyebab penyakit.
- e. Menggunakan benih unggul/ bebas penyakit.
- f. Isolasi daerah wabah.
- g. Mempertinggi daya tahan tubuh ikan :
  - Penggunaan imunostimulan,
  - Vaksinasi,
  - Nutrisi yang baik,
  - Vitamin C, vitamin B complex, mineral,
- h. Penggunaan probiotik.
- i. Penggunaan Obat/antibiotik (alternatif terakhir).

Kesembilan cara di atas sangat penting dan berpengaruh pada keberhasilan pencegahan penyakit. Namun dalam sub bab ini akan dibahas penggunaan ekstrak tanaman untuk meningkatkan daya tahan tubuh ikan sehingga dapat mengeliminir pathogen yang masuk ke dalam tubuh ikan.

#### 4. Pemanfaatan ekstrak tanaman sebagai antibakterial

Penggunaan tanaman untuk menghambat dan membunuh bakteri patogen pada budidaya ikan sudah banyak dilakukan, bahkan penggunaannya diyakini aman dan efektif dengan pemilihan dosis dan metode yang tepat. Beberapa persyaratan yang mempengaruhi tingkat efektivitas ekstrak menurut Babu et al. (2002) dan Benli et al. (2007) yaitu perbedaan kandungan bahan kimia di dalamnya, beberapa bahan akan hilang dalam proses fraksinasi, sehingga biasanya kemampuan antibakterial dari crude ekstrak lebih tinggi dibandingkan dengan fraksinasi komponen ekstrak. Selain itu, identifikasi komponen aktif dalam ekstrak serta konsentrasi yang tepat juga mempengaruhi keberhasilan penggunaannya pada ikan.

Beberapa tanaman local Indonesia yang berpeluang dijadikan sebagai bahan antibakterial untuk menghambat bakteri *Aeromonas* sp. dan *Pseudomonas* sp. menurut Hardi et al (2006a) antara lain : Cengkeh (*Syzygium aromaticum*), Daun Kunyit (*Curcuma longa*), Terong Asam (*Solanum ferox*), Temu Giring (*Curcuma heyneana*), Kapulaga (*Amomum compactum*), Kemangi (*Ocimum sanctum*), Asam Jawa (*Tamarindus indica*), Temu Kunci (*Boesenbergia pandurata*), Lengkuas (*Alpinia galangal*), Lempuyang (*Zingiber zerumbet*), Lada Hitam (*Piper nigrum*), Jintan Putih (*Cuminum cyminum*), Kecombrang (*Etlingera elatior*), Ketumbar (*Coriandrum sativum*), Kencur (*Kaempferia galangal*), Jahe Merah (*Zingiber officinale*), Biji Pala (*Myristica fragrans*), Bunga Sisir (*Illicium verum*), Rimpang Kunyit (*Curcuma longa*), Merica (*Piper nigrum*), Kalabat (*Trigonella foenumgraecum*), Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix*), Kayu Manis (*Cinnamomum verum*), Selasih (*Ocimum*), Sereh (*Cymbopogon citrates*), Adas (*Foeniculum vulgare*), Daun Pandan Pandanus (*Amaryllifolius*), Jeruk Pecel (*Citrus x hystrix*), Temu Ireng (*Curcuma aeruginosa*), Sereh Wangi (*Cymbopogon citrates*), Kluwek (*Artocarpus camansi*), Jinten Hitam (*Nigella sativa*).

Keberadaan bahan metabolik sekunder dalam ekstrak-ekstrak tersebut seperti sterol, hydroxychavicol, eugenol dan phenolic compounds (Hardi et al., 2016b; Pelczar et al., 1993; Pauli 2002) dianggap mampu menghambat pertumbuhan kedua bakteri diduga karena ekstrak tanaman tersebut mengandung. Selain itu, bahan kimia lain seperti fatty acid (stearic acid dan palmitic acid) dan hydroxyl fatty acids esters (hydroxyl esters, palmitic dan myristic acids) juga diketahui memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri (Bhattacharya et al., 2007) caranya dengan merusak dinding permukaan bakteri dan jamur khususnya yang tumbuh pada suhu rendah (Hayes, 1979).

Penggunaan ekstrak berbagai tanaman tersebut memiliki beberapa keuntungan yaitu: dapat menjadi bahan alami pengganti antibiotik untuk pengendali penyakit yang disebabkan bakteri; ramah terhadap lingkungan, mudah hancur/terurai, dan tidak menyebabkan residu pada ikan dan manusia; mudah diperoleh dan tersedia cukup banyak, keempat harganya ekonomis dan cukup murah. Dan tanaman lain yang telah banyak digunakan antara lain seperti pada table berikut :

Tabel 1. Jenis dan Dosis Penggunaan Tanaman untuk pemanfaatan sebagai anti bakterial

No	Jenis Tanaman	Dosis (mg/L)	Metode	efikasi
1	Meniran	5000	Perendaman 5 jam	<i>Aeromonas hydrophila</i>
2	Kipahit	10.000	Perendaman 3 jam	<i>Mycobacteriosis</i>
3	Daun Samboja	600-700	Perendaman 3 jam	<i>Aeromonas hydrophila</i>
4	Sambiloto	200-300	Perendaman 3 jam	<i>Aeromonas hydrophila</i>
5	Bawang putih	100-200	Pencampuran dengan pakan	Bakteri patogen
6	Kunyit	250	Pencampuran dengan pakan	Bakteri patogen

No	Jenis Tanaman	Dosis (mg/L)	Metode	efikasi
7	Ragi atau yeast	0,1-1% pakan	Pencampuran dengan pakan	Bakteri pathogen
8	Daun sirih	20-80	Perendaman 20 menit	Bakteri patoghen
9	Daun papaya	2000	Perendaman 24 jam	Bakteri pathogen
10	Buah mengkudu	5 buah/10 m <sup>2</sup>	Di masukkan dalam kolam	Bakteri pathogen
11	Buah Mahkota dewa	5 buah/10 m <sup>2</sup>	Di masukkan dalam kolam (buah kering)	Bakteri pathogen
12	Daun jambu biji	300 mg/L	Perendaman 30 menit	Aeromonas hydrophilla

## 5. Immunostimulan

Penggunaan ekstrak tanaman lainnya dapat memiliki efek Immunostimulant yang meningkatkan kerja system pertahanan non-specific dan meningkatkan ketahanan terhadap patogen tertentu (Direkbusarakom et al., 1993). Kerja imunostimulan utama adalah melalui mengaktifkan kerja leukocytes (Citarasu et al., 2002). Penggunaan ekstrak B. pandurata dapat berperan sebagai immunostimulan pada ikan nila, terlihat adanya peningkatan kelulushidupan mencapai 100% pasca infeksi dengan bakteri A. hydrophila (Hardi et al., 2017a). Pemberian S. ferox pada ikan nila membantu meningkatkan kelulushidupan pasca infeksi Pseudomonas sp., dan ekstrak Z. zerumbet yang diberikan dengan pencampuran pakan mampu mencegah infeksi A. hydrophila pada ikan nila. Lebih lanjut, Hardi et al. (2017a), menjabarkan selain meningkatkan kelulushidupan ikan nila, B. pandurata dan S. ferox yang diberikan pada ikan nila mampu meningkatkan jumlah sel darah putih yang berperan dalam penghambatan infeksi bakteri A. hydrophila dan Pseudomonas sp. Penggunaan ekstrak B. pandurata, S. ferox dan Z. zerumbet membantu ikan nila pulih lebih cepat akibat infeksi bakteri A. hydrophila dan Pseudomonas sp. baik melalui injeksi (Hardi et al., 2017ab); melalui pakan (Hardi et al., 2018) dan melalui perendaman (2019).

Berbagai herbal telah menunjukkan manfaatnya yang dapat diaplikasikan untuk ikan budidaya dan praktik akuakultur. Bila membandingkannya dengan kemoterapi, mayoritas herbal memiliki potensi untuk bertindak melawan patogen pada spektrum yang luas, serta memiliki efek sinergis tanpa menimbulkan resistensi herbal terhadap patogen. Selain itu, bahan baku herbal tergolong murah, tersedia secara lokal, dapat dengan mudah disiapkan, dan dapat terurai secara hayati tanpa memiliki efek buruk bagi lingkungan.

Kelimpahan ragam herbal Indonesia juga dapat dengan mudah ditemukan, beberapa juga telah dimanfaatkan, dan diolah secara tradisional. Hal ini membuat potensi herbal Indonesia terutama dalam bidang akuakultur sangatlah besar, karena akses lahan dan kesuburan tanah untuk menanam herbal dan juga besarnya sektor produksi ikan.

Beberapa tanaman mengandung sejumlah senyawa bioaktif, kandungan glisirizin, asam aglikon glisiretik, liquiritin, liquiritinapiosid, isoliquiritin, dan glabridin. Beberapa senyawa bioaktif tanaman seperti polisakarida, alkaloid, dan flavonoid memiliki peranan berbeda pada fisiologis ikan. Aktivitas imunostimulan pada ikan seperti lisozim, komplemen, antiprotease, spesies oksigen reaktif (ROS), nitrogen reaktif, respiratory burst activity, fagositosis dapat ditingkatkan.

Penggunaan immunostimulant pada ikan dapat melalui pakan, perendaman, maupun injeksi. Beberapa bahan alam yang dapat digunakan sebagai imunostimulan pada ikan air adalah sebagai berikut :

- a. Ciplukan (*Physalis angulata* L)  
Pengaplikasiannya dapat melalui perendaman, dapat meningkatkan imunitas ikan yang terinfeksi bakteri *A. hydrophila*. Kandungan bahan aktif yang dimiliki seperti asam klorogenat, elaidic acid, physalin. Penggunaannya melalui perebusan bagian daun dan buah sebanyak 15-30 g dalam 100 ml air atau bahan kering sebanyak 5-10 g dalam 100 ml air, perendaman selama 10-20 menit.
- b. Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)  
Kegunaan dapat menjaga kualitas air melalui penyerapan polutan dalam air, namun jika populasi tanaman sudah padat, perlu dilakukan penjarangan. Selain itu, eceng gondok dapat menjadi tempat menempel telur ikan dan menjadi tempat berlindung larva telur. Eceng gondok memiliki kandungan aktif seperti SiO<sub>2</sub>, kalsium, magnesium, kalium, natrium, klorida, copper, mangan, zat besi, saponin, carotene, polifenol, delphinidin 3-diglucoside. Jaga populasinya sebanyak 20 sampai 25% dari luas permukaan kolam.
- c. Lidah Buaya (*Aloe vera*)  
Dapat diaplikasikan melalui perendaman, menggunakan kulit daunnya. Dapat digunakan untuk meningkatkan ketahanan tubuh ikan yang terinfeksi bakteri *A. hydrophila*. Dilaporkan banyak mengandung alkaloid. Daging daun yang berwarna putih dicacah halus dicampur air, airnya digunakan untuk perendaman.

## 6. Pengembangan Produk Obat Ikan Berbasis Tanaman Alami

Saat ini dalam buku Indeks obat ikan telIndonesia 2022 (INOI) terdapat 473 obat ikan yang memiliki izin edar dari KKP 2022. Yang termasuk dalam obat ikan menurut Permen-KP No 1 Tahun 2012, yaitu Farmasetik, Premix, Probiotik, Biologik, dan obat herbal. Ada 14. Produk herbal saat ini yang memiliki izin dan 2 produk yaitu Bioimun dan Biofeed yang dibuat dari ekstrak tanaman terung asam, temu kunci dan terung asam yang dikembangkan oleh Universitas Mulawarman dan bekerjasama dengan CV Bioperkasa. Kedua obat ikan ini terbuat dari ekstrak tanaman. Selain kedua obat tersebut ada 3 obat ikan lainnya yang sedang dalam proses pembuatan izin edar. Diantaranya Biostesi, 3 in 1 Bioimun, dan Fitoimun. Kelima obat ikan tersebut terbuat dari ekstrak tanaman *Boesenbergia pandurata*, *Solanum ferox*, *Zingiber zerumbet*.

### a. Bioimun

Dibuat dari campuran ekstrak Terung asam dan lempuyang, dan pengaplikasian pada ikan memiliki manfaat sebagai:

- Menghambat bakteri patogen *Aeromonas hydrophila* dan *Pseudomonas* sp. (Hardi et al., 2018)
- Meningkatkan imunitas non spesifik ikan nila dan menekan kematian akibat infeksi bakteri (*Aeromonas hydrophila* dan *Pseudomonas* sp.) melalui aplikasi injeksi pemberian ekstrak (Hardi et al., 2018).
- Meningkatkan imunitas non spesifik ikan nila dan menekan kematian akibat infeksi bakteri z (*Aeromonas hydrophila* dan *Pseudomonas* sp.) melalui aplikasi perendaman dan pencampuran pada pakan (Hardi et al., 2020).

Beberapa Indikasi dan kontra indikasi penggunaan Bioimun adalah :

- Meningkatkan imunitas non spesifik
- Menekan kematian akibat infeksi bakteri (*A. hydrophila* dan *Pseudomonas* sp.)

Obat ikan ini dibuat dari ekstrak tanaman sehingga penggunaan dengan obat lain dapat dilakukan dengan syarat penggunaannya jangan dicampur.

- a. Cara penentuan dosis obat ikan, Bioimun dapat diberikan pada ikan melalui 2 cara yaitu melalui pencampuran dengan 1 L air bersih dan disemprotkan pada 10 kg pakan. Sedangkan pengaplikasian melalui perendaman dengan mencampur 1 botol (100 mL) dengan 10L air bersih untuk perendaman sebanyak 300 ekor ikan selama 20 menit.
- b. Waktu henti obat (withdrawal time) : penggunaan melalui perendaman selama maksimal 20 menit. Melalui pakan diberi maksimal selama 14 hari.
- c. Interaksi dengan zat lain : karna ini bahan alami penggunaannya aman digunakan dengan bahan lain, hanya jangan dicampur.
- d. Residu obat ikan : bahan ini mudah terurai dan tidak menimbulkan residu di lingkungan dan ikan itu sendiri
- e. Dilengkapi dengan rujukan ilmiah (jurnal ilmiah, text book dan referensi atau laporan hasil penelitian)

## **b. Biofeed**

Feed additive untuk ikan air tawar yang dibuat dari ekstrak tanaman *Solanum ferox*, penggunaan sebagai bahan tambahan pakan. Keunggulan penggunaan produk ini meningkatkan nafsu makan; meningkatkan jumlah bakteri baik (*Lactobacillus casei*) yang membantu meningkatkan efisiensi pakan, pertumbuhan; membantu memperbaiki kualitas media budidaya; dan meningkatkan daya tahan tubuh ikan terhadap infeksi bakteri patogen. Penggunaan dalam akuarium membantu mengurangi kandungan amoniak akibat sisa pakan dan feses, sehingga penggunaan rutin dapat membantu menjaga kebersihan air akuarium.

Terung asam (*Solanum ferox*) mengandung senyawa metabolit sekunder golongan alkaloid, terpenoid, fenolat khususnya flavonoid dan memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC<sub>50</sub> yakni 177,16 ppm (Syarpin et al. 2018).

Aktivitas bahan yang terkandung di dalam ekstrak Terung asam dapat dimanfaatkan sebagai antibakterial untuk menghambat bakteri patogen *Pseudomonas* sp. (Hardi et al., 2016) :

- Menghambat bakteri patogen *Pseudomonas* sp.
- Meningkatkan jumlah bakteri *Lactobacillus casei*.

Cara penggunaan Biofeed melalui pencampuran 100 mL (satu botol) dicampur dengan 1 liter air bersih dan disemprotkan pada 10 kg pakan. Pemberiak pada ikan nila selama 7-14 hari secara berturut-turut. Karna ini bahan alami penggunaannya aman digunakan dengan bahan lain, dan mudah terurai dan tidak menimbulkan residu di lingkungan dan ikan itu sendiri.

## **c. Biostesi**

Produk Biostesi merupakan produk anastesi alami untuk ikan air tawar yang dibuat dari ekstrak tanaman Zingiber zerumbet. Produk ini merupakan anastesi untuk transportasi, grading, dan penanganan ikan untuk mengurangi stress.

Biostesi mengandung senyawa metabolit sekunder golongan alkaloid, flavonoid, steroid, saponin, tannin (sertifikat Uji 01052.01/III/un1/LPPT/2021). Aktivitas bahan yang terkandung di dalamnya dapat dimanfaatkan sebagai antibakterial untuk menghambat bakteri patogen *Aeromonas* sp. (Hardi et al., 2016) dan juga sebagai anastesi atau meminsankan ikan. Penggunaan 5 mL Biostesi setiap 1 L air dapat digunakan untuk mentransportasi benih nila sebanyak 125 ekor/L selama 8 jam.

Penggunaan Biostesi membantu meningkatkan kepadatan benih ikan nila ukuran 5-7 cm dengan transportasi basah. Penggunaan obat ini, mengurangi stress,

mengurangi metabolisme ikan, dan meningkatkan kelangsungan hidup ikan pasca transportasi.

#### **d. 3 IN 1 Bioimun**

Produk 3 in 1 Bioimun dibuat dari ekstrak temu kunci (*Boesenbergia pandurata*), mengandung bahan flavonoid, alkaloid pada ikan air tawar dapat dimanfaatkan sebagai :

- Menghambat bakteri patogen *Aeromonas hydrophila* (Hardi et al., 2016)
- Meningkatkan imunitas non spesifik ikan nila dan menekan kematian akibat infeksi bakteri (*A. hydrophila*) (Hardi et al., 2017).
- Menekan jumlah bakteri *A. hydrophila* dan meningkatkan Total Leukosit ikan nila (Hardi et al. 2017)
- Menekan jumlah kematian ikan nila yang diinfeksi *A. hydrophila* dengan 3 metode berbeda (injeksi, perendaman, melalui pencampuran dengan pakan).
- Meningkatkan kinerja vaksin pada ikan Nila (Hardi et al., Pak. J. Biol. Sci., 22 (9): 419-426, 2019.
- Meningkatkan kelangsungan hidup kepiting bakau yang dipelihara di tambak.
- Meningkatkan aktivitas molting kepiting bakau.

Obat ikan ini dibuat dari ekstrak tanaman sehingga penggunaan dengan obat lain dapat dilakukan dengan syarat penggunaannya jangan dicampur.

Cara penggunaan produk 3 in 1 Bioimun, dijelaskan sbb :

- a. Cara pemberian melalui pencampuran dengan 1 L air bersih dan disemprotkan pada 10 kg pakan.
- b. Dapat juga digunakan melalui perendaman dengan mencampur 1 botol (100 mL) dengan 10 L air bersih untuk perendaman sebanyak 300 ekor ikan selama 20 menit.
- c. Waktu henti obat (withdrawal time) : penggunaan melalui perendaman selama maksimal 20 menit. Melalui pakan diberi maksimal selama 14 hari.
- d. Interaksi dengan zat lain : karna ini bahan alami penggunaannya aman digunakan dengan bahan lain, hanya jangan dicampur.
- e. Residu obat ikan : bahan ini mudah terurai dan tidak menimbulkan residu di lingkungan dan ikan itu sendiri.
- f. Dilengkapi dengan rujukan ilmiah (jurnal ilmiah, text book dan referensi atau laporan hasil penelitian)

#### **e. Fitoimun**

Dibuat dari campuran ekstrak Terung asam dan temu kunci, dan pengaplikasian pada ikan dan udang. Produk ini dikhususkan untuk ikan air laut seperti kakap, kerapu dan lainnya serta udang windu. Manfaat penggunaannya sebagai:

- Menghambat bakteri patogen *Aeromonas* dan *Vibrio harveyi*.
- Meningkatkan imunitas non spesifik ikan kakap, udang windu (*Panaeus monodon*), dan udang vanname (*L. vanamme*)
- meningkatkan kelangsungan hidup kepiting bakau.
- Menekan kematian akibat infeksi bakteri *A. hydrophila* dan *Vibrio harveyi*.

Obat ikan ini dibuat dari ekstrak tanaman sehingga penggunaan dengan obat lain dapat dilakukan dengan syarat penggunaannya jangan dicampur.

- a. Cara penentuan dosis obat ikan, Fitoimun dapat diberikan pada ikan dan udang melalui 2 cara yaitu melalui pencampuran dengan pakan, ambil 30-50 mL obat dan campurkan pada 100 ml air dan semprotkan dalam 1 kg pakan. Sedangkan

- pengaplikasian melalui perendaman dengan mencampur 1 botol (100 mL) dengan 10L air bersih untuk perendaman sebanyak 300 ekor ikan/udang selama 20 menit.
- Waktu henti obat (withdrawal time) : penggunaan melalui perendaman selama maksimal 20 menit. Melalui pakan diberi maksimal selama 14 hari.
  - Interaksi dengan zat lain : karna ini bahan alami penggunaannya aman digunakan dengan bahan lain, hanya jangan dicampur.
  - Residu obat ikan : bahan ini mudah terurai dan tidak menimbulkan residu di lingkungan dan ikan itu sendiri
  - Dilengkapi dengan rujukan ilmiah (jurnal ilmiah, text book dan referensi atau laporan hasil penelitian).



Gambar 1. Produk obat ikan dengan bahan baku ekstrak terung asam, temu kunci, dan lempuyang.

### C. RANGKUMAN

Perkembangan penyakit pada organisme budidaya merupakan salah satu masalah yang menjadi penyebab gagalnya budidaya ikan yang dilakukan. Sebenarnya banyak teknologi yang telah dikembangkan untuk meminimalisir kejadian penyakit, namun hasilnya masalah penyakit baru terus muncul. Jenis pathogen penyebab penyakit lama seperti bakteri *Aeromonas*, *Edwardsiella*, *Mycobacterium*, *Streptococcus* yang masih dilaporkan menyebabkan kematian yang tinggi. Saat ini dilaporkan Kembali jenis bakteri baru yang menyerang ikan nila di mesir. Menilik hal ini perlu dilakukan berbagai antisipasi untuk penanggulangan penyakit yang aman untuk budidaya ikan air tawar.

Penyakit yang muncul pada budidaya ikan air tawar baik di kolam, bak terpal, KJA muncul karena ada ketidakseimbangan antara parasit, inang, dan lingkungan. kerentanan ikan terhadap suatu parasite disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

- Ukuran dan umur ikan,
- Jenis atau spesies dari ikan,
- Factor keturunan atau genetic ikan,
- Kualitas nutrisi dan di peroleh,
- Kualitas Lingkungan tempat ikan hidup, dan
- Kondisi atau status pertahanan terhadap penyakit yang dimiliki.

Setiap parasit memiliki adaptasi spesifik untuk hidup pada tubuh inang termasuk morfologi dan fisiologi adaptasi. Adaptasi parasit menurut Raabe (1964) adalah keseluruhan karakteristik hewan yang dapat membatu dalam populasi untuk hidup,

tumbuh dan bereproduksi menjadi lebih banyak, di bawah kondisi yang ada pada habitatnya.

Prinsip penanggulangan penyakit dilakukan melalui proses pencegahan dan pengobatan, perbedaannya adalah pada waktu, pencegahan dilakukan awal sebelum penyakit muncul, dan pengobatan dilakukan saat ikan sudah mengalami penyakit. Penggunaan tanaman untuk menghambat dan membunuh bakteri pathogen pada budidaya ikan sudah banyak dilakukan, bahkan penggunaannya diyakini aman dan efektif dengan pemilihan dosis dan metode yang tepat.

Penggunaan ekstrak berbagai tanaman tersebut memiliki beberapa keuntungan yaitu: dapat menjadi bahan alami pengganti antibiotik untuk pengendali penyakit yang disebabkan bakteri; ramah terhadap lingkungan, mudah hancur/terurai, dan tidak menyebabkan residu pada ikan dan manusia; mudah diperoleh dan tersedia cukup banyak, keempat harganya ekonomis dan cukup murah.

#### D. LATIHAN

1. Apa perbedaan dalam proses penanggulangan penyakit melalui proses pencegahan dan pengobatan.
2. Apa keuntungan penggunaan ekstrak tanaman dalam proses penanggulangan penyakit.

#### E. DAFTAR PUSTAKA

- Achuthankutty C, Desai U. Treatment of White Spot Syndrome Virus (WSSV) in Penaeid Shrimp aquaculture using plant extracts. Proceedings of MBR 2004, National Seminar on New Frontiers in Marine Bioscience Research, 2004, 63-67. [SEP]
- Ajayi, F.A. 1998. Population control and yield of *Oreochromis niloticus* (L.) using *Heterobranchus bidorsalis* as predator. M. Tech. Thesis, Federal University of Technology, Akure.
- Anderson, D.P. 1992. Immunostimulant, adjuvant and vaccine carrier in fish: Applications to aquaculture. Annual Review of Fish Diseases, 21: 281-307.
- Ardo L., G. Yin, P. Xu, L. Varadi, G. Sziheti, Z. Jeney, G. Jeney. 2008. Chinese herbs (*Atragalus membranaceus* and *Lonicera japonica*) and boron enhance the non-specific immune response of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and resistance against *Aeromonas hydrophila*. Aquaculture 275, 1-4:26-33.
- Avirutnant W, Pongpan A. 1983. The antimicrobial activity of some Thai flowers and plant. Mahidol Univ. Journal of Pharmaceutical Sciences 10(3):81-6.
- Bagherwal P. 2011. Phytosaponin adjuvants: A better option for vaccines. Int. J. Pharmtech Res. 3: 1837-1842.
- Benli M, Guney K, Bingol U, Geven F, Yigit N. 2007. Antimicrobial activity of some endemic plant species from Turkey. African Journal of Biotechnology 6 (15):1774-1778.
- Bhattacharya S., Mula S., Gamre S., Kamat J. P., Bandyopadhyay S. K., Chattopadhyay S., 2007 Inhibitory property of Piper betel extract against photosensitization-induced damages to lipids and proteins. Food Chemistry 100:1474-1480.

- Campbell JB. 1995. Saponins. In The Theory and Practical Application of Adjuvants. New York: John Wiley & Sons Ltd.: pp. 95–127.
- Citarasu T, Venkatramalingam K, Babu Mm, Sekar Rrj And Petermarian M. 2003. Influence of the antibakterial herbs, *Solanum trilobatum*, *Andrographis paniculata* and *Psoralea corylifolia* on the survival, growth and bacterial load of *Penaeus monodon* post larvae. *Aquaculture Int.* 11: 583–595.
- Codex Alimentarius Commission. 2010. Code Of Practice for Fish and Fishery Products. CAC/RCP 52-2003, Rev. 2010. <http://www.codexalimentarius.org/>
- Dong, H.T., Siriroob, S., Meemetta, W., Santimanawong, W., Gangnonngiw, W., Pirarat, N., Khunrae, P., Rattanaojpong, T., Vanichviriyakit, R., Senapin, S. 2017a. Emergence of tilapia lake virus in Thailand and an alternative semi-nested RT-PCR for detection. *Aquaculture.* 476: 111-118. doi: 10.1016/j.aquaculture.2017.04.019
- Dong, H.T., Siriroob, S., Meemetta, W., Santimanawong, W., Gangnonngiw, W., Pirarat, N., Khunrae, P., Rattanaojpong, T., Vanichviriyakit, R., Senapin, S. 2017b. A warning and an improved PCR detection method for tilapia lake virus (TiLV) disease in Thai tilapia farms. Network of aquaculture centres in Asia-Pacific. <https://enaca.org/?id=858>
- Eyngor, M., Zamostiano, R., Tsofack, J.EK., Berkowitz, A., Bercovier, H., Tinman, S., Lev, M., Hurvitz, A., Galeotti, M., Bacharach, E., Eldar, A. 2014. Identification of novel RNA virus lethal to tilapia. *J. Clinical Microbiology.* 52: 4137-4146. doi: [10.1128/JCM.00827-14](https://doi.org/10.1128/JCM.00827-14)
- Fagbenro, O.A. 1987. Recruitment control and production of *Tilapia guineensis* (Dumeril) with the predator, *Clarias lazera* (Valenciennes). *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences.* 2: 135-140.
- Fagbenro, O.A. 1989. "Recruitment control and production of *Tilapia guineensis* (Dumeril) with the predator, *Channa obscura* (Gunther). *Journal of Aquatic Sciences.* 4: 7-10.
- Fagbenro, O.A., Salami, A.A. 1995. Studies on the use of the catfish, *Heterobranchus bidorsalis* (Geoffroy St. Hilaire), as a predator to control *Tilapia guineensis* (Dumeril) recruitment in ponds. Pan African Fisheries Congress on Sustainable Development of Fisheries in Africa. Fisheries Society of Africa. Nairobi, Kenya. 84-85.
- Fagbenro, O.A., Sydenham, D.H.J. 1990. Studies on the use of *Clarias isheriensis* Sydenham (Clariidae) as a predator in *Tilapia guineensis* Dumeril (Cichlidae) ponds. *Journal of Applied Ichthyology.* 6: 99-106.
- Fagbenro, O.A., Sydenham, D.H.J. 1997. Population control and yield of pond-cultured *Oreochromis niloticus* using monosex (17M-methytestosterone-treated) *Hemichromis fasciatus* as predator. Proceedings of the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture. 778-782
- FAO. 2007. Aquaculture development. 2. Health management for responsible movement of live aquatic animals. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No.

5, Suppl. 2. Rome, FAO. 2007. <http://www.fao.org/docrep/010/a1108e/a1108e00.htm>

Fischer, G.W., W.E.Grant. 1994. Use of a native predator to control overcrowding in warm-water polyculture ponds: simulation of a tucunare (*Cichla monoculus*)-tilapia (*Oreochromis niloticus*) system. *Ecological Modelling*. 72(3–4): 205-227. doi: [https://doi.org/10.1016/0304-3800\(94\)90084-1](https://doi.org/10.1016/0304-3800(94)90084-1)

#### Food Safety Practices for Aquaculture Production

Freitas EO, Casas CP, Borja-Cabrera GB, Santos FN, Nico D, Souza LOP, Tinoco LW, da Silva BP, Palatnik M, Parente JP, Palatnik-de-Sousa CB. 2006. Acylated and deacylated saponins of *Quillaja saponaria* mixture as adjuvants for the FML-vaccine against visceral leishmaniasis. *Vaccine* 24:3909-3920.

Gordon, M. 1941. Back to their ancestors. *Jour Heredity*.32: 355-390.

Guo S, Kenne L. 2000. Characterization of some O-acetylated saponins from *Quillaja saponaria* Molina. *Phytochemistry* 54:615–623.

Hardi E. H., Kusuma I. W., Suwinarti W., Agustina, Abbas I., Nugroho R. A., 2016a Antibacterial activities of some Borneo plant extracts against pathogenic bacteria of *Aeromonas hydrophila* and *Pseudomonas* sp. *AACL Bioflux* 9(3):638-646.

Hardi E.H., Kusuma I.W., Suwinarti W., Agustina, Nugroho R.A., 2016b Antibacterial activity of *Boesenbergia pandurata*, *Zingiber zerumbet* and *Solanum ferox* extracts against *Aeromonas hydrophila* and *Pseudomonas* sp. *Nusantara Bioscience* 8(1):18-21.

Hardi EH, Kusuma IW, Suwinarti W, Saptiani G, Sumoharjo, Lusiastuti AM. 2017b. Utilization of several herbal plant extracts on Nile tilapia in preventing *Aeromonas hydrophila* and *Pseudomonas* sp. bacterial infection. *Nusantara Bioscience* 9,2: 220- 228.

Hardi EH, Pebrianto CA, Hidayanti T, Handayani RT. 2014. Pathogenicity of *Aeromonas hydrophila* via some port entry in cultured Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) from Loa Kulu Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Indonesian Journal of Veterinary Sciences* 8, 2: 130-34. [Indonesian]

Hardi EH, Saptiani G, Kusuma IW, Suwinarti W, Nugroho RA. 2017a. Immunomodulatory and antibacterial effects of *Boesenbergia pandurata*, *Solanum ferox*, and *Zingiber zerumbet* tilapia, *Oreochromis niloticus*. *AACL Bioflux* 10(2): 182-190.

Hardi EH, Saptiani G, Pebrianto CA. 2014. Monovalent *Pseudomonas* sp. vaccine for fish diseases controlling in aquaculture, Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara, East Borneo. Laporan hasil penelitian terapan dosen perguruan tinggi negeri (PTN) dan perguruan tinggi swasta (PTS) tahun 2014 di Kalimantan Timur, Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Kalimantan Timur. [Indonesia]

- Hardi, Esti H., Rudy Agung Nugroho., Gina Saptiani., Ria Sarinah., Maulina Agriandini., dan Mira Mawardi. 2018. Identification of potentially pathogenic bacteria from tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Clarias batrachus*) culture in Samarinda, East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*. [In press].
- Harikrishnan R, Balasundaram C, Heo MS. 2010. Herbal supplementation diets on hematology and innate immunity in goldfish against *Aeromonas hydrophila*. *Fish Shellfish Immunol* 28: 354-361.
- Harikrishnan R, Balasundaram C. 2008. Antimicrobial activity of medicinal herbs in vitro against fish pathogen, *Aeromonas hydrophila*. *Fish Pathol.* 40: 187-189.
- Harikrishnan R., Balasundaram C., Heo M.S., 2011 Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. *Aquaculture* 317:1-15.
- Harikrishnan R., Balasundaram C., Kim M.C., Kim J.S., Han Y.J., Heo M.S., 2009 Innate immune response and disease resistance in *Carassius auratus* by triherbal solvent extracts. *Fish and Shellfish Immunology* 27:508-515.
- Hayes M. L., Berkovitz B. K. B., 1979. The reduction of fissure caries in Wistar rats by a soluble salt of nonanoic acid. *Archives of Oral Biology* 24:663-666.
- Ilori MO, Sheteolu AO, Omonigbehin EA, Adeneye AA. 1996. Antidiarrhoeal activities of *Ocimum gratissimum* (Lamiaceae). *Journal of Diarrhoeal Diseases Research* 14:283–285.
- Iwalokun BA, Gbenle GO, Adewole TA, Akinsinde KA. 2001. Shigellocidal properties of three Nigerian medicinal plants: *Ocimum gratissimum*, *Terminalia avicennoides*, and *Momordica balsamina*. *Journal of Health, Population, and Nutrition* 19:331–335.
- Jon Viktor D. Cabuenas. 2020. BFAR: No outbreaks of diseases in tilapia and shrimps in Taal Lake, Laguna de Bay. GMA News Online. <https://www.gmanetwork.com/news/news/nation/743812/bfar-no-outbreaks-of-diseases-in-tilapia-and-shrimps-in-taal-lake-laguna-de-bay/story/>. Tanggal akses 24 Maret 2021.
- Marciani DJ. 2003. Vaccine adjuvants: Role and mechanisms of action in vaccine immunogenicity. *Drug Discov. Today* 8:934–943.
- Menanteau-Ledouble S., Krauss I., Santos G., Fibi S., Weber B., El-Matbouli M., 2015. Effect of a phyto-genic feed additive on the susceptibility of *Onchorhynchus mykiss* to *Aeromonas salmonicida*. *Diseases of Aquatic Organisms* 115:57-66.
- Milgate J, Roberts DCK. 1995. The nutritional & biological significance of saponins. *Nutr. Res.*15:1223–1249.
- Myron Gordon. 1954. The Genetics of Fish Diseases, transactions of the American fisheries society. 83(1): 229-240. doi: 10.1577/1548-8659(1953)83[229:TGOFD]2.0.CO;2

- Nagamura CV, Nakamura TU, Bando E, Fernandes A, Melo N, Cortez DAG, Filho BP. 1999. Antibacterial activity of *Ocimum gratissimum* L. essential oil. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 94:675– 678.
- Pasquale AD, Preiss S, de Silva FT, Garcon N. 2015. Vaccine adjuvants: From 1920 to 2015 and beyond. *Vaccines* 3:320–343.
- Pauli, A. 2002. Antimicrobial properties of catechol derivatives 3rd World Congress on Allelopathy, Tsukuba, Japan, pp 26-30.
- Pelczar, M.J., ECS Chan, NR Kreig, Microbiology Vol. 5. 1993. Tata. McGraw-HillPublication, NewDelhi, India.
- Priyadarshini M, Manissery JK, Mohan CV, Keshavanath P. 2012 Effect of immuplus on Growth and Inflammatory Response to Freund's Complete Adjuvant in Common Carp, *Cyprinus carpio* (L.). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 12: 291-299.
- Sasaki S, Sumino K, Hamajima K, Fukushima J, Ishii N, Kawamoto S, Mohri H, Kensil CR, Okuda K. 1998. Induction of systemic and mucosal immune responses to human immunodeficiency virus type 1 by a DNA vaccine formulated with QS-21 saponin adjuvant via intramuscular and intranasal routes. *J. Virol.* 72:4931–4939.
- Selvaraj V, Sampath K, Sekar V. Administration of yeast glucan enhances survival and some non-specific and specific immune parameters in carp (*Cyprinus carpio*) infected with *Aeromonas hydrophila*. *Fish Shellfish Immunol* 2005; 19:293-306.
- Stills HF. 2005. Adjuvants and antibody production: dispelling the myths associated with Freund's complete and other adjuvants. *ILAR J.* 46:280–293.
- Sumonu-Ogunmodede, M.A. 1998. Population control and yield of *Oreochromis niloticus* (L.) using *Clarias gariepinus* as predator". Ph. D Thesis. Federal University of Technology, Akure.
- Sun HX, Xie Y, Ye YP. 2009. Advances in saponin based adjuvants. *Vaccine* 27:1787–1796
- Tam KI, Roner MR. 2011. Characterization of in vivo anti-rotavirus activities of saponin extracts from *Quillaja saponaria* Molina. *Antivir. Res.* 90:231–241.
- United States Food and Drug Administration. Approved Drugs for Aquaculture. <http://www.fda.gov/AnimalVeterinary/DevelopmentApprovalProcess/Aquaculture/ucm132954.htm>
- Wang Y, Wang X, Huang J, Jun Li. 2016. Adjuvant Effect of *Quillaja saponaria* Saponin (QSS) on Protective Efficacy and igm Generation in Turbot (*Scophthalmus maximus*) upon Immersion Vaccination. *International Journal of Molecular Sciences* 17:325-338.
- Wang Y, Wang X, Huang J, Jun Li. 2016. Adjuvant Effect of *Quillaja saponaria* Saponin (QSS) on Protective Efficacy and igm Generation in Turbot (*Scophthalmus maximus*) upon Immersion Vaccination. *International Journal of Molecular Sciences* 17:325-338.

- World Health Organization. 2006. Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume 3: Wastewater and Excreta Use in Aquaculture. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/wastewater/gsuweg3/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuweg3/en/index.html)
- World Organization for Animal Health. 2012. OIE Aquatic Animal Health Code, 15th Edition. <http://www.oie.int/international-standard-setting/aquatic-code/access-online/>
- Xie Y, Deng W, Sun H, Li D. 2008. Platycodin D2 is a potential less hemolytic saponin adjuvant eliciting Th1 and Th2 immune responses. *Int. Immunopharmacol.* 8:1143–1150.
- Zhang XF, Cui Y, Huang JJ, Zhang YZ, Nie Z, Wang LF, Yan BZ, Tang YL, Liu Y. 2007. Immuno-stimulating properties of diosgenyl saponins isolated from *Paris polyphylla*. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 17:2408–2413.

# **BAB VIII**

## **PEMANFAATAN MIKROBA AKUATIK**

### **DALAM MENINGKATKAN KESEHATAN IKAN**

**Dr. AGUSTINA, S.Pi.,M.Si**

*Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Akuatik  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan-Universitas Mulawarman*

#### **Kompetensi dasar:**

Para peserta sekolah penyuluh mampu memahami konsep tentang peranan positif dari mikroba akuatik dan mampu mengaplikasikan produk dari berasal mikroba (probiotik) pada kegiatan budidaya.

#### **A. PENDAHULUAN**

Kegiatan budidaya organisme akuatik terutama ikan tidak lepas dari masalah terutama yang berhubungan dengan gangguan Kesehatan atau penyakit. Faktor lingkungan, ikan sebagai inang serta mikroba patogen yang tidak seimbang tentu berakibat munculnya penyakit dalam kegiatan budidaya. Keadaan ini tentu saja tidak diinginkan oleh para pembudidaya mengingat dampak dari terjadinya penyakit berupa kerugian yang disebabkan banyaknya ikan yang mati sehingga produksi menurun, biaya untuk pembelian obat-obatan menjadi meningkat, pakan yang sudah disiapkan menjadi tidak termakan serta upah tenaga kerja yang tetap harus dibayarkan.

Pemanfaatan antibiotik dalam akuakultur dalam jangka panjang tentu saja tidak direkomendasikan, dengan beberapa alasan terkait keamanan lingkungan, pangan disebabkan meningkatnya resiko resistensi terhadap residu antibiotik tersebut (Zhou *et al.*, 2019). Satu diantara alternatif yang aman sebagai pengganti antibiotik adalah dengan memanfaatkan mikroba atau mikroorganisme yang berasal dari saluran pencernaan ikan maupun dari lingkungan budidaya yang bersifat menguntungkan bagi inang, dikenal sebagai probiotik. Probiotik adalah salah satu cara yang paling menjanjikan serta aman untuk mendukung pertumbuhan normal serta kesehatan ikan budidaya karena mereka berfungsi sebagai sumber nutrisi, vitamin dan enzim pencernaan, dan secara signifikan berkontribusi pada konsumsi pakan, penyerapan nutrisi dan tingkat pertumbuhan inang (Nath *et al.*, 2019).

Menurut Gatesoupe (1999), air sebagai tempat hidup ikan menyediakan mikroflora yang mampu berfungsi melindungi ikan dari agen patogen, seperti bakteri. Mikroflora tersebut masuk ke dalam tubuh ikan, tinggal di dalam saluran pencernaan dan sebagian lagi keluar kembali ke lingkungan. Pelekatan mikroflora yang mampu bersifat antagonis menjadi pertahanan awal bagi ikan, hal ini sesuai dengan pendapat Vine *et al.* (2004), bahwa masuknya bakteri ke dalam tubuh sampai akhirnya mengakibatkan penyakit pada ikan memerlukan proses yang bertahap. Pelekatan bakteri yang potensial sebagai probiotik mampu mengurangi penetrasi bakteri patogen ke dalam tubuh inang dan menekan perkembangannya.

Pemanfaatan probiotik dalam budidaya ikan perlu dilakukan dengan pertimbangan di atas. Aplikasi probiotik yang tepat mampu menunjang keberlangsungan usaha budidaya sebagai kontrol terjadinya penyakit pada ikan yang dibudayakan. Peran para penyuluh di lapangan mampu membuka wawasan para pembudiaya terkait aplikasi probiotik ini. Berdasarkan hal tersebut maka modul “Pemanfaatan Mikroba Akuatik dalam Meningkatkan Kesehatan Ikan” kami susun dengan harapan pada akhirnya memberi manfaat terhadap peningkatan produksi ikan budidaya.

## B. URAIAN MATERI

### 1. Peran Mikrobiota Saluran Pencernaan Ikan

Istilah mikrobiota atau mikroflora umum digunakan untuk menggambarkan komunitas mikroorganisme kompleks yang hidup dalam tubuh organisme dan pengaruh lingkungan sekitar langsung mempengaruhi komunitas ini. Mikroflora sudah mulai ditemukan pada fase awal hidup ikan atau vertebrata lain, tidak merugikan bahkan justru menguntungkan bagi inangnya. Sebagian besar komunitas ini menempati saluran pencernaan ikan dan mempengaruhi sebagian besar proses biologis inang, termasuk perkembangan dan kesehatan organ tersebut (Merrifield dan Ringo, 2014).

Komunitas mikroba dikategorikan dalam dua kelompok besar, yaitu: mikrobiota allochthonous dan mikrobiota autochthonous. Mikrobiota allochthonous merupakan kelompok yang hanya melewati saluran pencernaan bersama makanan sedangkan mikrobiota autochthonous adalah kelompok yang memang menetap dalam saluran pencernaan ikan dan mampu berasosiasi dengan jaringan inangnya (Ringo dan Birkbeck, 1999). Menurut Merrifield dan Ringo (2014), jika dibanding mikroorganisme lain seperti virus, archaea, yeast dan protozoa maka bakteri yang hidup di saluran pencernaan ikan banyak dipelajari mengingat perannya yang menguntungkan bagi inang. Peran bakteri pada saluran pencernaan ikan yang menguntungkan tersebut semakin mudah dipelajari dengan ditemukannya teknik sequencing untuk mengamati keberadaannya di saluran pencernaan ikan dan pengaruh lingkungan di sekitarnya.

Pada penelitian Sharifuzzaman *et al.* (2014) ditemukan bahwa pemberian bakteri dari saluran pencernaan ikan yaitu bakteri *Kocuria* SM1 dan *Rhodococcus* SM2 kondisi usus mengalami peningkatan dibanding usus yang tidak diberi perlakuan kedua bakteri tersebut. Berdasarkan penelitian Izvekova *et al.* (2007), bakteri yang diisolasi dari saluran pencernaan ikan air tawar dan laut meliputi kelompok bakteri gram positif dan gram negatif dengan beberapa genus yang banyak ditemukan terdiri dari genus *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, dan *Micrococcus* spp. Beberapa bakteri terlihat berbeda sesuai dengan karakter lingkungannya yaitu air tawar dan air laut. Bakteri anaerobik lebih banyak ditemukan di usus ikan air tawar terutama dari genus *Bacterioides* spp. dan *Clostridium* spp. Filum yang dominan ditemukan di usus ikan meliputi Proteobacteria, Firmicutes, Actinobacteria, Bacteroidetes dan Fusobacteria. Bakteri yang merupakan filum Proteobacteria paling dominan diantaranya berkaitan erat dengan kemampuannya memberikan respon-respon penting bagi inangnya. Proteobacteria dikenal memiliki kemampuan berproliferasi di dalam saluran pencernaan inang dan lingkungan perairan, sehingga prevalensi kelompok bakteri ini relatif tinggi di saluran pencernaan. Bakteri asam laktat merupakan kelompok bakteri yang menarik untuk diteliti pada beberapa hewan yang menjadi inangnya. Bakteri asam laktat ini juga ditemukan dalam usus ikan dan memiliki potensi sebagai probiotik pada ikan.

Menurut Ekpo *et al.* (2013), jenis bakteri yang ditemukan di tubuh ikan relatif sama dengan bakteri yang ditemukan di lingkungan perairan baik sedimen maupun air dalam wadah budidayanya. Bakteri *Aeromonas* dan *Streptococcus* ditemukan di air dan ikan, sedangkan *Pseudomonas* dan *Aeromonas* sangat sering ditemukan di beberapa organ ikan yang diuji. Pada sedimen dan usus ikan bakteri yang dominan ditemukan adalah dari genus *Vibrio* dan *Flavobacterium*. Beberapa jenis bakteri yang ada di lingkungan perairan masuk ke dalam saluran pencernaan saat ikan makan, beberapa jenis bakteri yang mampu bertahan terhadap enzim-enzim pencernaan akan menetap dalam usus sedangkan yang lain akan keluar bersama dengan feses. Air masuk melalui operculum ketika ikan bernafas dan insang berperan sebagai filter alami bagi beberapa jenis bakteri yang melekat di insang dan berkembang dengan adanya oksigen dalam jumlah yang besar di insang. Usus adalah organ yang sering terpapar oleh agen-agen patogen. Agen-agen tersebut masuk ke dalam usus melalui makanan yang masuk ke dalam saluran pencernaan.

Mikrobiota di usus ikan ditemukan semenjak fase awal perkembangan saluran pencernaannya, yaitu ketika saluran pencernaannya masih berbentuk tabung memanjang. Fase awal larva ikan mulai makan makanan dari luar tubuhnya atau saat kuning telur mulai habis maka terjadi perubahan jenis dan jumlah mikroba dalam ususnya. Pada larva ikan salmon (*O. mykiss* Walbaum) awalnya usus didominasi bakteri dari filum Firmicutes sesaat setelah makan pakan dari tumbuhan selanjutnya jenis bakteri yang dominan berupa bakteri *Streptococcus*, *Leuconostoc*, dan *Weisella*, dan filum Proteobacteria pada larva yang makan pakan ikan laut. Hal ini menunjukkan bahwa jenis pakan yang berbeda akan mempengaruhi komposisi mikroba usus ikan. Pada ikan salmon Atlantik (*S. salar* L.), kecenderungan jenis bakteri pada ususnya berbeda dengan pemberian pakan yang berbeda, enteritis usus terjadi dengan pemberian pakan berupa tepung kedelai.

Pemahaman yang lebih baik mengenai model aksi bakteri dari saluran pencernaan ikan sebagai probiotik sangat diperlukan dalam kegiatan akuakultur. Mikrobiota dalam saluran pencernaan hewan memiliki beberapa fungsi yaitu membantu pencernaan atau nutrisi dan perkembangan sistem mukosa, angiogenesis, dan sebagai pelindung terhadap penyakit melalui peningkatan sistem imunitasnya. Bakteri *Khurtia gibsonii* yang diisolasi dari usus ikan lele dumbo (*Clarias* sp.) menunjukkan kemampuan antibakterial terhadap bakteri *A. hydrophila* dan mampu meningkatkan sistem imunitas ikan tersebut ketika diuji tantang dengan bakteri tersebut. Bakteri *K. gibsonii* yang diberikan dalam pakan ikan lele dumbo juga mampu meningkatkan pertumbuhannya sebab memiliki kemampuan menghasilkan biotin (Agustina, 2007).

Beberapa bakteri dari usus ikan mampu menghasilkan senyawa antibakterial yang bisa menekan pertumbuhan bakteri patogen diantaranya bakteri *A. hydrophila*. Penelitian yang dilakukan Bhatnagar dan Lamba (2015) menunjukkan bahwa bakteri yang diisolasi dari usus ikan mrigal, *Cirrhinus mrigala* mampu menghambat pertumbuhan bakteri *A. hydrophila* secara in vitro, membantu aktivitas pencernaan dan meningkatkan pertumbuhan ikan tersebut. Pada usus ikan bandeng, *Channos chanos* Forksal ditemukan pula bakteri *Shewanella upenei* dan *S. algae* yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Vibrio fluvialis* dan *Photobacterium ganghwense* (Prayitno *et al.* 2015). Mourino *et al.* (2016) menemukan bakteri dari saluran pencernaan ikan lele hasil persilangan antara *Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans* yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *A. hydrophila* secara in vitro dan mampu meningkatkan jumlah eritrosit saat ikan diberi perlakuan pakan dengan bakteri probiotik dan diuji tantang dengan bakteri tersebut. Pada usus ikan kelabau ditemukan delapan isolat bakteri yang paling besar kemampuan daya hambatnya terhadap bakteri *A. hydrophila* AH-1 dan *Pseudomonas* sp. SP-1 secara in vitro (Agustina *et al.*, 2018). Pada usus ikan repang (*Puntiplites wandersii*) ditemukan tiga jenis bakteri asam laktat yang mampu menghambat patogen pada ikan air tawar, yaitu *Enterobacter* sp., *Lactobacillus* sp dan *Lactococcus* sp. (Agustina *et al.*, 2022).

Beberapa jenis bakteri autochthonous menunjukkan kemampuannya dalam menghambat bakteri patogen dengan jalan meningkatkan respon imunitas ikan tersebut. Pada ikan nila (*O. niloticus*) berhasil diisolasi bakteri *B. pumillus* yang berpotensi sebagai probiotik dalam mengendalikan infeksi oleh bakteri *A. hydrophila* (Aly *et al.* 2008). Pada usus ikan Mas juga berhasil diisolasi beberapa jenis bakteri autochthonous yang mampu meningkatkan respon imunitas dan ketahanannya setelah diinfeksi dengan bakteri *A. hydrophila* (Chi *et al.*, 2014). Bakteri autochthonous pada ikan grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) dari genus *Shewanella* dan *Aeromonas* mampu meningkatkan aktifitas fagositik, dan lisozim setelah diinfeksi dengan bakteri *A. hydrophila* (Wu *et al.*, 2015).

## 2. Definisi Probiotik

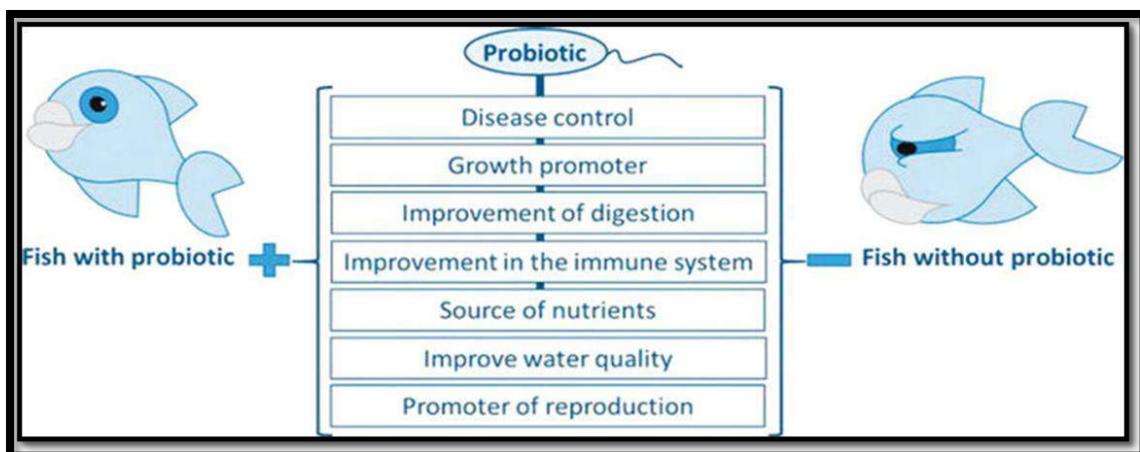
Gatesoupe (1999) menyampaikan satu definisi probiotik bagi organisme akuatik, probiotik sebagai sel-sel mikroba yang masuk dalam saluran gastrointestinal dan tetap hidup dengan tujuan untuk memperbaiki kesehatan dan diberikan dengan cara tertentu. Sejalan dengan pendapat Newaz-Fyzul *et al.* (2014) bahwa probiotik ditekankan sebagai mikroba hidup yang memberi keuntungan dalam meningkatkan kesehatan inang dan diberikan dengan jumlah memadai atau sesuai. Verschuere *et al.* (2000) mendefinisikan probiotik berupa penambahan mikroba hidup yang menguntungkan inang dengan cara memodifikasi bentuk asosiasi atau keterikatan dengan inang atau komunitas mikroba lingkungan hidupnya. Mikroba yang ada di saluran pencernaan mirip dengan mikroba yang ada di lingkungan seperti air, sedimen dan pakannya sehingga memungkinkan interaksi antar kelompok mikroba tersebut (Ekpo *et al.*, 2013).

Probiotik dalam akuakultur juga didefinisikan sebagai sel mikroba (terutama bakteri) yang berperan dalam keseimbangan sistem pencernaan ikan dan berperan positif dalam meningkatkan kesehatan ikan, melalui peningkatan pemanfaatan nutrisi, pencegahan infeksi dari mikroba patogen melalui kompetisi dalam pelekatan, aktivitas bakterisidal, netralisasi toksin, sampai pada peningkatan sistem imunitas ikan (Nayak, 2010; Merrifield dan Ringo, 2014; Iwashita *et al.*, 2015; Lazado, *et al.* 2015; Lee *et al.*, 2015). Menurut Irianto (2003), interaksi mikroba dengan inang pada biota akuatik tidak hanya di saluran pencernaan tetapi bakteri probiotik bisa aktif di insang, kulit tubuh ataupun lingkungan sekelilingnya, dan pada akuakultur probiotik dapat berasal dari bakteri, yeast, mikroalga dan bakteriofag.

## 3. Mekanisme Kerja

Pada Gambar 1 dan 2 dijelaskan beberapa mekanisme kerja probiotik yang sifatnya menguntungkan bagi biota akuatik. Menurut Verschuere *et al.* (2000), mekanisme kerja probiotik dapat dibagi menjadi beberapa cara yaitu:

- (a) produksi senyawa inhibitor,
- (b) kompetisi terhadap senyawa kimia atau nutrisi (sumber energi),
- (c) kompetisi tempat untuk melekat dalam tubuh inang,
- (d) meningkatkan respon imunitas (kekebalan),
- (e) memperbaiki kualitas air,
- (f) interaksi dengan fitoplankton.



Gambar 1. Peran atau manfaat probiotik pada budidaya akuatik

Pada beberapa kasus penelitian mengenai mekanisme kerja bakteri probiotik pada organisme akuatik, kemampuan menghambat secara *in vitro* (menghasilkan substansi antibakteri) tidak serta merta sesuai dengan hasil yang ditunjukkan pada uji *in vivo*.

Bakteri gram negatif, gram positif, dan ragi mampu melindungi ikan dengan cara memodulasi sistem imunitas, kompetisi tempat, produksi substansi antibakterial, dan kompetisi nutrisi. Substansi antibakterial yang dikenal sebagai bakteriosin telah dihasilkan oleh beberapa bakteri yang diisolasi dari saluran cerna ikan ketika diinfeksi buatan dengan beberapa strain bakteri patogen antara lain bakteri *A. hydrophila* (Banerjee dan Ray, 2016). Pada usus ikan lele dumbo telah ditemukan bakteri yang mampu bersifat antibakterial terhadap bakteri *A. hydrophila* (Agustina, 2007). Prayitno *et al.* (2015) menemukan beberapa strain bakteri dari usus ikan bandeng yang juga bersifat antibakterial terhadap bakteri patogen *V. alginoliticus* dan *V. parahaemolyticus*. Tiga isolat BAL (bakteri asam laktat) dari usus ikan menunjukkan kemampuan mengurangi penempelan bakteri patogen di mukosa usus ikan, bisa bertahan pada pH rendah dan garam empedu yang tinggi, satu diantaranya mampu bersifat antibakterial terhadap patogen (Balcazar *et al.*, 2008).

Probiotik untuk akuakultur umumnya hanya diseleksi berdasarkan kemampuannya menghasilkan senyawa antimikrobal, walau demikian pelekatan pada mukosa usus juga penting agar mereka tetap berada pada usus inang. Kompetisi terhadap tempat pelekatan terjadi antara kandidat probiotik (AP1-AP5) yang diisolasi dari ikan badut (*Amphiprion percula* L.) terhadap bakteri patogen *A. hydrophila* dan *V. alginoliticus*, sehingga dengan penambahan bakteri probiotik akan mengurangi pelekatan bakteri patogen (Vine *et al.*, 2004). Pada penelitian Liu *et al.* (2013) ditemukan bahwa dua strain bakteri *Lactobacillus* mampu melekat di dalam saluran pencernaan ikan dan menekan bakteri *A. hydrophila* pada usus ikan nila hibrida. Hal yang sama ditemukan oleh Ren *et al.* (2013), bahwa pada usus ikan nila hibrida bakteri *Lactobacillus plantarum* sub sp. *Plantarum* JCM 1149 mampu berkompetisi dengan bakteri *A. hydrophila*. Pada usus ikan salmon (*O. mykiss* Walbaum) ditemukan beberapa jenis bakteri yang mampu menghambat bakteri patogen di antaranya Family Aeromonadaceae, Enterobacteriaceae, Bacillaceae. Pada usus ikan lele juga ditemukan 10 isolat bakteri yang bersifat proteolitik (Kurniasih *et al.*, 2013). Istiqomah *et al.* (2019) menemukan pada saluran pencernaan gurita beberapa spesies *Staphylococcus* selulolitik yang bersifat antibakterial dan berpotensi sebagai kandidat probiotik ikan.

Kandidat probiotik yang menunjukkan kemampuan menghambat bakteri patogen secara *in vitro* perlu diuji keamanannya pada ikan budidaya. Pada penelitian yang dilakukan Burbank *et al.* (2012), dari 24 isolat bakteri usus ikan salmon (*O. mykiss* Walbaum) yang mampu menghambat bakteri patogen secara *in vitro* hanya 16 isolat yang non patogenik dan digunakan pada uji selanjutnya. Isolat bakteri yang berasal dari usus ikan kelabau juga tidak semuanya aman bagi ikan mas (Agustina *et al.*, 2019).

Nikoskelainen *et al.* (2003) melakukan penelitian yang menunjukkan bahwa beberapa parameter imunitas ikan salmon (*O. mykiss* Walbaum) meningkat dengan pemberian bakteri probiotik *Lactobacillus rhamnosus* dalam pakan selama dua minggu, yaitu terjadi peningkatan aktivitas respiratory burst, komplemen dan antibodi. Tiga isolat BAL (bakteri asam laktat) dari usus ikan menunjukkan kemampuan mengurangi penempelan bakteri patogen di mukosa usus ikan, bisa bertahan pada pH rendah dan garam empedu yang tinggi. Satu diantaranya mampu bersifat antibakterial terhadap patogen (Balcazar *et al.*, 2008).

Bakteri *Kurthia gibsonii* yang berasal dari usus ikan lele dumbo mampu meningkatkan respon beberapa parameter imunitas ikan setelah diuji tantang dengan bakteri *A. hydrophila* antara lain peningkatan jumlah sel darah putih dan aktivitas fagositik (Agustina, 2007). Pada penelitian lain ditemukan spesies probiotik bakteri *Bacillus* yang memiliki potensi berupa komponen seluler untuk meningkatkan respon imunitas ikan rohu melawan *A. hydrophila* (Ramesh *et al.*, 2015). Pada ikan kerapu beberapa parameter respon imunitas seperti Superoxide dismutase (SOD), aktivitas lisozim, komplemen C3 dan C4 serta serum IgM menunjukkan peningkatan selama 60 hari pemberian pakan bakteri kandidat probiotik *Bacillus pumilus* dan *B. clausii* (Sun *et*

*al.*, 2010). Korkea-aho *et al.* (2012) menemukan bahwa pemberian kandidat probiotik *Pseudomonas* M162 mampu meningkatkan leukosit larva ikan salmon (*O. mykiss* Walbaum).

Gupta *et al.* (2014) menemukan pengaruh dari bakteri probiotik *Paenibacillus polymyxa* (MTCC 122) mampu meningkatkan ketahanan benih ikan mas (*C. carpio*) melalui peningkatan respon imunitas non spesifiknya. Pada beberapa penelitian lain granulosit, makrofag, dan limfosit beberapa jenis ikan mengalami peningkatan dengan aplikasi dosis bakteri probiotik berbeda (Nayak *et al.*, 2007; Kumar *et al.*, 2008). Aktivitas NBT mengalami peningkatan melalui pemberian bakteri kandidat probiotik (Lusiastuti *et al.*, 2017; Wulandari, 2017). Pertumbuhan ikan nila meningkat dengan pemberian bakteri probiotik berupa mikrokapsul yang dibuat dengan beberapa metode yaitu pengeringan dengan penyemprotan, pengeringan dengan pembekuan pada dosis berbeda (Utami *et al.*, 2015<sup>a</sup>).

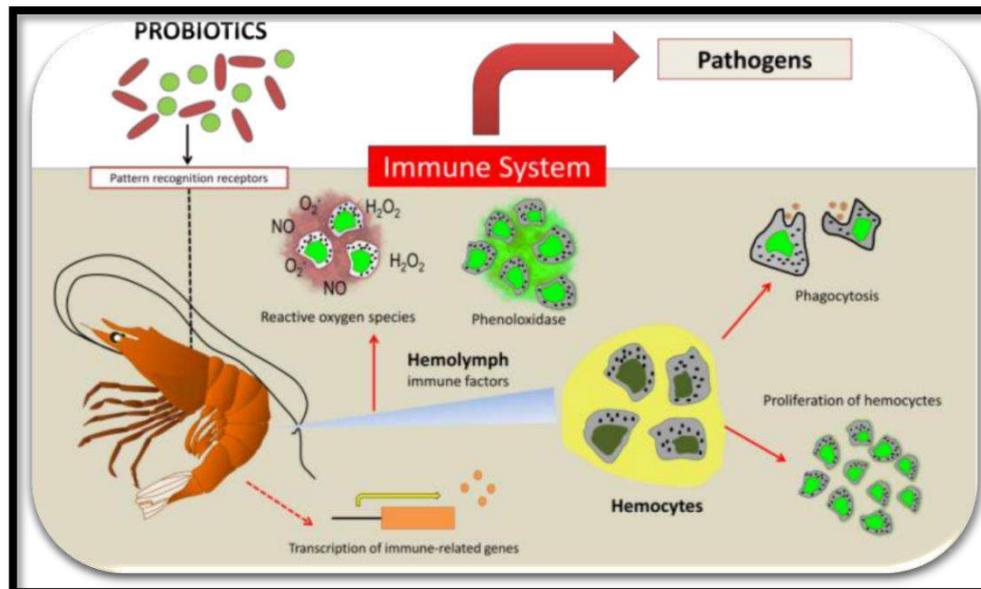
Utami *et al.* (2015<sup>b</sup>) melakukan enkapsulasi bakteri kandidat probiotik *Bacillus* sp. NP5 dan diberikan berbentuk mikrokapsul dalam pakan ikan nila mampu meningkatkan kelangsungan hidup dan meningkatkan sistem imunitasnya melawan infeksi streptococcus. Pemberian pakan yang mengandung  $10^9$  CFU/g bakteri *B. velezensis* pada ikan *C. auratus* mampu meningkatkan kelangsungan hidupnya lebih baik dibanding dengan perlakuan lain yaitu kontrol dan  $10^7$  CFU/g (Yi *et al.*, 2018). Ikan nila yang disuplementasi dengan bakteri probiotik *B. amyloliquefaciens* selama 30 hari lalu diuji tantang dengan bakteri *Yersinia ruckeri* atau *Clostridium perfringens* type D menunjukkan respon imunitas lebih baik dibanding kontrol dalam tingkat fagositik dan lisozim dengan kelangsungan hidup yang lebih tinggi pula (Selim dan Reda, 2015).

Aplikasi probiotik pada organisme akuatik bisa berupa spesies tunggal atau monospesies maupun gabungan dari beberapa spesies (Verschuere *et al.*, 2000). Pada penelitian dosis tunggal (1 g/kg pakan  $10^{10}$  CFU) *Lactobacillus acidophilus* mampu meningkatkan kadar hemoglobin, jumlah eritrosit dan leukosit ikan gabus (*Channa striata*) ketika diuji tantang dengan bakteri *A. hydrophila* (Talpur *et al.*, 2014). Giri *et al.* (2013) menemukan bahwa bakteri probiotik *L. plantarum* VSG3 dengan dosis  $10^8$  CFU/g pakan yang diberikan selama 60 hari pada ikan rohu (*L. rohita*) mampu secara nyata meningkatkan kelangsungan hidup ikan setelah diuji tantang dengan *A. hydrophila* dibanding kontrol, dosis  $10^6$  CFU/g dan  $10^{10}$  CFU/g pakan.

Pemberian pakan dengan gabungan beberapa jenis probiotik berpengaruh terhadap peningkatan parameter imunitas ikan nila (*O. niloticus*) setelah diuji tantang dan kematiannya lebih rendah dibanding kontrol, sehingga kombinasi mikroba tersebut berpotensi sebagai probiotik (Iwashita *et al.*, 2015). Probiotik yang digunakan pada pemeliharaan larva yang baru berumur 8 hari, dan 38 hari mampu meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan rohu (*L. rohita*). Probiotik yang digunakan merupakan kombinasi dari bakteri *Lactobacilli*, *Bifidobacterium*, spirulina, ragi dan fitase (Jha, *et al.*, 2015). Isolat bakteri yang diisolasi dari sedimen rawa dan kolam budidaya diidentifikasi secara molekuler sebagai strain bakteri *Bacillus* memiliki potensi sebagai probiotik pada budidaya ikan air tawar (Wijayanti *et al.*, 2018).

Mikroba ada di lingkungan perairan dan dalam tubuh organisme akuatik, terutama pada budidaya ikan dan udang. Strategi pengembangan dan pengelolaan budidaya ikan dan udang berbasis mikroba, antara lain probiotik penting untuk dilakukan (Montet dan Ray, 2011). Gatesoupe (1999) menjelaskan bahwa karena ikan bersifat poikilotermik maka asosiasi dari mikrobiota dalam tubuh ikan tergantung pada perubahan suhu dan salinitas. Selain hal tersebut, mikrobiota yang terdapat di usus hewan akuatik berubah secara cepat dengan adanya intrusi mikroba yang datang dari air dan makanan. Kondisi ini bergantung pada spesies inang, umur serta spesies mikrobiota. Perbedaan tersebut diduga karena adanya perbedaan struktur anatomi dan kondisi enzimatik saluran pencernaan setiap spesies ikan, umur yang berbeda, yang akan mempengaruhi kemampuan mikrobiota untuk melekat dan berkembang. Bakteri yang berasal dari

saluran pencernaan ikan maupun lingkungan akuatik memiliki karakteristik biokimiawi yang beragam (Holt *et al.*, 1994).



Gambar 2. Probiotik mampu meningkatkan respon imunitas udang

#### 4. Kriteria Probiotik

Kriteria wajib yang harus dimiliki oleh kandidat probiotik adalah:

Wajib:

- Bersifat non-patogen,
- Bebas dari plasmid yang mengodekan gen resistan antibiotik,
- Tahan terhadap suasana asam dan cairan empedu.

Dianjurkan:

- Memiliki kemampuan tumbuh dalam saluran pencernaan,
- Memiliki kemampuan kolonisasi pada permukaan epithelial saluran pencernaan inang,
- Memiliki karakteristik pertumbuhan yang menguntungkan,
- Memiliki kemampuan antagonistik terhadap beberapa bakteri patogen.

Untuk menggunakan mikroorganisme sebagai probiotik dalam budidaya, perlu bahwa mereka karakteristik penting di antaranya aman untuk biota budidaya, untuk lingkungan di mana mereka hidup dan untuk manusia, tidak memiliki gen resisten terhadap antibiotik. Selain itu harus memiliki sifat antikanker, dapat memasuki saluran pencernaan inang dan menjadi resisten terhadap enzim yang ada di dalamnya dan empedu, selain stabil terhadap proses inokulasi dalam ransum (pakan), waktu penyimpanan dan transportasi.

Menurut Balcazar (2006), kolonisasi di saluran pencernaan inang hanya diverifikasi Ketika probiotik diberikan untuk jangka waktu yang lama. Dalam literatur, ada variasi dalam waktu aksi probiotik untuk spesies yang berbeda dalam budidaya.

#### 5. Sumber Probiotik

Mikroorganisme probiotik dapat diperoleh dari usus atau isi perut ikan sehat, air lingkungan pemeliharaan, sedimen tangki budidaya, hewan lain seperti terumbu karang, rumput laut, kerang-kerangan, dan berbagai produk makanan fermentasi. Mikroorganisme tersebut yang bermanfaat adalah yang hidup di dalam inang yang sehat dan mereka dikatakan sebagai bagian penting dari sistem pertahanan alami. Contoh

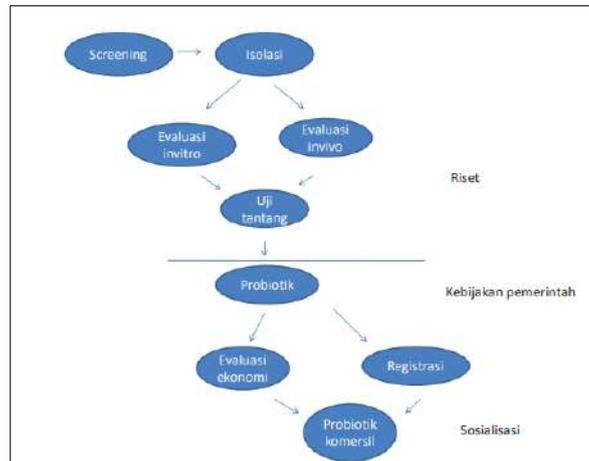
bakteri yang menjadi probiotik dalam akuakultur antara lain: *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus collinoides*, *Lactobacillus coryniformis*, *Enterococcus faecalis*, *Citrobacter freundii*, *Lactobacillus farciminis*, *Lysinibacillus fusiformis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus circulans*, *Enterococcus durans*, *Streptococcus sp. I*, *Streptococcus sp. II*, *Leuconostoc sp.*, *Enterococcus faecium*, dan lain-lain.

## 6. Seleksi Probiotik

Secara umum prosedur seleksi dan pengembangan probiotik untuk akuakultur terdiri atas 7 tahap (Gomez-Gil *et al.* 2000), yakni:

- 1) pengumpulan informasi dari literatur serta di lapangan, seperti informasi operasional kolam pembesaran, pendederan atau pembenihan (hatchery), manajemen produksi dan pengendalian penyakit,
- 2) koleksi atau isolasi kandidat probiotik potensial dari pool atau sumber terbaiknya (indigenous/putative probiotics), yaitu dari ikannya (inang), pakan alami maupun dari lingkungan budidaya,
- 3) seleksi dan evaluasi kemampuan kandidat probiotik potensial sesuai keinginan yang dituju,
- 4) uji patogenitas probiotik potensial,
- 5) pengujian skala laboratorium untuk melihat kemampuannya secara *in vivo* terhadap variabel-variabel yang diperlukan, misalnya imunologi, sintasan dan keragaan inang,
- 6) pengujian skala lapang untuk menguji kemampuan probiotik dalam skala yang lebih besar dan
- 7) analisis ekonomi (benefit cost analysis).

Menurut Verschuere *et al.* (2000), untuk memanipulasi komunitas mikroba di media budidaya harus dipertimbangkan faktor deterministik dan stokastik. Faktor deterministik adalah hubungan dosis dan respons yang dihasilkan yang mempengaruhi perkembangan mikroba di media budidaya. Selain itu yang termasuk di dalam faktor deterministik adalah salinitas, suhu, konsentrasi oksigen, dan kualitas serta kuantitas pakan. Kombinasi faktor-faktor tersebut akan menciptakan habitat dari mikroba yang selektif yang mampu tumbuh dan berkembangbiak. Sedangkan faktor stokastik adalah probabilitas dari respons yang timbul di mana mikroba yang sesuai tumbuh pada tempat dan waktu yang tepat akan tumbuh dan berkembangbiak pada habitat yang terbentuk tersebut. Probiotik dapat diklaim tidak efektif karena pengaruh beberapa faktor, antara lain, menurunnya kelangsungan hidup (viability) dan kemampuan bakteri probiotik selama masa penyimpanan, kurang sesuainya lingkungan fisika-kimiawi kolam atau tambak bagi bakteri probiotik, serta dosis dan waktu aplikasi yang kurang tepat (Kristanto, *dkk.* 2015).



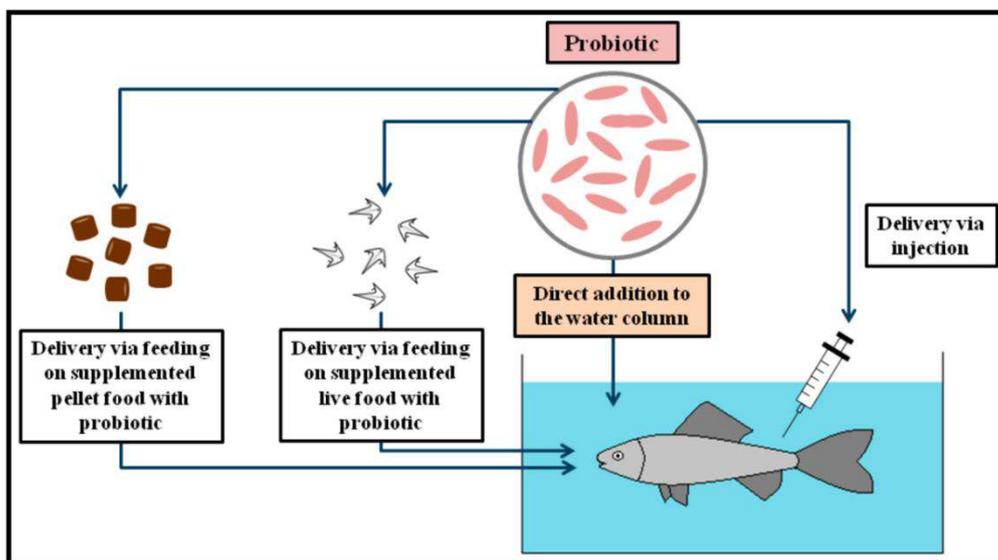
Gambar 3. Tahap seleksi probiotik

## 7. Aplikasi Probiotik

Efektivitas penggunaan bakteri probiotik sangat dipengaruhi oleh jenis bakteri yang digunakan. Hal ini karena kehidupan bakteri probiotik sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitarnya tempat mikroba tersebut hidup di mana setiap habitat mempunyai kandungan nutrisi dan fisika-kimia yang berbeda-beda. Asal dari bakteri probiotik sangat menentukan. Bakteri indigenous dari saluran pencernaan dan dari media budidaya berbeda cara kerjanya (mode of action). Pemilihannya berdasarkan serangkaian skrining dan uji potensi sesuai tempat hidupnya yaitu sebagai biokontrol populasi bakteri di saluran cerna ataupun di perairan sebagai agen bioremediasi. Bakteri indigenous akan lebih mampu beradaptasi dengan lingkungan budidaya yang relatif sama dengan lingkungan tempat bakteri tersebut diambil (Kristanto, *dkk.* 2015).

Pada kegiatan budidaya cara yang dilakukan untuk pengaplikasian probiotik adalah sebagai berikut (Gambar 4):

- Diberikan melalui pakan buatan,
- Diberikan melalui pakan alami,
- Langsung ditebar di wadah budidaya,
- Diinjeksi atau disuntikkan pada ikan/biota budidaya yang lain.



Gambar 4. Aplikasi probiotik dalam budidaya

Pembudidaya harus menerapkan prosedur standar operasional (SOP) untuk aplikasi probiotik, mulai dari cara memilih sediaan probiotik yang tepat guna, cara menyimpan yang benar dan cara aplikasinya baik melalui air atau pakan. Saat membeli, sebaiknya memperhatikan label formulasi yang berisi jenis bakteri dan komposisinya, dosis, cara penggunaannya, nomor produksi, nomor obat ikan yang diterbitkan oleh Direktorat Jendral Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan, cara penyimpanan dan masa kadaluarsa (expire date).

Masa kadaluarsa tiap produk beragam tergantung jumlah konsentrasi bakteri dan kecukupan kandungan nutrisi di dalam sediaan yang merupakan sumber makanan bagi bakteri probiotik. Cara menyimpan yang benar, kemasan harus terhindar dari panas dan sinar matahari langsung. Cara aplikasi harus disesuaikan dengan target tujuan yang ingin dicapai dan dosisnya.

Pada kenyataannya satu sediaan probiotik berisi dua atau lebih bakteri probiotik dengan cara kerja yang berbeda. Karena memang sulit untuk memisahkan bakteri probiotik yang diaplikasikan dengan tujuan kontrol lingkungan dan bakteri untuk tujuan perbaikan efisiensi pakan. Bagi ikan, probiotik yang diaplikasikan melalui air untuk tujuan bioremediasi dapat juga tertelan masuk dan berperan sebagai sumber pakan atau berperan di dalam pencernaan pakan walaupun tujuan utamanya misalnya untuk menekan patogen dalam media budidaya atau sebagai bioremediasi. Maka yang terpenting adalah mengetahui fungsi dan cara kerja masing-masing bakteri probiotik dan jika dapat menghasilkan sediaan probiotik yang berisi kombinasi probiotik untuk pakan, pengendalian penyakit dan perbaikan kualitas lingkungan maka hal tersebut dikategorikan sebagai sediaan probiotik yang terbaik.

Aplikasi probiotik ini harus mempertimbangkan kondisi ikan, jumlah atau padat tebar, ukuran ikan serta dosis, lama pemberian produk probiotik serta kondisi lingkungan. Dosis probiotik merupakan faktor pembatas untuk keberhasilan menghasilkan respons imun maksimal pada inang. Konsentrasi jumlah maksimum dari probiotik tidak hanya diperlukan untuk penetapan dan perkembangan biakan di usus tetapi juga menentukan kemampuan aktivitas immunostimulatory (Minelli & Benini, 2008). Secara *in vitro* dan *in vivo* menunjukkan bahwa tanggapan kebal ikan sangat bervariasi tergantung konsentrasi dari probiotik. Dosis dari probiotik pada umumnya dipilih didasarkan pada kemampuan mereka untuk meningkatkan pertumbuhan dan perlindungan pada inang. Di dalam akuakultur dosis dari probiotik pada umumnya bervariasi dari  $10^6$ - $10^{10}$  CFU/G pakan. Jumlah dosis maksimum dari suatu probiotik dapat berbeda pada setiap inang dan juga jenis parameter imun.

Jangka waktu pemberian dari probiotik melalui pakan adalah faktor penting lain yang dapat mempengaruhi tingkat keberhasilan, persistensi dan induksi tanggapan kebal inang. Di ikan banyak yang mempengaruhi efektivitas probiotik seperti berat tubuh, yang akan mempengaruhi respons tanggapan kebal dan resistensi terhadap penyakit setelah diberi perlakuan probiotik selama 1 - 10 minggu. Waktu induksi optimum dari tanggapan kebal berbeda setiap tipe strain probiotik dan juga jenis parameter imun. Manfaat probiotik untuk stimulasi imunitas bawaan juga tergantung pada lama waktu pemberian.

Beberapa probiotik ditemukan dapat merangsang sistem imun piscine dalam 2 minggu suplementasi. Sharifuzzaman & Austin (2009) mencatat selular dan imunitas humoral tertinggi pada 2 minggu setelah pemberian pakan dan respons menurun pada 3 dan 4 minggu setelah pemberian pakan. Peneliti lain percaya bahwa pemberian pakan dengan jangka waktu lama bukanlah hal yang penting bagi probiotik, karena pemberian pakan dengan waktu yang lebih pendek dapat menyebabkan kemunduran yang tajam dalam respons tanggapan kebal di ikan. Penurunan respons imun mungkin akibat kegagalan dari probiotik untuk menetap dan bereplikasi di usus ikan.

Menurut Kristanto *dkk.* (2015) efektivitas dari probiotik sangat tergantung dari keberhasilan probiotik tetap bertahan di usus. Beberapa faktor yang mempengaruhi

penetapan dan stabilitas dari probiotik dan tindakan berikut meliputi mutu air, kesadahan, oksigen terlarut, temperatur, pH, tekanan osmotis dan gesekan mekanis. Stres akibat kepadatan tebar yang tinggi dapat mempengaruhi performa dari probiotik. Efek dari probiotik pada *O. niloticus* dengan kepadatan tinggi antara 10 sampai 60 ikan/m<sup>3</sup> dan menemukan pertumbuhan, parameter haematologi, kemanjuran dan dari segi ekonomi yang terbaik pada kepadatan probiotik 30 ikan/m<sup>3</sup>. Temperatur dapat menjadi kendala utama dalam aplikasi suatu probiotik karena paling efektif ketika digunakan dalam temperatur optimum untuk setiap jenis ikan. Penggunaan probiotik menawarkan suatu alternatif untuk mengendalikan patogen untuk mengurangi penggunaan antibiotik dan obat kimia. Di dalam kultur ikan, probiotik dalam pakan atau bioencapsulation dapat menimbulkan resistensi dan kelangsungan hidup yang tinggi pada larva dan benih ikan. Peningkatan berat rata-rata dan kelangsungan hidup larva *S. maximus* yang diberi pakan rotifers yang telah diperkaya dengan BAL dapat memberikan perlindungan yang tinggi terhadap serangan bakteri patogen jenis Vibriosis. Probiotik *Pediococcus acidilactici* juga ditemukan efektif melawan vertebral column compression syndrome di *O. mykiss*.

Beberapa produk probiotik komersial yang bisa digunakan untuk budidaya ikan maupun udang, antara lain: Lacto+, Petro Fish, Bioprime, Biodct, dan lain-lain.

## 8. Teknik Membuat Probiotik Sederhana untuk Ikan

Untuk membuat sendiri probiotik bisa dilakukan pembudidaya dengan menggunakan bahan-bahan berikut: air bersih 9 Liter, susu Yakult 2 botol, ragi tape 1 butir yang sudah digiling halus, air kelapa murni (diambil dari satu buah kelapa tua), molase/tetes tebu sebanyak 3 tutup botol ditambah dengan 1/2 L air bersih. Jika kesulitan mencari tetes tebu atau molase dapat diganti dengan 1 kg gula merah/Jawa yang telah diencerkan dengan 1/2 L air terlebih dahulu. Jika tetes tebu tidak ada dapat diganti dengan EM4 dan gula merah yang dicairkan. Alat yang diperlukan: ember besar hitam, jerigen ukuran 10 Liter.

Cara pembuatannya adalah:

- Semua bahan secara berurutan dicampurkan dalam satu wadah ember besar.
- Aduk semua kira-kira 2-3 menit, hingga semua bahan tercampur merata.
- Masukkan ke dalam Jerigen 10 L lalu tutup serapat mungkin. Proses fermentasi baru dimulai.
- Simpan ditempat sejuk selama 7-10 hari dengan kondisi minin cahaya matahari agar proses fermentasi berjalan dengan baik.
- Selama proses fermentasi berlangsung jangan lupa jerigen dibuka 1-2 hari sekali tujuannya agar gas/uap dalam jerigen keluar. Jangan lupa ditutup kembali, serapat mungkin.
- Setelah hari ke 7-10 Probiotik siap untuk digunakan. Indikasi keberhasilan probiotik akan berwarna kecoklatan.

Cara Pemberian Pada Ikan lele, nila, belut, patin, gurame, dan lain-lain yaitu:

Probiotik dapat diberikan dengan dosis 2-3 tutup botol/m<sup>3</sup> kolam.

- Dapat diberikan juga pada pakan pelet dengan dosis 1 kg pelet + 2-3 tutup botol PROBIOTIK + 1/2 air hangat.
- Semua bahan dicampurkan lalu diaduk sampai merata, diamkan 10-15 menit selanjutnya pakan siap diberikan pada ikan.

Catatan: Probiotik ini bernama PROBIOTIK RABAL hasil dari fermentasi ragi dan bakteri asam laktat. Probiotik RABAL berisikan bakteri baik Lactobacillus dan Yeast yang merupakan hasil penelitian oleh Profesor Ibnu Sahidhir dan kawan-kawan di Laboratorium Balai Budidaya Air Payau BBAP Ujung Batee, Provinsi Aceh.

### C. RANGKUMAN

Mikroba akuatik bukan hanya menyebabkan kerugian pada pembudidaya berupa penyakit tetapi juga banyak yang bermanfaat bagi biota akuatik yang dibudidayakan. Probiotik merupakan mikroba yang menguntungkan, yang bisa meningkatkan respon imunitas ikan, membantu pemanfaatan nutrisi serta memiliki kemampuan dalam menghambat bakteri patogen di dalam tubuh ikan. Sumber probiotik berasal dari saluran cerna, air maupun sedimen atau tanah dasar kolam dan tambak, juga dari biota akuatik lain. Probiotik untuk biota akuatik diperoleh melalui penelitian di laboratorium, aplikasi skala pilot sampai kajian ekonomis untuk menjadi produk komersial. Sudah cukup banyak produk komersial yang di jual di pasaran dan para pembudidaya pun bisa membuat sendiri dengan metode yang relatif sederhana.

### D. LATIHAN

1. Jelaskan keuntungan penggunaan mikroba akuatik atau probiotik dalam budidaya ikan!
2. Hal apa saja yang harus diperhatikan pada saat mengaplikasikan probiotik pada budidaya biota akuatik?

### E. DAFTAR PUSTAKA

- Agustina A., Saptiani G., and Hardi E. H. 2022. Isolation and identification of potential lactic acid bacteria as probiotics from the intestines of repanng fish (*Puntioplites waandersi*). *AACL Bioflux* 15(1): 24-33.
- Agustina, S.B. Prayitno, A. Sabdono and G. Saptiani. 2018. Antagonistic Activity of Kelabau Fish (*Osteochilus melanopleurus*) Gut Bacteria against *Aeromonas hydrophila* and *Pseudomonas* sp. *AACL Bioflux* 11 (6): 1859-1868.
- Agustina, S.B. Prayitno, A. Sabdono and G. Saptiani. 2019. Pathogenicity Assay of Probiotic-Potential Bacteria from The Kelabau Fish (*Osteochilus melanopleurus*). *AACL Bioflux* 6(5): 1994-2003.
- Agustina. 2007. Penapisan Bakteri Probiotik untuk Pengendalian Infeksi *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Lele Dumbo *Clarias* sp. *Jurnal Aquacultura Indonesiana* 8(3): 135-143.
- Irianto, A. 2003. *Probiotik Akuakultur*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 125 hlm.
- Balcazar, J.L., V. Vendrell, I. de Blas and I. Ruiz-Zarzuola. 2008. Characterization of Probiotic Properties of Lactid Acid Bacteria Isolated from Intestinal Microbiota Fish. *Aquaculture* 278: 188-191.

- Banerjee, G. and A.K. Ray. 2016. Bacterial Symbiosis in the Fish Gut and Its Role in Health and Metabolism. Symbiosis DOI 10.1007/s13199-016-0441-8.
- Bhatnagar, A. and R. Lamba. 2015. Antimicrobial Ability and Growth Promoting Effects of Feed Supplemented with Probiotic Bacterium Isolated from Gut Microflora of *Cirrhinus mrigala*. Journal of Integrative Agriculture 14 (3): 583-592.
- Burbank D.R., S.E. La Patra, G. Fornshell and K.D. Cain. 2012. Isolation of Bacterial Candidates from The Gastrointestinal Tract of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) and Screening for Inhibitory Activity Against *Flavobacterium psychrophilum*. Journal of Fish Diseases 35(11): 809-816.
- Chi, C., B. Jiang, X-B.Yu, T-Q.Liu and G-X.Weng. 2014. Effect of Three Strains of Intestinal Autochthonous Bacteria and Their Extracellular Products on The Immune Response and Disease Resistance of Common Carp, *Cyprinus carpio*. Fish & Shellfish Immunology 36: 9-18.
- Ekpo, I.A., R.B. Agbor, A.N. Osuagwu, A.P. Ekanem, E.C., Okpako and B.E. Ekanem. 2013. Relationship Between Bacteria Associated with Fish Pond Sediment, Water and The Fish. Journal of Current Research in Science 1 (1): 50-54.
- Gatesoupe, F.J. 1999. The Use of Probiotics in Aquaculture. Review. Aquaculture 147-165.
- Gomez-Gill, B., Roque, A. and Turnbull, J.F. 2000. The use and selection of probiotic bacteria for use in the culture of larval aquatic organisms. Aquaculture 191, 259-270.
- Giri, S.S., V. Sukumaran and M. Oiya. 2013. Potential Probiotic *Lactobacillus plantarum* VSG3 Improve the Growth, Immunity, and Disease Resistance to Tropical Fresh Water Fish, *Labeo rohita*. Fish & Shellfish Immunology 34: 660-666.
- Gupta, A., P. Gupta and A. Dhawan. 2014. Dietary supplementation of probiotics affects growth, immune response and disease resistance of *Cyprinus carpio* fry. Fish & Shellfish Immunology 41: 113-119.
- Holt J. G., N. R. Krieg, P. H. A. Sneath, J. T. Stanley, and S. T. William. 1994. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. (ed), William Wilkins, Baltimore.
- Irianto, A. 2003. Probiotik Akuakultur. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 125 hlm.
- Istiqomah, I., A. Isnansetyo, I.N. Atitus dan A.F. Rohman. 2019. Isolasi Bakteri Selulolitik *Staphylococcus* sp. JC20 dari Saluran Pencernaan Gurita (*Octopus* sp.) untuk Kandidat Probiotik Ikan. Jurnal Perikanan Universitas Gajah Mada 21 (2):93-98.
- Iwashita, M.K.P., I.B. Nakandakare, J.S. Terhune and T, Wood. 2015. Dietary Supplementation with *Bacillus Subtilis*, *Saccharomyces*, and *Aspergillus Oryzae*, Enhance Immunity and Disease Resistance Against *Aeromonas hydrophila* and *Streptococcus inae* Infection in Juvenile Tilapia *Oreochromis niloticus*. Fish & Shellfish Immunology 43: 60-66.
- Izvekova, G.I., E.I. Izvekov and A.O. Plotnikov. 2007. Symbiotic Microflora in Fishes of Different Ecological Groups. Biology Bulletin 34 (6): 610-618.
- Jha, D.K., R.C. Bhujel and A.K. Anal. 2015. Dietary Supplementation of Probiotics Improves Survival and Growth of Rohu (*Labeo rohita* Ham.) hatchlings and fry in outdoor tanks. Aquaculture 435: 475-479.

- Korkea-aho, T.L., A. Papadopoulou, J. Heikkinen, A. von Wright, A. Adams, B. Austin and K.D. Thompson. 2012. *Pseudomonas* M162 confers protection against rainbow trout fry syndrome by stimulating immunity. *Journal Applied Microbiology* 113(1): 24-35.
- Kristanto, A.H., N.N. widnyana, R. Gustiano, M.T.D. Sunarno, A. Widiati, A.M. Lusiastuti. 2015. Bunga Rampai PERAN PROBIOTIK PADA BUDI DAYA IKAN AIR TAWAR. PT Penerbit IPB Press. 118 hlm.
- Kurniasih, T., Wiandarni, Mulyasari, I. Melati, Z.I. Azwar, dan A.M. Lusiastuti. 2013. Isolasi, Seleksi, dan Identifikasi Bakteri dari Saluran Pencernaan Ikan Lele sebagai Kandidat Probiotik. *J. Ris. Akuakultur* 8: 277-286.
- Lazado, C.C., C. M. A. Caipang and E. G. Estante. 2015. Prospects of Host-Associated Microorganisms in Fish and Penaeids as Probiotics with Immunomodulatory Functions. *Review. Fish & Shellfish Immunology* 45: 2-12.
- Lee, C.S., C. Lim, D.M. Gatlin III, and C.D. Webster. 2015. *Dietary Nutrients, Additives, and Fish Health*. Wiley Blackwell. John Wiley & Sons Inc., New Jersey. 355 p.
- Liu, W., P. Ren, S. He, L. Xu, Y. Yang and Z. Gu. 2013. Comparison of Adhesive Gut Bacteria Composition, Immunity, and Disease Resistance in Juvenile Hybrid Tilapia Fed Two Different Lactobacillus strains. *Fish & Shellfish Immunology* 35: 54-62.
- Lusiastuti, A.M., S. Andriyanto dan R. Samsudin. 2017. Efektivitas Kombinasi Probiotik Mikroenkapsulasi Melalui Pakan untuk Pengendalian Penyakit Motile Aeromonads Septicemia pada Ikan Lele, *Clarias gariepinus*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 12 (2): 179-186.
- Merrifield, D. and E. Ringo. 2014. *Aquaculture Nutrition: Gut Health, Probiotic and Prebiotic*. Wiley-Blackwell. John Wiley & Sons Ltd. Chichester, UK. 465 p.
- Minelli E.B., & Benini A. 2008. Relationship between number of bacteria and their probiotic effects. *Microb Ecol Health Dis* 2008;20:180-183.
- Montet, D. and R.C. Ray. 2011. *Aquaculture Microbiology & Biotechnology*. Volume 2. Science Publisher, New Hampshire. 288 p.
- Mourino J. L. P., G.V. Pereira, F.N. Vieira, A.B. Jatoba, T.T. Ushizima, B.C. Silva, W.Q. Seiffert, G.F.A. Jesus and M.L. Martins. 2016. Isolation of Probiotic Bacteria from the Hybrid South American Catfish *Pseudoplatystoma reticulatum* × *Pseudoplatystoma corruscans* (Siluriformes: Pimelodidae): A haematological approach. *Aquaculture Reports* 3: 166–171.
- Nath, S., Matozzo, V., Bhandari, D. and Faggio, C. 2019. Growth and liver histology of *Channa punctatus* exposed to a common biofertilizer. *Nat Prod Res.*, 33, 1591-1598.
- Nayak, S.K. 2010. Probiotics and Immunity: A Fish Perspective. *Review. Fish & Shellfish immunology* 29: 2-14.
- Newaz-Fyzul, A., A.H., Al-Harabi and B. Austin. 2014. Development in the Use of Probiotics for Disease Control in Aquaculture. *Review. Aquaculture* 431: 1-11.
- Nikoskelainen, S., A.C. Ouwehand, G.B. Bylund, S. Salminen and E-M. Lilius. 2003. Immune Enhancement in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) by Potential Probiotic Bacteria (*Lactobacillus rhamnosus*). *Fish & Shellfish Immunology* 15: 443-452.

- Prayitno, S.B., Sarwan and Sarjito. 2015. The Diversity of Gut Bacteria Associated with Milkfish (*Chanos chanos* Forksal) from Northern Coast of Central Java, Indonesia. *Procedia Environmental Science. Science Direct* 23: 375-384.
- Ramesh, D., A. Vinothkanna and A. K. Rai. 2015. Isolation of Potential Probiotic *Bacillus* spp. and Assessment of Their Subcellular to Induce Immune Response in Labeo Rohita Against *Aeromonas hydrophila*. *Fish & Shellfish Immunology* 45: 268-276.
- Ren, P., L. Xu, Y. Yang, S. He, W. Liu, E. Ringo and Z. Zhou. 2013. *Lactobacillus planarum* subsp. *Plantarum* JCM 1149 vs. *Aeromonas hydrophila* NJ-1 in The Anterior Intestine and Posterior Intestine of Hybrid Tilapia *Oreochromis niloticus* ♀ x *Oreochromis aureus* ♂: An ex vivo study. *Fish & Shellfish Immunology* 35: 146-153.
- Ringo, E., dan T.H. Birkbeck. 1999. Intestinal Microflora of Fish Larvae and Fry. *Aquaculture Research* 30: 73-93.
- Selim K.M. and R.M. Reda. 2015. Improvement of Immunity and Disease Resistance in Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, by Dietary Supplementation with *Bacillus amyloliquefaciens*. *Fish & Shellfish Immunology* 44: 496-503.
- Sharifuzzaman S.M., & Austin, B. 2010. Development of protection in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) to *Vibrio anguillarum* following use of the probiotic Kocuria SM1. *Fish & Shellfish Immunology* 29 (2010) 212- 216.
- Sun, Y-Z., H-L. Yang, R-L. Ma and W-Y. Lin. 2010. Probiotic Application of Two Dominant Gut *Bacillus* Strains with Antagonistic Activity Improved The Growth Performance and Immune Responses of Grouper *Ephinephelus coioides*. *Fish & Shellfish Immunology* 29: 803-809.
- Talpur, A.D., M. B. Munir, A. Marry and R. Hashim. 2014. Dietary probiotics and Prebiotics Improved Food Acceptability, Growth Performance, Haematology and Immunological Parameters and Disease Resistance Against *Aeromonas hydrophila* in Snakehead (*Channa striata*) Fingerlings. *Aquaculture* 426-427: 4-20.
- Utami, D.A.S., Wiandarni and M. A. Suprayudi. 2015a. Administration of Microencapsulated Probiotic at Different Doses to Control Streptococcosis in Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Microbiology Indonesia* 9: 17-24.
- Utami, D.A.S., Wiandarni and M. A. Suprayudi. 2015b. Quality of Dried *Bacillus* NP5 and its Effect on Growth Performance of Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Pakistan Journal of Biological Sciences* 18(2): 88-93.
- Verschuere, L., G. Rombaut, P. Sorgeloos and W. Verstraete. 2000. Probiotic Bacteria as Biological Control Agents in Aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 64: 655-671.
- Vine, N.G., W.D. Leukes, H. Kaiser, S. daya, J. Baxter and T. Hecht. 2004. Competition for Attachment of Aquaculture Candidate Probiotic and Pathogenic Bacteria of Fish Intestinal Mucus. *Fish Diseases* 27: 319-326.
- Wijayanti, M., D. Jubaedah, J.A. Suhada, S. Yuliani, N. Saraswati, Tanbiyaskur, M. Syaifudin and Hary Widjajanti. 2018. DNA Barcoding of Swamp Sediment Bacterial Isolates for Swamp Aquaculture Probiotic. *E 3S Web of Conferences* 68, 01023 (2018) 1st SRICOENV 2018.
- Wu, Z.Q., C. Jiang, F. Ling and G-X. Wang. 2015. Effect of Dietary Supplementation of Intestinal Autochthonous Bacteria on The Innate Immunity and Disease Resistance of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*). *Aquaculture* 438: 105-114.

- Wulandari, R. 2017. Pengaruh Pemberian Probiotik Terhadap Aktivitas Letupan Respirasi Leukosit dalam Darah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Intek Akuakultur*. 1(1): 71-76.
- Yi, Y., Z. Zhang, F. Zhao, H. Liu, J. Zha and G. Wang. 2018. Probiotic potential of *Bacillus velezensis* JW: Antimicrobial activity against fish pathogenic bacteria and immune enhancement effects on *Carassius auratus*. *Fish & Shellfish Immunology* 78: 322-330.
- Zhou, H., Wang, W., Wang, L. and Aike, L. 2019. Research progress in development and application of feed lactic acid bacteria preparations. *Chinese J. Animal Nutrition*, 31, 2012-2021.

## F. GLOSARIUM

- Biota akuatik : Biota yang sebagian atau seluruh hidupnya berada di perairan.
- Isolasi : Pemisahan suatu jenis mikroorganisme dari mikroorganisme lain.
- Mikroba : Organisme yang berukuran sangat kecil sehingga untuk mengamatinya diperlukan alat bantuan (mikroskop), istilah lain dari mikroorganisme.
- Patogen : Mikroorganisme yang bisa menyebabkan penyakit.
- Patogenitas : Kemampuan suatu mikroorganisme dalam menimbulkan penyakit.
- Respon imunitas : Respon dari sistem kekebalan tubuh terhadap masuknya benda asing (bakteri, virus, jamur, parasit, dan lainnya) ke dalam tubuh.
- Uji in vitro : Tes, pengujian “kandidat” obat diluar tubuh makhluk hidup.
- Uji in vivo : Tes, eksperimen, dan prosedur yang dilakukan para peneliti di dalam atau pada seluruh organisme hidup, seperti manusia, hewan laboratorium, atau tumbuhan.

## BAB IX

# TEKNOLOGI PENGOLAHAN FISH JELLY PRODUCTS

Dr. ITA ZURAIDA, S.Pi., M.Si

Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan-Universitas Mulawarman

### Kompetensi dasar:

1. Peserta sekolah penyuluh mampu menentukan dan memilih bahan baku untuk pengolahan produk *fish jelly*.
2. Peserta sekolah penyuluh mampu menentukan dan memilih bahan pendukung untuk pengolahan produk *fish jelly*.
3. Peserta sekolah penyuluh mampu menerapkan prinsip dasar pengolahan produk *fish jelly*.
4. Peserta sekolah penyuluh mampu mengolah bahan baku hasil perikanan menjadi produk *fish jelly* dengan benar sesuai prinsip dan tahapan proses.

### A. PENDAHULUAN

Ikan merupakan salah satu sumber protein hewani yang mengandung asam amino esensial dan non esensial dengan nilai daya cerna yang tinggi. Ikan juga mempunyai keunggulan dibandingkan sumber pangan protein yang berasal dari hewan terrestrial, diantaranya tingginya kandungan asam lemak Omega-3 yaitu EPA (*Eicosapentanoic acid*) dan DHA (*dokosaheksanoic acid*) yang berperan dalam penurunan kadar kolesterol darah, mencegah terjadinya penyumbatan pembuluh darah (arteriosklerosis) dan penyakit jantung coroner, mengurangi resiko penyakit diabetes, dan meningkatkan kecerdasan otak anak (Olgunoglu, 2017). Ikan mengandung berbagai mineral penting seperti fosfor, kalsium, magnesium, selenium, kalium, besi, dan iodium, vitamin A dan D, serta zat-zat bioaktif.

Secara umum, bahan baku hasil perikanan memiliki sifat mudah rusak (*highly perishable food*) sehingga diperlukan cara atau proses pengolahan yang dapat memperpanjang umur simpan produk tersebut. Penerapan metode pengolahan yang tepat dapat mendukung daya awet produk, sehingga dapat disimpan dalam waktu yang relatif lama dan dapat didistribusikan ke lokasi-lokasi yang jauh dari lokasi penangkapan. Proses pengolahan disamping dapat meningkatkan nilai tambah juga dapat menganekaragamkan jenis-jenis produk olahan ikan (diversifikasi produk olahan ikan).

Pemanfaatan hasil-hasil perikanan saat ini masih didominasi olahan tradisional dengan mutu hasil olahan yang bervariasi dan belum terkontrol. Pengolahan masih dilakukan menggunakan metode turun-temurun warisan keluarga dan masih jarang dilakukan modifikasi maupun perbaikan mutu hasil olahannya. Pengembangan produk bernilai tambah dengan memperkenalkan produk olahan modern yang didasari teori pengolahan daging ikan dapat memperkaya hasil-hasil olahan ikan, sekaligus meningkatkan minat masyarakat untuk mengkonsumsi ikan dalam rangka pemenuhan kebutuhan protein masyarakat. Sebagian kalangan masyarakat masih memiliki kecenderungan enggan dan kurang menyukai untuk mengkonsumsi ikan yang disebabkan oleh rasa dan bau amis yang melekat pada ikan selain duri yang terdapat pada dagingnya. Diversifikasi olahan hasil perikanan dapat memodifikasi bau, rasa, dan tampilan ikan yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan atau selera yang diinginkan.

Salah satu diversifikasi olahan ikan yang dapat dikembangkan adalah produk *fish jelly*. Produk *Fish Jelly* adalah produk yang secara spesifik mampu membentuk gel atau mempunyai tekstur kenyal seperti jelly misalnya bakso, empek-empek, sosis, fish burger, fish cake dan lain-lain (Ismarsudi *et al.*, 2011). Beberapa keuntungan pengolahan produk *fish jelly* adalah berbagai jenis dan ukuran ikan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku terutama ikan berdaging putih, produk dapat langsung diproses untuk dikonsumsi (*ready to eat*), dapat disimpan beku, praktis dan cepat dalam penyajiannya, serta disukai berbagai kalangan mulai anak-anak sampai dewasa. Bahkan saat ini produk *fish jelly* populer di beberapa negara seperti Jepang, Korea, China, dan juga Indonesia sebagai jajanan yang dijual di pinggir-pinggir jalan (*street food*) yang banyak diburu oleh pembeli.

Bahan baku ikan untuk pembuatan produk *fish jelly* tersedia cukup berlimpah, baik itu ikan laut maupun ikan air tawar. Ikan-ikan laut yang merupakan hasil tangkapan samping dari pukat udang dan tuna masih belum dimanfaatkan secara optimal. Sumiono dan Hargiyatno (2012) melaporkan bahwa ikan hasil tangkapan samping beratnya dapat mencapai duapuluh kali berat tangkapan udang. Sedangkan permasalahan lain yang sering dijumpai di masyarakat untuk ikan air tawar adalah ikan-ikan hasil budidaya seperti lele, nila, mas, yang ukurannya *oversize* kurang laku untuk dijual. Salah satu solusi untuk memanfaatkan bahan baku tersebut adalah diversifikasi produk olahan ikan berupa *fish jelly products*.

Saat ini di masyarakat sudah banyak yang mengolah beberapa produk *fish jelly*. Namun demikian, masih diperlukan pemahaman mendasar tentang teknologi pengolahan produk *fish jelly* terutama kemampuan pembentukan gel daging ikan yang secara alami merupakan karakteristik dari protein ikan, tapi memerlukan teknik tertentu untuk mengoptimalkan sifat tersebut. Pemahaman masyarakat tentang teknologi pembentukan gel daging ikan masih perlu dikenalkan dan ditingkatkan, mengingat belum semuanya paham tentang teori tersebut. Praktek-praktek pengolahan yang masih menggunakan bahan pengental berbahaya seperti boraks tidak dapat dipungkiri bahwa saat ini masih banyak digunakan oleh masyarakat. Oleh karena itu, diperlukan peran para penyuluh di lapangan untuk memberikan pemahaman kepada masyarakat tentang pemilihan bahan baku untuk produk *fish jelly*, dan teknologi pengolahan produk *fish jelly* dengan metode yang sederhana namun memberikan pengaruh yang signifikan pada kualitas produk olahannya tanpa penambahan bahan berbahaya.

## **B. URAIAN MATERI**

### **1. Prinsip Dasar Pengolahan Produk *Fish Jelly***

Prinsip dasar pengolahan produk *fish jelly* adalah kemampuan pembentukan gel dari daging ikan. Gel dapat terbentuk karena peran protein miosin terutama *Myosin Heavy Chain* (MHC) dan aktin yang terdapat pada daging ikan (Park *et al.*, 2014). Aktin dan miosin dapat terekstrak keluar membentuk aktomiosin apabila ditambahkan garam. Langkah awal yang perlu dipahami untuk pembentukan gel semua produk *fish jelly* adalah mencampur lumatan daging ikan dengan garam terlebih dahulu sehingga menghasilkan pasta yang lengket, kemudian menambahkan bahan-bahan lain untuk menambahkan cita rasa selanjutnya membentuk dan memasak. Masa yang terbentuk ini disebut "sol" yang mempunyai sifat lengket dan adhesif. Apabila masa "sol" ini dipanaskan maka akan membentuk gel yang dapat memberikan sifat kenyal namun elastis. Proses pembentukan gel pada produk *fish jelly* meliputi proses pelumatan disertai penambahan garam, pembentukan dan pemanasan (*setting*).

## 2. Protein Ikan

Protein merupakan salah satu komponen penyusun daging ikan yang jumlahnya berkisar antara 17-22% (w/w). Protein otot atau daging ikan dapat diklasifikasikan menjadi tiga golongan berdasarkan kelarutannya, yaitu protein miofibril, sarkoplasma dan stroma (Hashimoto *et al.*, 1979). Protein miofibril merupakan bagian terbesar dalam jaringan daging ikan yang bersifat larut dalam larutan garam. Protein miofibril dalam daging ikan berkisar antara 65-75% (w/w) dari total protein dan berperan penting dalam koagulasi dan pembentukan gel (Venugopal, 2009). Protein larut garam ini terdiri dari miosin, aktin, tropomiosin, troponin, aktinin, titin, nebulin, M-protein dan C-protein (Vareltzis, 2000). Miosin merupakan fraksi miofibril yang paling dominan dalam daging ikan yaitu sekitar 55-60% dari total protein miofibril. Secara keseluruhan, MHC bertanggungjawab terhadap sifat-sifat fungsional protein daging ikan seperti *water holding capacity*, *gel forming ability* dan emulsifikasi (Lanier *et al.*, 2014). Aktin merupakan fraksi miofibril terbesar kedua setelah miosin. Aktin mempunyai polimer filamen yang panjang. Aktin menyusun sekitar 15-30% dari total protein miofibril dan memiliki berat molekul sekitar 43 kDa. Kemampuan pembentukan gel dari miosin didukung oleh adanya panas dan aktin, meskipun aktin sendiri tidak menunjukkan kemampuan untuk membentuk gel (Raghavan dan Kristinsson, 2007; Sun dan Holley, 2011).

Protein sarkoplasma bersifat larut dalam air atau larutan garam dengan konsentrasi rendah. Fraksi protein sarkoplasma jumlahnya sekitar 15-35% (w/w) dari total protein. Protein sarkoplasma terdiri dari hemoglobin, mioglobin, protein sitokrom dan berbagai enzim indigenus (Belitz *et al.*, 2004). Kandungan protein sarkoplasma bervariasi antara jenis ikan, tetapi pada umumnya lebih tinggi pada ikan pelagis seperti *sardine* dan *mackerel* dan lebih rendah pada ikan demersal seperti *plaice* dan *snapper* (Suzuki, 1981). Protein stroma atau jaringan ikat terdiri dari kolagen dan elastin (Belitz *et al.*, 2004; Venugopal, 2009). Secara umum, protein daging ikan mengandung stroma sekitar 3% (w/w).

Ketiga jenis protein tersebut mudah mengalami denaturasi yang disebabkan perubahan suhu, sehingga kontrol suhu selama proses pengolahan sangat penting untuk menjaga kestabilan protein dalam daging ikan. Jika terjadi denaturasi berarti ada proses pemecahan ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik dengan ikatan garam dan terbukanya lipatan molekul. Denaturasi protein karena kurang terkontrolnya suhu selama proses pengolahan atau karena terjadinya kerusakan struktur daging ikan setelah rigor mortis dapat menyebabkan kegagalan terbentuknya gel yang kuat pada produk *fish jelly*. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mencegah denaturasi protein adalah dengan melakukan pengolahan selalu di bawah suhu 10°C (menerapkan *cold chain system*) atau dengan menggunakan bahan baku ikan yang masih segar.

## 3. Tahapan Proses Pengolahan Fish Jelly

Produk *Fish Jelly* dapat diolah menggunakan bahan dasar daging ikan maupun surimi. Surimi adalah konsentrat protein miofibril yang diperoleh melalui pencucian berulang daging lumat ikan dengan air dingin (4-5°C), ditambah krioprotektan, kemudian dibekukan (Zuraida *et al.*, 2017). Surimi merupakan bahan antara yang dapat diolah lebih lanjut menjadi berbagai *surimi based products* seperti *chikuwa*, *kamaboko*, *bakso ikan*, *fish cake*, *sosis ikan*, maupun produk-produk tiruan udang, lobster, dan scallop. Daging ikan segar yang belum melalui tahapan pencucian seperti dalam proses pembuatan surimi juga dapat langsung digunakan dalam pembuatan produk *fish jelly*. Namun, harus memahami prinsip pembentukan gel dan memperhatikan tahapan proses supaya gel dapat terbentuk dengan baik. Tahapan proses pengolahan *fish jelly* adalah sebagai berikut:

### **a. Pelumatan daging ikan dan penggaraman**

Bahan baku dilumatkan menggunakan alat penggiling (*choper*) atau *food processor* dengan tujuan memecahkan serabut otot agar dapat meningkatkan ekstraksi protein larut garam (myofibril) sehingga menghasilkan pasta yang lengket. Penambahan garam selama proses pelumatan daging ikan bertujuan untuk meningkatkan ekstraksi protein larut garam (miofibril). Jika sudah terbentuk pasta yang lengket selama proses homogenisasi atau dikenal sebagai sol dalam ilmu surimi, selanjutnya selama proses pemanasan akan terbentuk ikatan-ikatan kimia membentuk struktur jaringan tiga dimensi gel yang stabil. Penambahan garam juga dapat memberikan rasa asin pada produk akhir. Jumlah garam yang ditambahkan supaya membentuk gel yang kuat adalah 3%, namun karena berkaitan dengan rasa produk yang dihasilkan maka garam yang ditambahkan adalah 2-5% tergantung selera konsumen. Setelah penambahan garam, dapat ditambahkan bumbu dan bahan-bahan lain untuk memberikan cita rasa dan membentuk tekstur. Kemudian ditambahkan air untuk memberikan tekstur yang lembut/halus.

### **b. Pencetakan**

Pencetakan menyesuaikan dengan produk yang akan dibuat. Pembuatan bakso ikan bisa dicetak menggunakan tangan atau mesin pencetak bakso. *Fish cake* bisa dicetak dengan cetakan berbentuk lingkaran atau oval, atau bisa menggunakan bantuan *baking paper* untuk produk seperti odeng. Sosis bisa dicetak menggunakan *stuffing* sosis (alat pencetak sosis). Selama proses pencetakan, pasta sebaiknya dijaga tetap dalam kondisi dingin atau proses pencetakan dilakukan sesegera mungkin supaya tidak terjadi pengerasan pasta.

### **c. Pemanasan (*setting*)**

Tekstur produk *fish jelly* yang kenyal tapi elastis dapat diperoleh melalui proses pemanasan. Proses pemanasan dapat disesuaikan dengan produk yang akan dibuat. Pemanasan melalui perebusan bisa diterapkan untuk produk bakso ikan dan sosis ikan. Pengukusan dapat diterapkan untuk pengolahan nugget dan otak-otak, sedangkan penggorengan dapat diterapkan untuk produk *fish cake*. Khusus untuk proses perebusan, dalam ilmu surimi dikenal istilah "*setting*". Perebusan dilakukan dalam 2 tahap, yaitu suhu rendah dan suhu tinggi. *Setting* atau disebut juga dengan "suwari" merupakan fenomena yang menyebabkan peningkatan kualitas gel surimi setelah pre-inkubasi sol aktomiosin pada kisaran suhu 5-50°C sebelum pemanasan pada suhu tinggi (Lanier, 2000). Gel surimi dengan kekuatan dan elastisitas yang lebih tinggi diperoleh ketika *setting*. Respon *setting* dapat bervariasi tergantung pada spesies dan fenomena *setting* terkait dengan suhu habitat spesies ikan (Zuraida *et al.*, 2018). Umumnya, *setting* dapat dilakukan pada suhu rendah (4-5°C), sedang (25°C), dan tinggi (40-50°C) tergantung pada spesies ikan (Lanier, 1992). Setelah dilakukan pemanasan pada suhu rendah, dilanjutkan pemanasan pada suhu tinggi (sekitar 90-100°C). Teknik perebusan 2 tahap juga tergantung pada jenis ikan yang digunakan. Bahan baku berupa ikan laut sebaiknya dilakukan perebusan 2 tahap, yaitu suhu sedang dan dilanjutkan suhu tinggi supaya terbentuk gel yang kenyal dan elastis (dalam ilmu surimi dikenal dengan istilah "kamaboko"). Bahan baku dari ikan-ikan air tawar dapat dilakukan perebusan langsung pada suhu tinggi. Hal tersebut disebabkan perbedaan stabilitas protein antara ikan air laut dan ikan air tawar. Ikan air laut cenderung membentuk ikatan-ikatan protein seperti interaksi hidrofobik dan ikatan disulfida pada suhu rendah terlebih dahulu, yang menyebabkan terbentuknya gel yang elastis. Selanjutnya pemanasan pada suhu tinggi dapat membentuk tekstur yang kenyal, sedangkan ikan air tawar terutama yang hidup di lingkungan tropis dapat membentuk ikatan-ikatan tersebut sekaligus pada suhu yang lebih tinggi.

#### 4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kemampuan Pembentukan Gel

Kemampuan pembentukan gel dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik. Faktor intrinsik meliputi spesies ikan dan kesegaran ikan, transglutaminase indigenous dan aktivitas enzim proteolitik, sedangkan faktor ekstrinsik meliputi kekuatan ion, serta suhu dan waktu *setting* (Chanarat *et al.*, 2012; Hosseini-Shekarabi *et al.*, 2015).

##### a. Spesies Ikan

Karakteristik dan sifat fungsional *fish jelly* bervariasi tergantung dari spesies atau jenis ikan yang digunakan (Park dan Morrissey, 2000). Secara umum semua jenis ikan dapat digunakan sebagai bahan baku *fish jelly*. Namun, ikan berdaging putih dengan kadar lemak rendah dapat menghasilkan *fish jelly* dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan ikan berdaging merah. Ikan dengan kadar lemak tinggi dapat menghasilkan *fish jelly* yang rentan terhadap oksidasi lipid selama penyimpanan beku (Park *et al.*, 2014). Ikan berdaging putih yang dapat digunakan sebagai bahan baku *fish jelly* antara lain ikan laut seperti ikan tenggiri, alu-alu, kurisi, swanggi, kakap, gulamah, beloso, kuniran atau biji nangka, layur, bulan-bulan, bandeng laut, dan ikan laut berdaging putih lainnya. Ikan-ikan air tawar yang dapat digunakan sebagai bahan baku *fish jelly* antara lain nila, lele, mas, bawal, gabus, patin, bandeng, dan lain-lain. Hasil perairan lain seperti udang dan cumi-cumi juga dapat digunakan sebagai bahan baku *fish jelly*.

##### b. Kesegaran Ikan

Tingkat kesegaran ikan dipengaruhi oleh penanganan pascapanen serta suhu dan waktu penyimpanan. Perubahan biokimia ikan postmortem secara signifikan dapat merubah sifat fungsional protein daging ikan. Ikan sebaiknya diproses segera selama fase pre-rigor atau ketika memasuki fase rigor. Benjakul *et al.* (2003) melaporkan bahwa ikan lizardfish mengalami penurunan kekuatan gel setelah mengalami penyimpanan selama 15 hari pada suhu dingin yang disebabkan oleh degradasi MHC. Benjakul *et al.* (2005) melaporkan bahwa threadfin bream, bigeye snapper, lizardfish, dan croaker juga mengalami penurunan kekuatan gel setelah mengalami penyimpanan pada suhu -18°C selama 6 bulan.

##### c. Transglutaminase Indigenous dan Aktivitas Enzim Proteolitik

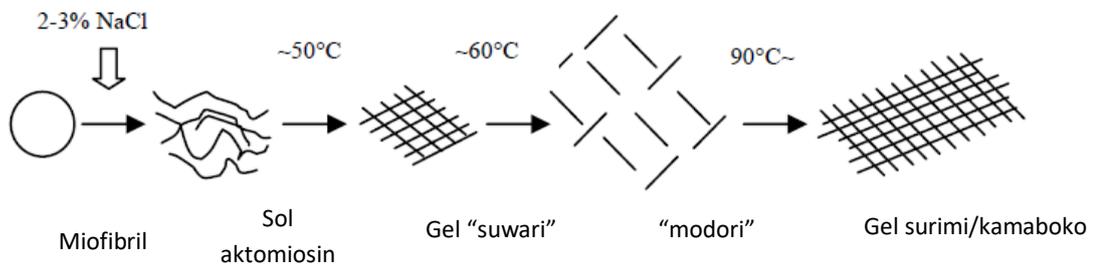
Dalam daging ikan terdapat 2 jenis enzim yang sifatnya berlawanan. Transglutaminase (TGase) dapat mendukung pembentukan gel surimi, sedangkan protease dapat merusak struktur tiga dimensi gel protein sehingga menurunkan kekuatan gel. Selama proses pemanasan, TGase aktif pada suhu rendah ke sedang, atau kisaran 5-50°C, sedangkan protease aktif pada kisaran suhu 60-70°C (Zuraida *et al.*, 2017). Proses pemasakan pasta produk *fish jelly* sangat tidak dianjurkan untuk dilakukan pada kisaran suhu 60-70°C, karena dapat menurunkan kekuatan gel. Dalam ilmu surimi hal tersebut dikenal dengan istilah “modori” atau penurunan kekuatan gel akibat aktivitas protease.

##### d. Kekuatan Ion

Garam yang biasa digunakan untuk restrukturisasi daging komersial adalah natrium klorida. Konsentrasi NaCl 2-3% sudah umum digunakan untuk melarutkan protein miofibril dan meningkatkan sifat fungsional pangan berbasis daging (Xiong dan Brekke, 1991). Kamal *et al.* (2005) melaporkan bahwa untuk menghasilkan gel yang kuat, daging lumat harus dicampur dengan NaCl untuk melarutkan protein miofibril membentuk kompleks aktomiosin, diikuti terbentuknya ikatan intermolekul protein yang selanjutnya distabilkan oleh pemanasan membentuk gel yang irreversibel.

### e. Suhu dan Waktu Pemanasan

Suhu merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi pembentukan gel protein miofibril karena panas diperlukan untuk denaturasi dan *unfolding* molekul protein untuk pembentukan gel (Sun dan Holley, 2011). Selain itu, waktu pemanasan juga berperan penting dalam menentukan sifat-sifat gel yang dihasilkan. Bahan baku ikan laut disarankan untuk dimasak pada suhu rendah sekitar 35°C selama 30 menit, dan dilanjutkan pemasakan pada suhu 90-100°C selama 20 menit. Bahan baku ikan air tawar dapat langsung dimasak pada suhu 90-100°C selama 30 menit. Mekanisme pembentukan gel dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme pembentukan gel (Suzuki, 1981)

## 5. Pengolahan Produk-produk *Fish Jelly*

### a. Pembuatan Bakso Ikan (*Fishball*)

*Fishball* atau bakso ikan merupakan olahan berbentuk bulat berbahan baku daging ikan yang dihaluskan dan ditambahkan dengan tepung, dan dibentuk secara manual ataupun menggunakan mesin kemudian dimasak. Bahan utama bakso ikan adalah daging ikan yang berwarna putih, misalnya; ikan kakap, kerapu, tenggiri dan ikan remang atau ikan cunang. Ciri khas bakso ikan adalah teksturnya yang lembut, kenyal, elastis dengan rasa khas ikan. Bahan baku yang digunakan bisa berupa daging ikan atau surimi (daging ikan lumat yang sudah melalui proses pencucian dengan air dingin). Bakso ikan populer di Asia Timur dan Tenggara, dimana bakso dimakan sebagai camilan atau ditambahkan ke dalam sup. Bahan dan peralatan yang digunakan dalam pembuatan bakso ikan adalah sebagai berikut.

#### Bahan:

1. Daging ikan 1 kg
2. Tepung sagu 6 sendok makan
3. Baking powder 1/2 sendok teh
4. Bawang putih 2 sendok teh
5. Telur 2 biji (diambil putihnya)
6. Garam 2 sendok teh
7. Gula pasir 3 sendok teh
8. Merica bubuk 1 sendok teh
9. Kaldu bubuk 1 sendok teh
10. Air es 200 mL
11. Es batu 1 bungkus

**Peralatan:**

1. Kompor dan gas
2. *Food processor*
3. Baskom plastik
4. Pisau
5. Talenan besar
6. Gelas ukur plastik
7. Alat pengaduk/centong plastik
8. Panci perebus bakso ukuran sedang
9. Sendok/irus kuah bakso
10. Nampan plastik segiempat

**Proses pembuatan bakso ikan:**

1. Daging ikan dan garam dihaluskan menggunakan *food processor* hingga halus dan lengket, kemudian dimasukkan gula sambil terus dihomogenisasi.
2. Adonan dipindahkan ke dalam wadah, ditambahkan baking powder, putih telur, bawang putih, merica, kaldu bubuk, dan tepung sagu sambil diaduk menggunakan tangan sampai homogen
3. Air es dimasukkan sedikit demi sedikit sambil terus diaduk.
4. Adonan dicetak menggunakan tangan dan direbus dalam air mendidih sampai mengapung
5. Bakso diangkat dan langsung dimasukkan dalam air es selama 15 menit, kemudian ditiriskan (Gambar 2).

Tekstur bakso ikan bisa lebih halus jika homogenisasi adonan bakso dan bumbu-bumbu dilakukan dengan alat *silent cutter* (Gambar 3). Namun untuk penerapan di masyarakat, homogenisasi bisa menggunakan *food processor*, *chopper*, atau gilingan daging manual (Gambar 4), dan selanjutnya bisa menggunakan tangan. Kelemahannya adalah tekstur bakso yang dihasilkan belum bisa sehalus tekstur bakso yang menggunakan *silent cutter*. Pencetakan bakso juga bisa dilakukan menggunakan alat pencetak bakso (Gambar 5) supaya dihasilkan bakso dengan bentuk bulat yang seragam.



Gambar 2. Bakso ikan (*fishball*)



Gambar 3. *Silent cutter* untuk homogenisasi adonan bakso dan bumbu-bumbu



Gambar 4. *Food processor, chopper*, atau gilingan daging manual



Gambar 5. Alat pencetak bakso

#### **Indikator keberhasilan pembuatan bakso ikan**

Uji lipatan merupakan salah satu metode pengukuran kualitas gel produk-produk berbasis gel (*fish jelly*) untuk menentukan *grade* berdasarkan tekstur gel terutama

elastisitas (Botta, 1995). Kelas mutu gel disajikan pada Tabel 1 dan cara uji lipat dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 1. Tingkat mutu uji lipat (*folding test*)

Mutu	Keterangan
5	Tidak retak setelah dilipat menjadi seperempat lingkaran
4	Tidak retak setelah dilipat menjadi setengah lingkaran
3	Retak berangsur-angsur setelah dilipat menjadi setengah lingkaran
2	Langsung retak setelah dilipat menjadi setengah lingkaran
1	Pecah apabila ditekan dengan jari

Sumber: Botta (1995).



Gambar 6. Cara uji lipat produk berbasis gel

#### b. Pembuatan *Fish cake* (Odeng)

*Fish cake* merupakan salah satu olahan ikan yang terbuat dari campuran daging ikan, tepung, dan bumbu-bumbu kemudian digoreng. *Fish cake* terkenal di negara-negara Asia misalnya Korea, Jepang, Thailand, dan China. Ciri khas olahan ini adalah teksturnya yang lembut dan kenyal dengan rasa khas ikan. Bentuk olahan *fish cake* bervariasi, mulai dari bentuk bulat, variasi pedas, maupun ditusuk dengan tusukan sate dan diberi kuah (odeng).

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam pembuatan *fish cake* adalah sebagai berikut.

##### Bahan:

1. Daging ikan 1 kg
2. Tepung sagu 150 g
3. Baking powder 1/2 sendok teh
4. Bawang bombay 1 biji
5. Bawang putih 2 sendok teh
6. Telur 4 biji (diambil putihnya)
7. Garam 2 sendok teh
8. Gula pasir 3 sendok teh
9. Kaldu bubuk 1 sendok teh
10. Kecap ikan 4 sendok makan
11. Minyak goreng 2 liter
12. Air es 150 mL

##### Alat:

1. Kompor dan gas
2. *Food processor*
3. Baskom plastik
4. Pisau

5. Talenan besar
6. Baking paper
7. Gelas ukur plastik (1000 mL)
8. Alat pengaduk/centong plastik
9. Tusuk sate
10. Plastik segitiga/piping bag untuk kue
11. Wajan penggorengan besar
12. Sutil penggorengan
13. Peniris gorengan
14. Nampan plastik segiempat
15. Parutan keju

**Proses pembuatan *fish cake*:**

1. Daging ikan dan garam dihaluskan menggunakan *food processor* hingga halus dan lengket, kemudian dimasukkan gula sambil terus dihomogenisasi.
2. Putih telur dimasukkan sedikit demi sedikit sambil dihomogenisasi.
3. Air es dimasukkan sedikit demi sedikit sambil dihomogenisasi.
4. Dimasukkan secara berturut turut: kecap ikan, bawang putih, bawang bombay, dan tepung sagu sambil terus diaduk.
5. Adonan diratakan di atas baking paper, kemudian digoreng.
6. *Fish cake* dilipat dan ditusuk dengan tusuk sate.
7. *Fish cake* bisa disajikan dengan saus atau kuah (Gambar 7).



Gambar 7. *Fish cake* (odeng) dari ikan air tawar

**C. RANGKUMAN**

Karakteristik produk-produk *fish jelly* tergantung pada bahan baku atau spesies ikan yang digunakan dalam pembuatannya dan proses pengolahan. Spesies ikan yang cocok digunakan sebagai bahan baku *fish jelly* adalah ikan berdaging putih dan kadar lemaknya rendah. Ikan berdaging putih mempunyai kandungan lemak yang lebih rendah daripada ikan berdaging merah. Kandungan lemak yang tinggi pada *fish jelly* dapat menyebabkan oksidasi lipid yang berkontribusi pada agregasi protein miofibril. Jika agregasi protein miofibril terjadi selama pembuatan atau penyimpanannya, maka dapat mengurangi kemampuan pembentukan gel produk tersebut. Hal tersebut menjadi salah satu penyebab ikan berdaging putih dapat menghasilkan *fish jelly* dengan kualitas yang

lebih tinggi dibandingkan ikan berdaging merah. Kekuatan gel merupakan salah satu sifat fungsional penting yang menentukan kualitas produk *fish jelly*. Pemilihan bahan baku dan penerapan tahapan pengolahan yang tepat dapat menghasilkan produk *fish jelly* dengan kualitas yang tinggi. Peralatan yang sederhana dapat digunakan dalam penerapan produk tersebut ke masyarakat. Diversifikasi produk olahan ikan dengan pembuatan produk *fish jelly* diharapkan dapat mengoptimalkan pemanfaatan ikan-ikan hasil tangkapan samping maupun ikan hasil budidaya yang tidak terserap di pasar.

#### D. LATIHAN

1. Jelaskan kriteria bahan baku yang dapat digunakan dalam pembuatan produk *fish jelly*!
2. Sebutkan bahan-bahan pendukung yang dapat digunakan dalam pembuatan produk *fish jelly*!
3. Jelaskan prinsip dasar pembuatan produk *fish jelly*!
4. Sebutkan tahapan proses pembuatan produk *fish jelly*!

#### E. DAFTAR PUSTAKA

- Belitz, H. D., Grosch, W., Schieberle, P. (2004). Fish, wales, crustaceans, mollusks. In: *Food Chemistry*. Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 619–642.
- Benjakul, S., Chantarasuwan, C, Visessanguan, W. (2003). Effect of medium temperature setting on gelling characteristics of surimi from some tropical fish. *Food Chem.* 82: 567-574.
- Benjakul, S., Visessanguan, W., Thongkaew, C., Tanaka, M. (2005). Effect of frozen storage on chemical and gel-forming properties of fish commonly used for surimi production in Thailand. *Food Hydrocol.* 19: 197–207.
- Botta, J.R., (1995). *Evaluation of seafood freshness quality*. New York: VCH Publishers. p. 93.
- Chanarat, S., Benjakul, S., H-Kittikun, A. (2012). Comparative study on protein cross-linking and gel enhancing effect of microbial transglutaminase on surimi from different fish. *J. Sci. Food Agric.* 92(4): 844-852.
- Hashimoto, K., Watabe, S., Kono, M., Shiro, K. (1979). Muscle protein composition of sardine and mackerel. *Bull. Japanese Society Sci. Fish.* 45: 1435-1441.
- Hosseini-Shekarabi, S.P., Hosseini, S.E., Soltani, M., Kamali, A., Valinassab, T. (2015). Effect of heat treatment on the properties of surimi gel from black mouth croaker (*Atrubucca nibe*). *Int. Food Res. J.* 22(1): 363-371.

- Ismarsudi, Suryani, A., Kadarisman, D. (2011). Kajian Optimasi Produksi dan Strategi Pengembangan Usaha Produk Fish Jelly (Studi Kasus pada PT "XP" di Jakarta), 6(2): 93-98.
- Kamal, M., Hossain, M.I., Sakib, M.N., Shikha, F.H., Neazuddin, M., Bapary, M.A.J., Islam, M.N. (2005). Effect of salt concentration and cryoprotectants on gel-forming ability of surimi prepared from queen fish (*Chorinemus lysan*) during frozen storage. *Pakistan J. Biologic. Sci.* 8:793-797.
- Lanier, T.C., Lee, C.M. (1992). *Surimi Technology*. Marcel Dekker, New York. pp 167-179.
- Lanier, T. C. (2000). Surimi gelation chemistry. *In: Park, J. W. (Eds). Surimi and surimi seafood*, p. 237-265. Marcel Dekker: New York.
- Lanier, T.C., Yongsawatdigul, J., Carvajal-Rondanelli, P. (2014). Surimi Gelation Chemistry. *In: Park JW, editor. Surimi and surimi seafood*. 2nd ed. Boca Raton, Fla.: Taylor & Francis Group. p 101–39.
- Olgunoglu, I.A. (2017). Review on Omega-3 (n-3) Fatty Acids in Fish and Seafood. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 7(12): 37-45.
- Park J.W., Morrissey, M.T. (2000). Manufacturing of surimi from light muscle fish. *Dalam: Park JW (eds). Surimi and Surimi Seafood*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Park, J.W., Nozaki, H., Suzuki, T., Beliveau, J. (2014). Historical Review of Surimi Technology and Market Developments. *In: Park JW, editor. Surimi and surimi seafood*. 3th ed. Boca Raton, Fla.: Taylor & Francis Group. p 4–6.
- Raghavan, S., Kristinsson, H.G. (2007). Conformational and rheological changes in catfish myosin as affected by different acids during acid-induced unfolding and refolding. *J. Agric. Food Chem.* 55: 4144–4153.
- Sumiono, B., Hargiyatno, I.T. 2012. Hasil tangkapan sampingan pada pukat udang dan alternatif pemanfaatannya di Laut Arafura. *J. Kebijak. Perikan. Ind.*, 4(2), 85-91.
- Sun, X.D., Holley, R.A. (2011). Factors Influencing Gel Formation by Myofibrillar Proteins in Muscle Foods. *Comprehens. Rev. Food Sci. Food Saf.* 10: 33-51.
- Suzuki T. 1981. *Fish and Krill Protein in Processing Technology*. London: Applied Science Publishing, Ltd.
- Vareltzis, K. (2000). Fish proteins from unexploited and underdeveloped sources. *In: Doxastakis, G., Kiosseoglou, V., eds. Novel Macromolecules in Food Systems*. Amsterdam: Elsevier, pp. 133–159.
- Venugopal, V. (2009). Seafood proteins: functional properties and protein supplements. *In: Marine Products for Healthcare: Functional and Bioactive Nutraceutical Compounds from the Ocean*. Boca Raton: CRC Press, pp. 51–102.
- Xiong, Y.L., Brekke, C.J. (1991). Protein extractability and thermally induced gelation properties of myofibrils isolated from pre-rigor and post-rigor chicken muscles. *J. Food Sci.* 56:210–5.
- Zuraida, I., Raharjo, S., Hastuti, P., Indrati, R. 2017. Catfish (*Clarias gariepinus*): A Potential Alternative Raw Material for Surimi Production. *Pakistan Journal of Nutrition*. 16 (12): 928-934.

Zuraida, I., Raharjo, S., Hastuti, P., Indrati, R. 2018. Effect of Setting Condition on the Gel Properties of Surimi from Catfish (*Clarias gariepinus*). *J. Biol. Sci.*, 18 (5): 223-230.

## F. GLOSARIUM

- Denaturasi : Pengembangan rantai peptida atau modifikasi struktur sekunder, tersier dan kuartener dari molekul protein tanpa terjadinya pemutusan ikatan kovalen.
- Aktomiosin : Protein dalam otot yang terbentuk karena pautan dua protein aktin dan miosin dalam miofilamen, yang memendek bila dirangsang sehingga otot mengerut atau mengalami kontraksi.
- Suwari : Pre-inkubasi sol aktomiosin pada kisaran suhu 5-50°C sebelum pemanasan pada suhu tinggi.
- Modori : Penurunan kekuatan gel akibat aktivitas protease yang terjadi pada kisaran suhu 60-70°C.
- Kamaboko : Gel yang diperoleh melalui proses pemanasan surimi atau lumatan daging ikan.
- Krioprotektan : Senyawa yang penting ditambahkan dalam surimi, karena berfungsi sebagai pencegah denaturasi protein selama masa pembekuan atau penyimpanan beku, misalnya sukrosa dan sorbitol.

# **BAB X**

## **PENJAMINAN MUTU DAN STANDARDISASI PASCAPANEN PERIKANAN**

**Dr. BAGUS FAJAR PAMUNGKAS, S.Pi., M.Si**

*Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan- Universitas Mulawarman*

### **Kompetensi Dasar:**

Para peserta sekolah penyuluh mampu memahami arti penting dan karakteristik mutu ikan segar, teknik penanganan serta prinsip-prinsip pengendalian dan penjaminan mutu ikan pascapanen.

### **A. PENDAHULUAN**

Makanan diperlukan manusia untuk hidup, tumbuh sekaligus untuk memelihara kesehatan tubuh dengan baik. Oleh karena itu kualitas gizi suatu makanan menjadi sangat penting. Pentingnya nilai gizi pada ikan terutama adalah sebagai sumber penting protein berkualitas tinggi, sangat mudah dicerna dan sumber mineral penting yang dibutuhkan. Kualitas gizi ikan dan produk-produknya dipengaruhi oleh jenis ikan yang dikonsumsi, cara penanganan, cara pengolahan (termasuk cara memasak di rumah), musim panen, dan jenis kelamin.

Ikan adalah salah satu produk makanan yang paling lezat namun mudah pula mengalami pembusukan dari semua jenis makanan. Apabila daging sapi justru makin baik kualitasnya saat proses *aging* setelah disembelih, ikan justru tidak pernah terasa sebagus setelah dipanen dari habitatnya di air. Anda harus melakukan upaya terus menerus (berkelanjutan) untuk mempertahankan kesegaran ikan pascapanen sejak saat ditangkap atau dipanen atau dibeli hingga saat mau diolah atau dimakan.

Penanganan ikan segar atau pascapanen merupakan salah satu bagian penting dari mata rantai industri perikanan. Teknik penanganan pascapanen berkorelasi positif dengan kualitas ikan dan hasil perikanan yang diperoleh. Semakin baik teknik penanganannya maka makin bagus kualitas ikan, dan semakin tinggi pula nilai jual ikan tersebut.

### **B. URAIAN MATERI**

#### **1. Kualitas Ikan Segar**

##### **a. Apa itu Kualitas Ikan Segar?**

Istilah kesegaran pada ikan menunjukkan bahwa definisi istilah ini ditentukan dalam hal waktu (misalnya, waktu sejak ikan dipanen, dikirim ke TPI/pasar, dll.), bagaimana ikan akan diolah (misalnya: sebelum dikalengkan, dimasak, diawetkan, dan dibekukan), dan karakteristik ikan (misalnya penampilan, bau, rasa, dan tekstur). Perubahan karakteristik ini dapat disebabkan oleh kombinasi proses yang berbeda (misalnya: biologi, kimia, mikrobiologi, dan/atau fisik). Namun kesegaran sebaiknya tidak sekedar memahami dari definisinya saja, tanpa memahami bagaimana ikan harus ditangani dan/atau disimpan, dapat sangat membingungkan pembeli atau pengguna karena cara penanganan dan/atau penyimpanan ikan tertentu dapat sangat mempengaruhi penerimaan barang tersebut. Akibatnya kegunaan praktis dari istilah "segar" ketika didefinisikan dari istilahnya saja, seringkali terbatas. Demikian pula sebaliknya bila kesegaran didefinisikan hanya dalam hal bagaimana ikan ditangani dan/atau diolah juga akan dapat membingungkan pembeli atau pengguna. Ikan yang

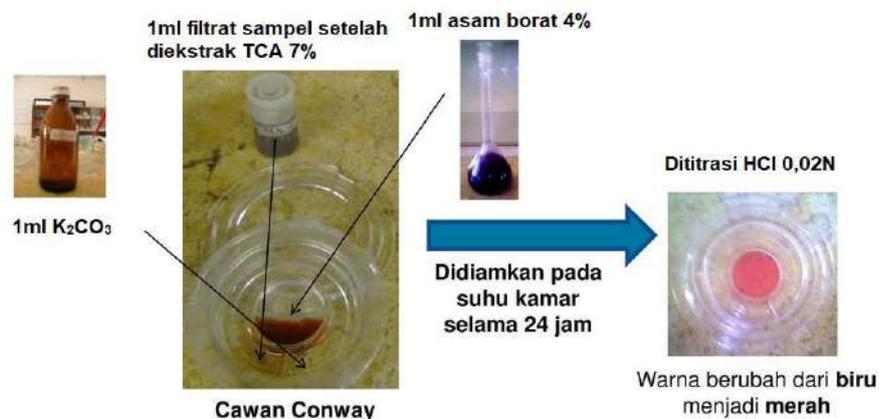
disimpan dalam es selama 10 hari akan diklasifikasikan "segar", dengan konotasi yang sesuai. Sebaliknya, ikan yang berdarah, dimatikan, dicuci, dan diberi es segera setelah dibawa ke kapal penangkap ikan, tetapi dibekukan segera setelah mengalami rigor mortis, akan diklasifikasikan sebagai "tidak segar" dengan konotasi yang berlawanan. Oleh karena itu "kesegaran" yang didefinisikan dalam istilah karakteristik spesifik (penampilan, bau, rasa, dan tekstur) biasanya jauh lebih konsisten dan tidak membingungkan.

Istilah "kualitas" didefinisikan sebagai sesuatu yang melibatkan tingkat keunggulan atribut, karakteristik, dan fitur. Oleh karena itu "kualitas kesegaran" telah didefinisikan sebagai tingkat keunggulan di mana ikan memenuhi karakteristik mengenai penampilan, rasa, bau, dan/atau tekstur yang biasanya diasosiasikan "yang terbaik" oleh pembeli, konsumen, dan lembaga otoritas pengatur pada ikan pascapanen. Oleh karena itu untuk melakukan pengukuran kualitas kesegaran, harus mengidentifikasi secara tertulis karakteristik (penampilan, rasa, bau, tekstur) yang diharapkan oleh pengolah maupun konsumen. Sejumlah metode untuk menentukan kualitas ikan segar secara obyektif telah diupayakan. Metode yang digunakan melibatkan prinsip analisis secara kimiawi, prinsip dan instrumen fisika, serta prosedur dan teknik evaluasi secara sensorik untuk menilai sampai dimana tingkat kesegaran dari sampel ikan yang dinilai.

## b. Penentuan Kualitas Ikan Segar Secara Kimiawi

Metode kimiawi dalam menentukan kualitas kesegaran ikan melibatkan analisis kimia sampel untuk menentukan konsentrasi bahan kimia tertentu dalam sampel. Konsentrasi yang diamati ini dibandingkan dengan tingkat atribut sensorik tertentu yang sesuai dengan kondisi kualitas ikan segar. Metode kimia untuk mengukur kualitas kesegaran adalah metode objektif yang dianggap lebih unggul karena sedikitnya variabel dibandingkan metode yang melibatkan evaluasi sensorik, namun tidak berarti bahwa metode kimia lebih akurat. Beberapa metode kimiawi yang digunakan dalam menentukan kualitas kesegaran ikan antara lain:

- 1) Total volatile basic nitrogen (TVBN)
- 2) Trimethylamine (TMA), dimethylamines (DMA) dan Formaldehyde contents
- 3) K-value dari produk turunan nukleotida
- 4) Kadar Amoniak
- 5) Biogenic amines
- 6) Kadar Ethanol
- 7) Indole
- 8) TBA, malonaldehyde content, peroxide value & anisidine Value



Gambar 1. Analisis Total Volatile Basic Nitrogen (TVBN) dengan metode Conway

### c. Penentuan Kualitas Ikan Segar Secara Fisikawi

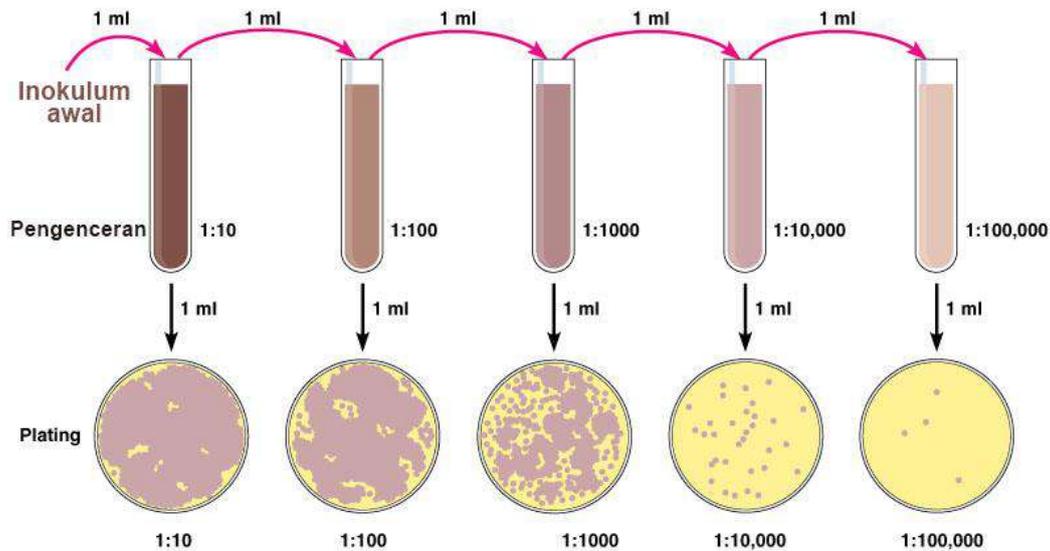
Beberapa dekade terakhir ini para ahli mencoba untuk mengembangkan alat yang dapat mendeteksi kesegaran ikan atau tingkat kebusukan ikan. Alat yang telah dikembangkan untuk penentuan kesegaran ikan secara fisik salah satunya adalah Torry Fish Freshness Meter atau lebih dikenal dengan Torry Meter. Alat ini cocok digunakan untuk penentuan tingkat kesegaran ikan di lapang. Nilai pengukuran yang tertera secara digital pada alat tersebut adalah pada selang 1–19. Jarang nilai pengukuran melewati 16, nilai pengukuran yang lebih tinggi menunjukkan kualitas ikan yang lebih baik. Perubahan-perubahan yang disebabkan oleh aktivitas enzim dan mikroorganismenya terhadap protein dan membran sel menurunkan nilai hasil pengukuran akibat kerusakan ikan. Namun, alat ini dianggap memiliki kelemahan, terutama biasanya cukup besar saat mengamati kondisi ikan yang telah rusak secara fisik dan memar, serta ikan berlemak. Pengukuran terhadap ikan utuh yang masih berkulit dan ikan yang telah dikuliti juga akan menghasilkan nilai pengukuran yang berbeda, walaupun sebenarnya tingkat kesegaran ikannya sama.



Gambar 1. Alat ukur kesegaran ikan TORRY Fish Freshness Meter

### d. Penentuan Kualitas Ikan Segar Secara Mikrobiologis

Penilaian Mikrobiologis kualitas ikan segar maupun tingkat pembusukannya dapat diperkirakan dengan menentukan jumlah total bakteri yang ada pada ikan. Aktivitas mikrobiologis merupakan salah satu penyebab utama pembusukan pada ikan. Oleh karena itu, hasil penentuan jumlah bakteri secara langsung menunjukkan indeks kesegaran ikan. Penentuan ini biasanya menggunakan metode *total plate count* (TPC), yaitu dengan menumbuhkan bakteri dari sampel uji pada nutrient agar (NA) kemudian diinkubasi selama 2–3 hari. Namun, analisis yang memakan waktu seperti metode ini kurang sesuai bila ditujukan untuk penentuan mutu kesegaran secara cepat. Penentuan jumlah bakteri seringnya dilakukan pada suhu 35–37°C, walaupun diketahui bahwa mikroflora penyebab pembusukan ikan adalah bakteri psikrofilik.



Gambar 3. Analisis mikrobiologi menggunakan metode *total plate count* (TPC)

#### e. Penentuan Kualitas Ikan Segar Secara Sensori (Organoleptik)

Metode penilaian secara organoleptik atau sensoris merupakan penilaian subjektif yang dilakukan secara individu. Walaupun demikian, penilaian secara organoleptik ini dianggap cukup andal dalam menentukan kualitas ikan segar karena mudah dilakukan juga oleh konsumen, tidak memerlukan peralatan canggih dan bahan khusus, serta hasilnya cepat diperoleh. Meskipun penilaian dilakukan oleh individu-individu yang subjektif, namun hasil penilaian diharapkan dapat akurat dan konsisten. Oleh karena itu dikembangkanlah kriteria-kriteria organoleptik mengenai ciri-ciri ikan segar, dan individu yang melakukan penilaian harus dipilih dan dilatih untuk dapat menilai kualitas ikan segar secara obyektif.

Pada prinsipnya, setiap orang dapat melakukan penilaian organoleptik terhadap kesegaran ikan karena sebenarnya tidak sulit mempraktikkannya sehingga siapa pun dapat melakukan penilaian asalkan telah mengetahui ciri-ciri ikan yang memiliki tingkat kesegaran tinggi atau ikan yang telah busuk. Cara yang paling mudah adalah pengamatan visual terhadap penampilan ikan. Caranya hampir mirip dengan mengecek keaslian uang, yaitu dilihat, diraba, ditekan, dan dicium.

Langkah awal adalah melakukan pengamatan langsung dengan melihat dan mengamati penampilan ikan secara menyeluruh terutama penampilan fisik, mata, insang, dan ada tidaknya lendir. Langkah berikutnya adalah dengan meraba ikan untuk mengamati kondisi ikan terutama adanya lendir, kelenturan ikan dan lainnya. Selanjutnya dengan menekan daging ikan untuk menilai teksturnya. Langkah terakhir adalah dengan mencium bau ikan.

Ikan yang masih segar menunjukkan penampilan yang menarik dan mendekati kondisi ikan yang baru mati dengan tanda-tanda seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Ikan tampak cemerlang dan mengkilap keperakan sesuai jenis. Permukaan tubuh tidak berlendir atau berlendir tipis dengan lendir bening dan encer. Sisik tidak mudah lepas, perut padat dan utuh, sedangkan lubang anus tertutup. Mata ikan cembung, cerah dan putih jernih, serta tidak berdarah dengan warna pupil hitam. Insang masih tampak berwarna merah cerah dan tidak berlendir jika berlendir, lendir tersebut sedikit, tipis dan bening. Ikan masih lentur atau kaku dengan tekstur daging pejal, lentur, dan jika ditekan cepat pulih seperti semula. Bau segar atau sedikit agak amis. Jika kondisi semacam ini masih dapat dikenali dengan baik maka ikan dapat dikategorikan sebagai ikan yang

masih segar dan bermutu tinggi, tetapi jika tidak maka ikan diduga kesegarannya sudah menurun.

Pada penilaian organoleptik di laboratorium yang biasanya memerlukan persyaratan-persyaratan tertentu dan ditujukan untuk kegiatan penelitian, penilaian dengan angka atau sistem ranking mungkin digunakan untuk menilai kesegaran ikan yang hasilnya dapat dinyatakan secara sederhana dalam bentuk angka yang merefleksikan tingkat kesegaran ikan atau dinyatakan secara deskriptif, serta dinyatakan dalam bentuk pernyataan segar dan busuk, lulus dan tidak lulus atau diterima dan ditolak. Untuk ini diperlukan lembar penilaian yang tepat dan mudah dipahami oleh panelis. Dalam hal ini, ketepatan hasil penilaian sangat tergantung kepada kepekaan dan pengalaman panelis yang melakukan penilaian.

Tabel 1. Tanda-tanda Ikan Segar Bermutu Tinggi

No	Parameter	Tanda-Tanda
1.	Penampakan	Ikan cemerlang mengkilap sesuai jenis, badan ikan utuh, tidak patah, tidak rusak fisik, bagian perut masih utuh dan liat, serta lubang anus tertutup.
2.	Mata	Mata cerah (terang), selaput mata jernih, pupil hitam dan menonjol.
3.	Bau	Bau segar spesifik jenis atau sedikit berbau amis yang lembut.
4.	Insang	Insang berwarna merah cemerlang atau sedikit kecokelatan, tidak ada atau sedikit lendir.
5.	Lendir	Selaput lendir di permukaan tubuh tipis, encer, bening, mengkilap cerah, tidak lengket, berbau sedikit amis, dan tidak berbau busuk.
6.	Tekstur dan daging	Ikan kaku atau masih lemas dengan daging pejal jika ditekan dengan jari besarnya cepat pulih kembali. Sisik tidak mudah lepas. Jika daging disayat, tampak jaringan antardaging masih kuat dan kompak, sayatan cemerlang dengan menampilkan warna daging ikan asli.

Sumber: Wibowo dan Yunizal (1998).

## 2. Teknik Penanganan Ikan Pascapanen

Ikan diketahui sebagai bahan pangan yang memiliki kandungan gizi tinggi dan sangat bermanfaat bagi pertumbuhan dan kesehatan manusia. Oleh karena itu, inovasi teknologi terus dikembangkan dalam upaya mengambil manfaat dari keunggulan ikan tersebut secara maksimal. Paling tidak produk yang sampai ke konsumen harus dalam keadaan layak dan aman untuk dikonsumsi.

Ikan dapat dipasarkan dalam bentuk hidup, segar dan olahan. Berdasarkan mutu kesegarannya, ikan hidup atau ikan yang baru mati merupakan produk yang dianggap memiliki kondisi paling segar sehingga kesegaran ikan diukur dengan membandingkan tingkat perbedaan antara kondisi ikan yang diamati dengan ikan hidup atau ikan yang baru mati. Apabila tingkat perbedaan kesegarannya makin jauh, dapat dikatakan ikan tidak segar lagi atau telah dianggap busuk. Hal ini perlu diperhatikan mengingat ikan adalah benda biologis yang termasuk ke dalam komoditas yang mudah dan cepat rusak karena proses pembusukan atau dikenal dengan istilah *highly perishable food*, terutama pada kondisi iklim tropis dengan suhu dan kelembaban yang tinggi seperti Indonesia. Ikan yang telah busuk bukan hanya tidak layak dikonsumsi karena penampakan, bau, dan rasa yang tidak dikehendaki, tetapi kemungkinan juga telah mengandung senyawa-senyawa berbahaya apabila nantinya dikonsumsi.

Penyebab ikan menjadi tidak aman untuk dikonsumsi tidak hanya berasal dari dalam tubuh ikan itu sendiri, tetapi juga pengaruh dari luar tubuh ikan yang bahkan mungkin lebih berbahaya, misalnya kontaminasi. Kontaminasi dapat terjadi selama masa produksi (budidaya), penanganan, pengolahan, pengemasan, penyimpanan, dan pemasaran. Penggunaan formalin selama penanganan dan pengolahan yang ditujukan untuk mengawetkan ikan dan produk olahannya telah menyebabkan produk menjadi berbahaya bagi kesehatan konsumen. Kondisi sanitasi dan higienis yang tidak memadai pada fasilitas penanganan, pengolahan, dan pemasaran dapat menyebabkan produk terkontaminasi mikroorganisme dan bahan kimia yang mengakibatkan produk tidak layak untuk dikonsumsi. Kontaminasi mikroorganisme patogen, apalagi telah mencapai tahap produksi toksin membuat produk menjadi ancaman bagi kesehatan konsumen, bahkan mungkin juga ancaman kematian.

Pembusukan ikan adalah proses satu arah (*one way process*), artinya ikan akan terus mengalami penurunan kesegaran menuju busuk tanpa mampu dikembalikan kembali kondisinya seperti sedia kala. Selama proses pembusukan, ikan akan mengalami kemerosotan mutu dan bahkan menjadikan ikan tidak layak dikonsumsi. Tujuan dari penanganan ikan yang baik adalah untuk memperlambat proses pembusukan sehingga ikan dapat memenuhi persyaratan yang diinginkan konsumen, terutama kesegarannya. Kunci penting yang perlu diperhatikan di dalam penanganan produk perikanan adalah sebagai berikut:

- a. Menghindarkan dari kondisi-kondisi yang mungkin merangsang pembusukan ikan.
- b. Kapan pun apabila memungkinkan, lakukan prosedur-prosedur yang dapat memperlambat pembusukan.
- c. Menghindarkan atau meminimalkan kontaminasi ikan dari penyebab-penyebab pembusukan.
- d. Memindahkan ikan tanpa ada penundaan pada setiap tahap proses dan pantau waktu yang diperlukan pada setiap tahap.

Aktivitas enzim yang ada di bagian isi perut dan bakteri yang ada pada permukaan ikan sangat berhubungan erat dengan suhu. Begitu juga laju pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh suhu. Keduanya dapat bekerja dengan baik pada suhu yang sesuai dengan aktivitasnya, biasanya pada suhu yang sedikit hangat sekitar 28-37°C. Oleh karena itu, sepanjang dapat dilakukan, hindarkan terjadinya penghangatan tubuh ikan, seperti membiarkan ikan di bawah terik sinar matahari. Dengan demikian, kelalaian membuat suhu ikan menjadi dingin setelah pemanenan akan berakibat fatal pada tahap selanjutnya. Penurunan suhu mungkin memperpanjang fase lag dari pertumbuhan mikroba. Penurunan suhu sebesar 5°C dapat menurunkan kecepatan pembusukan sebesar dua kali lipat (lihat Tabel 2). Penurunan kecepatan pembusukan dapat juga dilakukan dengan membuang isi perut dan insang, tetapi cara ini tidak dikehendaki untuk dilakukan jika konsumen menginginkan membeli ikan utuh, atau jika isi perut dan insang jatuh mengotori ikan lainnya dan atau jika pembuangan isi perut dan insang tidak efisien. Apabila isi perut telah diambil, secepatnya rongga perut dicuci untuk menghilangkan sisa-sisa isi perut dan jauhkan isi perut dari ikan lainnya.

Tabel 2. Pengaruh penurunan suhu terhadap pembusukan

Penurunan suhu (°C)	Kecepatan pembusukan	Perpanjangan umur simpan
0	100	-
5	50	2 kali
10	25	4 kali
15	12,5	8 kali
20	6,25	16 kali

Sumber: Clucas dan Ward

Pada kondisi normal, enzim dan bakteri memerlukan waktu untuk berpenetrasi ke dalam tubuh ikan. Oleh karenanya proses ini diupayakan untuk dihambat dengan penanganan yang benar, misalnya menghindari tindakan menginjak atau melempar ikan yang menyebabkan terjadinya memar, sobek kulit, dan pecah perut. Jangan susun ikan atau campuran ikan dan es dengan susunan yang terlalu tinggi untuk menghindarkan adanya ikan tergencet. Jika ikan ditempatkan pada peti ikan (*cool box*) jangan mengisinya secara berlebihan atau melebihi kapasitas.

Ikan akan busuk dengan cepat bila terkontaminasi oleh mikroorganisme atau enzim dari ikan yang telah busuk. Pisahkan ikan yang perutnya telah lunak atau pecah untuk menghindarkan kejadian tersebut. Usahakan untuk menempatkan ikan hasil tangkapan berdasarkan waktu penangkapan karena masing-masing memiliki tingkat kemunduran kesegaran yang berbeda untuk menghindarkan saling mengontaminasi antarmereka. Selain itu, usahakan untuk memisahkan ikan berukuran kecil dari ikan berukuran lebih besar karena ikan berukuran kecil cenderung membusuk lebih cepat.

Tempat, wadah dan peralatan lainnya yang kontak langsung dengan ikan harus dicuci bersih setelah penangkapan atau panen, termasuk wadah penyimpanan es yang memungkinkan bakteri tumbuh secara cepat. Peti atau box yang digunakan untuk pembongkaran ikan juga harus dicuci bersih setiap setelah digunakan. Upaya menghindarkan terjadinya kontaminasi langsung, antara lain dengan meletakkan ikan di atas tanah atau lantai. Meja tempat menjajakan ikan harus sering dibersihkan untuk mengurangi risiko kontaminasi. Mengingat kontaminasi sangat berpengaruh terhadap ikan selama proses penanganan, selayaknya pihak-pihak atau individu-individu yang terlibat pada kegiatan penanganan ikan, mulai saat penangkapan/pemanenan sampai pemasaran memahami tentang standar sanitasi dan higiene yang baik.

### 3. Prinsip-Prinsip Pengendalian dan Penjaminan Mutu Ikan Pascapanen

Mutu dari produk perikanan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik internal maupun eksternal. Faktor internal adalah faktor yang berasal dari produk perikanan itu sendiri, yaitu jenis kelamin, ukuran, spesies, dan masa memijah. Faktor eksternal berasal dari lingkungannya, seperti jarak yang harus di tempuh hingga ke tempat konsumen, pakan yang diberikan, lokasi penangkapan atau budidaya, keberadaan organisme parasit, kandungan senyawa beracun, atau kandungan polutan.

Segera setelah dipanen atau ditangkap, produk perikanan akan mengalami serangkaian proses perombakan yang mengarah ke penurunan mutu. Proses perombakan yang terjadi pada ikan dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu tahap pre rigor, rigor dan post rigor mortis. Pre rigor adalah tahap dimana mutu dan kesegaran ikan sama seperti ketika masih hidup. Rigor mortis adalah tahap dimana produk perikanan memiliki kesegaran dan mutu seperti ketika masih hidup, namun kondisi tubuhnya secara bertahap menjadi kaku. Hingga tahap rigor mortis, ikan dapat dikatakan masih segar. Namun memasuki tahap post rigor mortis, proses pembusukan daging ikan telah dimulai. Ada tiga faktor yang mempengaruhi penurunan mutu produk perikanan, yaitu kerusakan fisik, mikrobiologi dan Kimia.

Kerusakan fisik yang dialami produk perikanan dapat disebabkan oleh perlakuan fisik, seperti terbanting, tergecet, atau terluka. Perlakuan tersebut dapat menyebabkan terjadinya memar, luka, dan adanya benda asing. Memar dan luka yang dialami oleh produk perikanan bisa disebabkan karena dipukul, terbanting atau tergecet. Ikan yang meronta sesaat sebelum mati atau pedagang yang membanting ikan yang masih hidup agar segera mati akan menyebabkan ikan mengalami memar. Semua upaya mematkan ikan dimaksudkan agar ikan menjadi mudah untuk disiangi. Produk perikanan yang memar akan mudah mengalami proses pembusukan. Rusaknya jaringan di bagian yang memar akan menyebabkan peningkatan aktivitas enzim proteolitik. Pada ikan, bagian yang memar cenderung menjadi lunak dan kemerahan. Benda asing dapat menjadi bahaya fisik yang berasal dari luar dan tidak normal ditemukan dalam produk perikanan yang secara potensial dapat menyebabkan kerugian bagi konsumen yang secara tidak sengaja memakannya. Keberadaan bahaya fisik ini perlu ditelusuri karena dapat menyebabkan bahaya bagi konsumen.

Penurunan kandungan senyawa kimia pada produk perikanan dapat terjadi karena masih aktivitas enzim setelah ikan mati atau yang dikenal sebagai autolisis. Autolisis adalah proses perombakan sendiri, yaitu proses perombakan jaringan oleh enzim yang berasal dari produk perikanan tersebut. Ikan yang mengalami autolisis memiliki tekstur tubuh yang tidak elastis, sehingga apabila daging tubuhnya ditekan dengan jari akan membutuhkan waktu relatif lama untuk kembali kekeadaan semula. Bila proses autolisis sudah berlangsung lebih lanjut, maka daging yang ditekan tidak pernah kembali ke posisi semula.

Kerusakan mikrobiologi pada produk perikanan dapat disebabkan oleh aktivitas mikroba patogen dan pembusuk, baik berupa bakteri, virus, jamur, khamir ataupun protozoa. Tubuh ikan mengandung banyak mikroba, terutama di bagian permukaan kulit, insang, dan saluran pencernaan. Ikan yang tertangkap dalam keadaan perutnya kenyang, maka disaluran pencernaan banyak mengandung enzim pencernaan. Enzim tersebut merupakan gabungan dari enzim yang berasal dari produk perikanan atau mikroba yang hidup disekelilingnya. Apabila tidak segera disiangi, enzim ini akan mencerna dan merusak jaringan daging yang ada di sekitarnya, terutama di bagian dinding perut. Peristiwa pecahnya dinding perut ikan yang disebabkan aktivitas enzim dikenal dengan sebutan *burst belly*.

#### **a. Penerapan Total Quality Management (TQM)**

Untuk menghasilkan produk perikanan yang bermutu tinggi, pemerintah telah menerapkan konsep TQM atau dikenal dalam istilah Bahasa Indonesia adalah Manajemen Mutu Terpadu (MMT) untuk berbagai industri. Landasan hukum yang mendasari penerapan TQM di setiap industri berbeda. Misalnya, landasan hukum penerapan MMT dalam bidang industri perikanan adalah : (a) landasan hukum internasional yang meliputi Code of Conduct for Responsible Fisheries (CODEX), HACCP Regulation US-FDA, Own Check UE-HACCP, dan HACCP plus-Canada; dan (b) landasan hukum nasional yaitu Undang Undang Perikanan RI No. 45 Tahun 2009 dan turunan peraturan di bawahnya.

Untuk memenangkan persaingan dalam era perdagangan bebas diperlukan bahan atau produk perikanan yang bermutu. Banyak bahan dan produk perikanan yang belum memenuhi standar mutu seperti Standar Nasional Indonesia (SNI) ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional Indonesia. Sebagian besar produsen produk perikanan ternyata masih belum menjadikan mutu sebagai orientasi. Hal ini dapat terjadi karena modalnya relatif kecil, rendahnya tingkat pengetahuan, dan tuntutan masyarakat. Sebagian besar produsen produk perikanan masih belum menjadikan mutu sebagai tujuan akhir. Hal ini dapat dimengerti karena modal yang dimiliki relatif kecil, rendahnya tingkat pengetahuan, dan rendahnya tuntutan masyarakat. Rendahnya tuntutan dari

masyarakat akan mutu telah ber-pengaruh terhadap rendahnya orientasi mutu dari produsen. Sebagian besar produsen produk perikanan adalah *home industry* (industri skala rumah tangga) yang memiliki modal terbatas sehingga perlu menerapkan skala prioritas. Berdasarkan TQM, bagi produsen yang berskala industri rumah tangga diwajibkan untuk menerapkan *good manufacturing practices* (GMP) secara benar di setiap proses produksinya. Dengan demikian diharapkan kualitas produk perikanan yang dihasilkan memiliki daya tarik dan daya saing lebih baik.

Kondisi industri di Indonesia masih sangat beragam, baik dari teknologi yang digunakan maupun skala usahanya. Berdasarkan keragaman tersebut, penerapan TQM pada industri perikanan perlu dilakukan secara bertahap. Pada dasarnya, TQM merupakan gabungan dari dua kegiatan utama, yaitu kelayakan dasar dan hazard analysis and critical control point (HACCP). Penerapan HACCP dalam pelaksanaan TQM dapat dilakukan apabila produsen tersebut sudah melaksanakan kelayakan dasar secara baik. Kelayakan dasar yang dimaksud adalah *good manufacturing practices* (GMP) atau cara memproduksi yang baik dan *standard sanitation operational procedure* (SSOP).

### **b. Good Manufacturing Practices (GMP)**

Good Manufacturing Practice (GMP) adalah cara berproduksi yang baik dan benar untuk menghasilkan produk yang memenuhi persyaratan mutu dan keamanan. GMP termasuk kelayakan dasar yang harus dapat dilaksanakan secara baik sebelum dapat menerapkan HACCP. Adapun ruang lingkup GMP meliputi kegiatan disaat pra panen, pemanenan atau penangkapan, penanganan awal, cara pengangkutan ke tempat konsumen, cara penanganan bahan baku dan cara pengolahan menjadi produk akhir, cara pengemasan, cara penyimpanan, cara distribusi, dan cara pemasaran produk, serta cara pengendalian kondisi lingkungan.

Tujuan utama penerapan GMP adalah menghasilkan produk perikanan sesuai dengan standar mutu dan memberikan jaminan keamanan pangan. Untuk mencapai tujuan tersebut, semua tahapan dalam kegiatan produksi harus dilaksanakan secara baik dan benar, berdasarkan prinsip GMP. Pelaksanaan GMP yang benar perlu dilandaskan dengan ilmu pengetahuan dan standar yang telah ditetapkan. Ilmu pengetahuan diperlukan agar proses penanganan dan pengolahan produk menjadi produk perikanan dapat dilakukan dengan benar. Standar diperlukan dalam menentukan apakah hasil pekerjaan sudah baik. Indonesia telah memiliki standar yang dapat digunakan, yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI). Prinsip GMP atau praktek produksi yang baik ada empat, yaitu :

1. Cepat.  
Produk perikanan perlu sesegera mungkin ditangani atau diolah, karena cepat mengalami proses pembusukan. Proses penanganan dan pengolahan harus dilakukan sesegera mungkin pada produk perikanan agar dapat menghambat penurunan mutunya.
2. Cermat.  
Penanganan dan pengolahan bahan baku dan produk olahan perikanan harus dilaksanakan secara cermat. Hindari cara penanganan dan pengolahan yang dapat menyebabkan bahan atau produk perikanan mengalami penurunan mutu.
3. Bersih.  
Penanganan dan pengolahan produk perikanan ditujukan untuk menghambat aktivitas mikroba atau enzim pembusuk. Tujuan tersebut akan tercapai apabila penanganan dan pengolahan dilakukan dalam lingkungan yang bersih. Sebagai contoh pencucian produk perikanan dapat mengurangi keberadaan mikroba merugikan hingga 90 persen.

#### 4. Dingin.

Temperatur tinggi dapat mempercepat proses biokimia dan aktivitas mikroba pada produk perikanan, sebaliknya penurunan suhu akan menghambat aktivitas keduanya. Dengan demikian, kegiatan penanganan sebaiknya dilakukan pada lingkungan yang memiliki suhu rendah.

Ada tiga komponen GMP yang harus diperhatikan agar dapat menghasilkan produk yang memenuhi standar mutu dan jaminan keamanan, yaitu : 1) bahan baku yang bermutu baik; 2) lingkungan kerja yang terkontrol; dan 3) cara pengolahan yang cermat.

Bahan baku yang bermutu baik akan menghasilkan produk akhir yang baik pula. Penilaian terhadap bahan baku dapat didasari dengan penilaian secara fisik, kimiawi, dan mikroorganisme. Beberapa kriteria penilaian bahan baku antara lain: darimana bahan baku berasal ?; bagaimana cara panennya ?; bagaimana cara penanganan awalnya ?; dan bagaimana cara penanganan selama pengangkutan ? Informasi mengenai sumber asal dari bahan baku sangat menentukan mutunya.

Lingkungan tempat penanganan dan pengolahan harus terkontrol agar dapat menghambat penurunan kualitas, sehingga dihasilkan produk perikanan dengan mutu terjamin. Pengontrolan lingkungan harus dilakukan secara cermat dan terus menerus terhadap sanitasi lingkungan, bahan dan peralatan yang digunakan, suhu lingkungan, dan pekerja yang terlibat. Sanitasi lingkungan dapat menjadi sumber mikroba yang dapat mencemari produk perikanan. Pengontrolan sanitasi lingkungan harus dilaksanakan sesuai prosedur operasional sanitas standar (SSOP) yang telah ditentukan. Bahan dan peralatan yang digunakan dalam proses produksi sebaiknya steril sehingga tidak menimbulkan rekontaminasi pada produk perikanan yang dihasilkan. Proses sterilisasi peralatan sebaiknya dilakukan setelah peralatan tersebut digunakan sehingga dapat langsung digunakan pada saat pengolahan berikutnya.

Pengolahan bahan baku yang dilakukan secara cermat akan menghasilkan produk bermutu baik. Cara penanganan dan proses pengolahan bahan baku, penanganan, distribusi, dan pemasaran produk perikanan berpengaruh terhadap mutu produk perikanan yang dipasarkan. Cara penanganan bahan baku yang baik akan menghasilkan produk perikanan bermutu. Bahan baku harus dicuci untuk menghilangkan mikroba dan kotoran yang mungkin meningkat selama pengangkutan.

Jenis produk perikanan yang dapat dihasilkan sangat beragam, tergantung dari bahan baku dan proses pengolahannya. Masing-masing produk memiliki alur proses yang khas. Produk sejenis belum tentu memiliki alur proses yang sama. Hal ini tergantung dari kebiasaan pengolahannya atau ciri khas setempat. Alur proses adalah rangkaian kegiatan yang dilakukan untuk menghasilkan produk perikanan, sejak dari pengadaan bahan baku hingga produk akhir dihasilkan. Dari alur proses yang ada dapat ditentukan apa tujuan yang hendak dicapai oleh masing-masing kegiatan dan bagaimana metode yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut. Tujuan dari alur proses dapat dibagi menjadi dua, yaitu bagaimana memperoleh bahan baku bermutu baik dan bagaimana proses pengolahannya agar menghasilkan produk yang bermutu dan aman dikonsumsi.

Bahan baku bermutu baik dapat diperoleh dengan cara mengurangi atau menghilangkan penyebab penurunan mutu. Penurunan mutu produk perikanan dapat terjadi secara kimia, mikrobiologi, dan fisik. Semua langkah yang tercantum dalam alur proses, tujuan dan metode yang digunakan harus tercatat dalam lembaran analisis proses produksi baik mengikuti prinsip GMP seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3. Hal ini dimaksudkan agar mutu produk perikanan yang dihasilkan selalu konsisten sesuai standar yang ditetapkan baik saat produksi ssaat ini maupun di masa mendatang.

Tabel 3. Lembar analisis penanganan dan produksi hasil perikanan yang baik

No	Alur Proses	Tujuan	Prosedur atau metode yang digunakan
1.	Penerimaan bahan baku	Mendapatkan bahan baku sesuai persyaratan, bebas bakteri pembusuk dan patogen	Uji organoleptik, sampling, penanganan cepat dan cermat, lingkungan bersih dan dingin
2.	Pencucian (pertama)	Membersihkan, menghilangkan kotoran dan cemaran bahan baku	Dicuci dengan air mengalir, bersih, dan dingin (0-5°C)
3.	Sortasi bahan baku	Mendapatkan bahan baku ikan dengan jenis, ukuran dan mutu yang seragam	Pisahkan ikan berdasarkan keseragaman jenis, ukuran dan mutu. Menggunakan pedoman dan standar sortasi yang telah ditetapkan
4.	Penyiangan bahan baku	Membuang sumber penyebab kemunduran mutu	Dicuci dalam air mengalir, bersih, dan dingin (0-5°C)
5.	Pencucian (kedua)	Membuang sisa sumber penyebab kemunduran mutu dan kotoran lainnya	Dicuci dalam air mengalir, bersih, dan dingin (0-5°C)
6.	Penirisan	Membuang sisa air pencucian dari bagian daging ikan	Disimpan pada alat peniris dan diletakan pada ruang dingin yang memiliki aliran udara
7.	Pendinginan	Menurunkan suhu tubuh ikan untuk menghambat atau menghentikan aktivitas mikroba pembusuk dan enzim	Menurunkan suhu ikan hingga mencapai 4°C
8.	Pengemasan	Mencegah terjadinya kontaminasi silang	Ikan disimpan pada piring styrofoam dan kemudian dikemas dengan cling wrap.
9.	Pelabelan	Memberikan informasi kepada konsumen	Kemasan diberi label sesuai dengan jenis produk

### c. Standard Sanitation Operational Procedure (SSOP)

SSOP adalah suatu prosedur standar operasi sanitasi yang harus dipenuhi oleh produsen untuk mencegah terjadinya kontaminasi terhadap produk perikanan. Kontaminasi dapat didefinisikan sebagai pencemaran yang disebabkan oleh unsur dari luar, baik berupa benda asing maupun makhluk asing. Makhluk hidup yang sering menyebabkan pencemaran adalah mikroba, protozoa, cacing, serangga, dan tikus. Kontaminasi produk perikanan dapat terjadi sebelum produk perikanan dipanen atau ditangkap. Setelah produk perikanan dipanen atau ditangkap, proses kontaminasi dapat berlangsung disetiap tahapan penanganan, pengolahan hingga produk perikanan dikonsumsi oleh konsumen. Kontaminasi produk perikanan dapat terjadi karena produk perikanan merupakan media yang baik bagi mikroba. Sebagian besar unsur yang terdapat di dalam produk perikanan merupakan unsur yang dibutuhkan oleh mikroba untuk tumbuh dan berkembang. Kontaminasi juga dapat terjadi karena produk perikanan bersentuhan dengan sumber kontaminasi yang ada pada tubuh ikan. Selama penanganan, bagian daging yang bersinggungan dengan saluran pencernaan atau kulit

akan mengalami kontaminasi karena keduanya merupakan sumber pencemar. Kulit dan saluran pencernaan merupakan sumber utama mikroba. Akibat yang timbulkan oleh terjadinya kontaminasi adalah produk perikanan menjadi tidak layak untuk dikonsumsi, masa simpan menjadi terbatas, dan mengalami susut bobot, mutu, kesehatan, ekonomis, maupun sosial. Untuk mencegah terjadinya kerugian tersebut di atas, sebaiknya pemilihan produk perikanan harus memperhatikan tingkat kesegaran, lokasi tempat asal bahan baku perikanan, dan menghindari pemilihan produk perikanan yang beracun atau tercemar. Dalam hal mencegah pencemaran produk perikanan, produsen harus memperhatikan sanitasi lingkungan. Ada beberapa komponen yang harus diperhatikan dalam melaksanakan sanitasi lingkungan antara lain: pasokan air dan es; peralatan dan pakaian kerja; pencegahan kontaminasi silang; toilet; tempat cuci tangan dan kaki; bahan kimia pembersih dan sanitiser; pelabelan, penggunaan, dan penyimpanan bahan beracun; kesehatan karyawan; dan pengendalian hama.

Pasokan air dan es merupakan komponen penting dalam industri perikanan. Air dapat membersihkan kontaminan dari produk perikanan, namun air yang tidak bersih dapat menyebabkan kontaminasi pada produk perikanan. Air sebagai media pembersih harus bersih dan bebas kontaminan.

Peralatan dan pakaian kerja yang digunakan oleh pekerja dalam menangani atau mengolah produk perikanan dapat menjadi sumber kontaminasi. Peralatan yang kontak langsung dengan bahan atau produk perikanan harus mudah dibersihkan, tahan karat (korosi), tidak merusak, dan tidak bereaksi dengan produk perikanan. Peralatan harus dicuci dengan air hangat untuk menghilangkan lapisan lemak dan kemudian bilas dengan air bersih. Setelah kering, lanjutkan dengan proses sterilisasi. Untuk proses sterilisasi peralatan dapat digunakan air dengan kandungan klorin berkisar 100–150 ppm. Untuk mencegah terjadinya kontaminasi ulang, peralatan yang sudah dicuci harus ditiriskan dan disimpan di tempat yang bersih.

Pencegahan kontaminasi silang adalah kontaminasi yang terjadi karena adanya kontak langsung atau tidak langsung antara produk perikanan yang sudah bersih dengan produk perikanan yang masih kotor. Beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya proses kontaminasi silang antara lain: a) konstruksi, disain dan *lay out* pabrik; b) kebersihan karyawan; c) aktivitas dan perilaku karyawan; d) memisahkan antara bahan baku dengan produk akhir; e) kondisi sanitasi ruang kerja dan peralatan yang digunakan; f) penyimpanan dan perawatan bahan pengemas; g) cara penyimpanan dan kondisi ruang penyimpanan produk; h) penanganan limbah.

Toilet adalah tempat karyawan buang air, dengan demikian harus selalu bersih. Toilet harus dilengkapi dengan sabun, tissue, dan tempat sampah. Ventilasi toilet harus diatur sedemikian rupa agar tidak mencemari produk. Pintu toilet harus tidak menyerap air dan bersifat anti karat. Kebersihan toilet juga harus selalu terjaga. Toilet yang tidak terjaga kebersihannya akan menjadi sumber kontaminan yang dapat mencemari produk perikanan, baik melalui perantara karyawan atau binatang. Selain bersih, jumlah toilet harus sesuai dengan jumlah karyawan yang bekerja, sebagai patokan, satu toilet maksimal diperuntukan bagi 15 karyawan.

Tempat cuci tangan dan kaki bagi karyawan harus tersedia dalam jumlah memadai dan ditempatkan pada tempat yang mudah dijangkau. Tempat cuci tangan biasanya terletak di sekitar toilet, pintu masuk, atau di maupun sekitar tempat cuci kaki. Pada unit pengolahan ikan segar, jumlah tempat cuci tangan relatif banyak. Tempat cuci tangan harus dilengkapi dengan sarana pembersih tangan dan pengering. Bahan yang digunakan sebagai pembersih tangan harus bahan yang tidak memiliki bau agar tidak mencemari produk perikanan yang dihasilkan. Tempat untuk mencuci tangan yang terletak di bagian awal dari alur proses dilengkapi dengan sabun. Tempat untuk mencuci tangan berikutnya dapat berupa wadah berisi air yang telah ditambahkan senyawa klorin sebagai anti mikroba. Konsentrasi senyawa klorin yang digunakan sebagai senyawa anti mikroba adalah 50 ppm Tempat untuk mencuci tangan dilengkapi dengan peralatan

pengering (*hand drying*). Tempat untuk mencuci tangan juga dapat dilengkapi dengan tisu untuk mengeringkan tangan atau bagian tubuh lainnya. Sediakan pula tempat sampah yang memiliki tutup. Keberadaan tempat sampah diperlukan untuk mempertahankan kondisi higienis. Tempat untuk mencuci kaki (dan sepatu) dibutuhkan untuk mencegah masuknya mikroba dan bahan pencemar lainnya melalui kaki. Fasilitas cuci kaki biasanya terletak berdekatan dengan tempat mencuci tangan atau kamar mandi. Tempat mencuci kaki berupa genangan air yang telah ditambahkan klorin sekitar 100-200 ppm sebagai desinfektan.

Bahan kimia pembersih dan sanitiser yang digunakan dalam industri perikanan harus sesuai persyaratan yang ditetapkan. Bahan kimia harus mampu mengendalikan pertumbuhan bakteri (antimikroba). Senyawa antimikroba adalah senyawa kimia yang dapat menghambat pertumbuhan atau membunuh mikroba.

Pelabelan, penggunaan, dan penyimpanan bahan beracun dibuat untuk mencegah kesalahan dalam penggunaan, bahan kimia untuk pembersih dan sanitasi harus diberi label secara jelas. Pemberian label yang kurang jelas memungkinkan terjadinya kesalahan penggunaan. Pemberian label untuk bahan beracun dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pelabelan pada wadah asli dan wadah yang isinya akan segera digunakan.

Kondisi kesehatan setiap karyawan yang bekerja harus selalu dimonitor oleh pihak perusahaan. Karyawan yang menderita sakit dan diduga dapat mencemari bahan atau produk perikanan dilarang bekerja di unit penanganan atau pengolahan. Jenis penyakit yang dapat menjadi pencemar dan mengkontaminasi bahan dan produk perikanan antara lain batuk, flu, diare dan penyakit kulit. Pekerja yang mengalami luka pada telapak tangannya juga harus dilarang bekerja di unit penanganan dan pengolahan.

Pengendalian Hama dibutuhkan sebagai pencegahan agar tidak masuk ke unit penanganan atau pengolahan. Hama dapat mencemari produk perikanan dengan kotorannya maupun potongan tubuhnya. Hama juga dapat menjadi hewan perantara bagi mikroba pencemar. Rodentia pembawa *Salmonella*, dan parasit. Lalat dan kecoa merupakan serangga pembawa *Staphylococcus*, *Shigella*, *Clostridium perfringens*, dan *C. Botulinum*. Sedangkan burung pembawa *Salmonella* dan *Listeria*. Upaya mengatasi serangan hama, sebaiknya disiapkan program pemusnahan hama secara berkala. Fumigasi merupakan salah satu cara yang banyak digunakan untuk mengatasi serangan hama di gudang penyimpanan.

### **3.4. Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP)**

HACCP merupakan sistem jaminan mutu yang diakui secara internasional berdasarkan kesadaran bahwa bahaya akan timbul pada berbagai titik atau tahap produksi pangan. Codex menjabarkan sistem HACCP sebagai sistem yang memiliki landasan ilmiah dan secara sistematis mengidentifikasi potensi bahaya tertentu serta cara-cara pengendaliannya untuk menjamin keamanan pangan. Alat yang dapat digunakan untuk memperkirakan potensi bahaya dan menentukan sistem pengendalian yang berfokus pada pencegahan terjadinya bahaya. Dengan demikian jelas bahwa HACCP bukan merupakan sistem yang hanya mengandalkan pada pengujian produk akhir. Sistem HACCP adalah yang mengakomodasi perubahan-perubahan agar dapat dihasilkan produk pangan yang aman untuk dikonsumsi. Perubahan tersebut dapat meliputi rancangan alat, cara pengolahan, atau penerapan teknologi baru.

HACCP juga dapat diartikan sebagai Konsep yang bisa diterapkan pada seluruh rantai makanan (*food chain*) dari produksi primer hingga konsumen akhir, dimana penerapannya dipandu oleh bukti-bukti ilmiah tentang resiko terhadap kesehatan manusia. HACCP adalah suatu sistem pengendalian proses produksi yang didesain untuk mengidentifikasi berbagai bahaya yang mungkin terjadi selama penanganan atau pengolahan, menilai resiko yang terkait dan menentukan kegiatan dimana prosedur pencegahan, pengendalian atau penghilangan akan berhasil guna sampai dengan

tingkat yang memenuhi persyaratan kesehatan dalam produksi makanan dan minuman. HACCP merupakan sistem pilihan diantara sistem pengelolaan keamanan pangan. Penerapan sistem HACCP harus sesuai dengan sistem management kualitas, misalnya seri ISO 9000. Keberhasilan penerapan HACCP memerlukan a) komitmen dan keterlibatan manajemen serta kerja keras; b) pendekatan multidisipliner, termasuk keahlian yang sesuai di bidang agronomi, kesehatan veteriner, produksi, mikrobiologi, obat-obatan, kesehatan masyarakat, teknologi pangan, kesehatan lingkungan, kimia dan rekayasa. HACCP adalah suatu pendekatan sistematis untuk melakukan identifikasi, pengendalian, dan penurunan bahaya pada bahan atau produk pangan yang dapat membahayakan konsumen. Adapun yang dimaksud bahaya adalah komponen atau faktor fisik, kimiawi, dan mikrobiologis yang apabila tidak dikendalikan akan berpotensi menyebabkan sakit atau luka pada manusia.

Penerapan HACCP adalah untuk menunjukkan letak potensi bahaya yang berasal dari bahan pangan dengan tujuan melindungi kesehatan konsumen. Letak potensi bahaya berhubungan dengan jenis bahan pangan yang diolah. Untuk mencapai tujuan tersebut, HACCP harus menjadi dasar analisis potensi bahaya dan ditujukan untuk pencegahan, penghilangan atau pengurangan potensi bahaya keamanan pangan hingga ke tingkat yang dapat diterima konsumen.

Prinsip utama dari pelaksanaan HACCP adalah menganalisis bahaya dan menentukan titik kritis dari bahaya tersebut, sehingga dapat diambil tindakan pencegahannya. Ada dua belas tahapan pelaksanaan HACCP yang dapat dibagi dua tahap, yaitu lima tahapan pertama merupakan tahap persiapan dan 7 tahap berikutnya adalah tahap analisis. Adapun tahapan pelaksanaan HACCP tersebut adalah:

- Tahapan 1 : Menyusun tim HACCP;
- Tahapan 2 : Mendeskripsikan produk;
- Tahapan 3 : Mengidentifikasi tujuan penggunaan produk;
- Tahapan 4 : Menyusun alur proses;
- Tahapan 5 : Mengkonfirmasi alur proses di lapang;
- Tahapan 6 : Menyusun daftar yang memuat semua potensi bahaya yang berhubungan pada masing-masing tahapan, melakukan analisis potensi bahaya dan mencari cara untuk mengendalikan potensi bahaya yang telah diidentifikasi;
- Tahapan 7 : Menentukan titik-titik pengendalian kritis (CCP);
- Tahapan 8 : Menentukan batas-batas kritis untuk masing-masing CCP;
- Tahapan 9 : Menentukan suatu sistem pengawasan untuk masing-masing CCP;
- Tahapan 10 : Menentukan upaya-upaya perbaikan;
- Tahapan 11 : Menyusun prosedur verifikasi;
- Tahapan 12 : Menyusun dokumentasi dan penyimpanan catatan.

Pada dasarnya untuk merancang dan menerapkan sistem HACCP dalam industri pangan perlu mempertimbangkan pengaruh berbagai hal terhadap keamanan pangan, misal : bahan mentah, ingredien dan bahan tambahan, praktek pengolahan makanan, peranan proses pengolahan dan pengendalian bahaya, cara mengkonsumsi produk, resiko masyarakat konsumen, dan keadaan epidemiologi yang menyangkut keamanan pangan. Keberhasilan dalam penerapan HACCP membutuhkan tanggung jawab penuh dan keterlibatan manajemen serta tenaga kerja. Keberhasilan penerapan HACCP juga membutuhkan kerjasama tim yang baik.

Sistem jaminan mutu dan keamanan pangan pola HACCP sekarang mulai diakui dan diterapkan di seluruh dunia termasuk Uni Eropa, bahkan telah diadopsi Codex Alimentarius Commission sebagai acuan dalam pengembangan sistem jaminan mutu dan keamanan pangan industri pangan. HACCP ini pun dapat diterapkan pada seluruh rantai produk makanan, mulai dari produksi primer sampai ke konsumen akhir. Selain meningkatkan jaminan keamanan pangan (*food safety assurance*), keuntungan lain dari

HACCP adalah penggunaan sumber daya secara lebih baik dan pemecahan masalah dapat lebih cepat. Penerapan HACCP juga sesuai dengan implementasi sistem manajemen mutu, misalnya seri ISO-9000, dan merupakan sistem terpilih dalam manajemen keamanan pangan.

### C. RANGKUMAN

Mutu ikan yang digunakan sebagai bahan baku di dalam pengolahan sangat berpengaruh terhadap kelancaran proses pengolahan dan berpengaruh juga terhadap mutu produk yang dihasilkan. Semakin tinggi mutu ikan yang digunakan dapat diperkirakan bahwa proses pengolahan akan berjalan semakin lancar dan peluang untuk menghasilkan produk bermutu tinggi akan semakin besar. Oleh karena itu, syarat utama yang pertama kali harus dipenuhi dalam proses pengolahan ikan adalah tersedianya bahan baku ikan bermutu tinggi. Hal yang hampir pasti tidak akan dapat diperoleh adalah menghasilkan produk olahan bermutu tinggi dengan menggunakan bahan baku ikan bermutu rendah. Selain itu, sampai saat ini belum ada teknologi yang dapat menjadikan ikan bermutu rendah diubah atau ditingkatkan mutunya menjadi ikan bermutu tinggi. Dengan menggunakan teknik penanganan ikan pascapapnen yang benar diharapkan mempertahankan mutu ikan jangan sampai menurun atau berkurang tingkat kesegarannya. Mutu yang baik tidak akan dapat diraih hanya dengan mengandalkan keberuntungan semata, tapi mutlak harus dengan cara penerapan manajemen yang baik. Penerapan *total quality management* (TQM) untuk menghasilkan dan mempertahankan suatu produk yang bermutu. TQM meliputi kelayakan dasar yaitu GMP dan SSOP serta penerapan HACCP

### D. EVALUASI

- 1) Pembusukan ikan adalah proses satu arah, artinya ....
  - A. ikan yang telah busuk tingkat kesegarannya dapat dikembalikan seperti sediakala
  - B. ikan yang telah busuk tingkat kesegarannya tidak dapat dikembalikan seperti sediakala
  - C. ikan yang telah busuk tingkat kesegarannya kadang-kadang dapat dikembalikan seperti sediakala
  - D. semua jawaban salah
  
- 2) Analisis penentuan kualitas ikan segar yang dilakukan secara subyektif dan mudah dilakukan oleh produsen maupun konsumen adalah ....
  - A. analisis kimiawi
  - B. analisis fisikawi
  - C. analisis mikrobiologi
  - D. analisis organoleptik
  
- 2) Kondisi ikan setelah mati (postmortem) dan mengalami kekakuan otot disebut ....
  - A. Pre-rigor
  - B. rigor
  - C. post-rigor
  - D. meta-rigor
  
- 3) Berikut ini yang tidak termasuk sebagai kelayakan dasar dalam total quality management dalam industri perikanan adalah ....
  - A. HACCP
  - B. GMP

- C. SSOP
  - D. semua jawaban benar
- 4) Prinsip pertama dalam HACCP adalah ....
- A. identifikasi produk
  - B. pembentukan tim HACCP
  - C. analisis Bahaya
  - D. penentuan titik kritis

## E. DAFTAR PUSTAKA

- Ainsworth M. (2009). *The Kitchen Professional, Fish and Seafood: Identification, Fabrication and Utilization*. Delmar, Cengage Learning.
- Clucas, IJ dan Ward, AR. (1996). *Post-harvest Fishery Development: A Guide to Handling, Preservation, Processing and Quality*. Chatam Maritim. United Kingdom: Kent ME4 4TB.
- Efendi Y, dan Yusra. (2012). *Pengendalian Mutu Hasil Perikanan*. Bung Hatta Press, Padang. ISBN 978-602-8899-83-3.
- Irianto, HE., Giyatmi, S., Indrawati, E., Utami, HD. (2014). *Prinsip Dasar Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan*. Universitas Terbuka, Jakarta. ISBN 9787970113640
- Peterson, J. (2010). *Seafood Handbook: The Comprehensive Guide To Sourcing, Buying, and Preparation*, Edisi ke-2. Editor: Seafood Business. John Wiley & Sons, Inc, New Jersey.
- Sikorski, ZE., Kolakowska, A., dan Pan, B.S. (1989). *The Nutritive Composition of the Major Groups of Marine Food Organisms*. di dalam *Seafood: Resource, Nutritional Vomposition, and Preservation*. (ed. Sikorski, Z.E.) Boca Raton. Florida: CRC Press, Inc.

## F. GLOSARIUM

- Pengendalian : Keadaan dimana prosedur-prosedur yang benar dilaksanakan dan kriteria dipenuhi.
- Pengendalian mutu : semua kegiatan yang meliputi inspeksi, verifikasi, surveilan, audit dan pengambilan contoh dalam rangka memberikan jaminan mutu dan keamanan Hasil Perikanan.
- Hasil Perikanan : ikan yang ditangani, diolah, dan/atau dijadikan produk akhir yang berupa ikan segar, ikan beku dan olahan lainnya.
- HACCP : Suatu sistem yang mengidentifikasi, mengevaluasi dan mengendalikan bahaya yang nyata bagi keamanan pangan.
- Bahaya (Hazard) : Unsur biologi, kimia, fisika atau kondisi dari pangan yang berpotensi menyebabkan dampak buruk pada kesehatan.
- Analisis bahaya : (Hazard Analysis) Proses pengumpulan dan penilaian informasi mengenai bahaya dan keadaan sampai dapat terjadinya bahaya, untuk menentukan yang mana berdampak nyata terhadap keamanan pangan, dan harus ditangani dalam rencana HACCP.