

# Pakan

## *Manajemen Pakan*



**Waode Munaeni**  
**Faisal Alimaturahim**  
**Muhammad Aris**  
**Fatma Muchdar**

**Editor**  
**Muhammad Subhan Hamka**

# PAKAN DAN MANAJEMEN PAKAN

## **Penulis**

Waode Munaeni  
Faisal Alimaturahim  
Muhammad Aris  
Fatma Muchdar

## **Editor**

Muhammad Subhan Hamka



PENERBIT

**PT. KAMIYA JAYA AQUATIC**

# **PAKAN DAN MANAJEMEN PAKAN**

**Penulis :** Waode Munaeni, Faisal Alimaturahim, Muhammad Aris,  
Fatma Muchdar

**Editor :**  
Muhammad Subhan Hamka

**ISBN :** 978-623-09-8718-2 (PDF)

**Desain Sampul dan Tata Letak :**  
Faisal Alimaturahim

**Penerbit :**  
PT. Kamiya Jaya Aquatic

**Anggota IKAPI No.** 001/MALUKUUTARA/2024

**Redaksi :**  
RT 008 RW 003 Kelurahan Fitu, Kecamatan Ternate Selatan,  
Kota Ternate, Maluku Utara  
Telp. : 0812-2279-3284  
Email : kamiyajayaaquatic@gmail.com  
Website : <https://kjaquatic.com/>

**Distributor :**  
PT. Kamiya Jaya Aquatic

**Cetakan Pertama :** April 2024

## **Hak Cipta dilindungi undang-undang**

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

# PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah *Subhanahu wa Taala* buku berjudul **“Pakan dan Manajemen Pakan”** dapat diselesaikan. Buku ini terdiri dari enam bab meliputi: Pendahuluan, Dasar-Dasar Pakan Ikan, Proses Pemilihan Pakan, Teknik Penyediaan dan Penyimpanan Pakan, Manajemen Pakan Ikan, dan Pengaruh Kualitas Pakan pada Kesehatan Ikan. Penulis berharap buku ini dapat menjadi sumber informasi yang komprehensif bagi para akademisi, pembudidaya ikan, dan masyarakat luas mengenai topik pakan dan pengelolaannya.

Kami berharap buku ini akan bermanfaat bagi para pembaca. Namun demikian, kami menyadari bahwa buku ini tak lepas dari kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran untuk penyempurnaan buku ini. Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penyusunan buku ini.

Ternate, Februari 2024

Penulis

# DAFTAR ISI

<b>PRAKATA.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Pentingnya Pakan dalam Budidaya Ikan.....	2
<b>2. DASAR-DASAR PAKAN IKAN</b>	
2.1 Komponen Utama Pakan Ikan.....	8
2.1.1 Protein.....	8
2.1.2 Karbohidrat.....	9
2.1.3 Lemak .....	10
2.1.4 Vitamin .....	11
2.1.5 Mineral.....	13
2.2 Sumber-Sumber Pakan Ikan.....	14
2.2.1 Pakan Alami.....	14
2.2.2 Pakan Buatan .....	15
<b>3. PROSES PEMILIHAN PAKAN</b>	
3.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pemilihan Pakan.....	19
3.1.1 Jenis dan Tahap Pertumbuhan Ikan.....	19
3.1.2 Ketersediaan dan Kualitas Pakan.....	26
3.1.3 Faktor Lingkungan.....	27
3.2 Metode Evaluasi Kualitas Pakan .....	34
<b>4. TEKNIK PENYEDIAAN DAN PENYIMPANAN PAKAN</b>	
4.1 Formulasi Pakan .....	42
4.2 Proses Produksi Pakan.....	45
4.3 Penyimpanan dan Penanganan Pakan.....	55

<b>5. MANAJEMEN PAKAN IKAN</b>	
5.1 Frekuensi Pemberian Pakan.....	58
5.2 Jumlah Pemberian Pakan.....	61
5.3 Monitoring dan Pengaturan Konsumsi Pakan.....	66
5.4 Peran Teknologi dalam Manajemen Pakan .....	69
<b>6. PENGARUH KUALITAS PAKAN PADA KESEHATAN IKAN</b>	
6.1 Penyakit yang Terkait dengan Pakan.....	72
6.1.1 Penyakit Akibat Infeksi Bakteri Salmonella.....	72
6.1.2 Penyakit Enteritis .....	72
6.1.3 Kematian Massal Ikan.....	73
6.1.4 Penyakit Akibat Infeksi Parasit .....	74
6.1.5 Kontaminasi Toksin Alami .....	75
6.2 Tindakan Pencegahan dan Pengobatan.....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>80</b>
<b>BIODATA PENULIS .....</b>	<b>89</b>

# DAFTAR GAMBAR

1.1 Pakan alami pada budidaya ikan nila dengan sistem bioflok .....	5
2.1 Pakan pellet untuk ikan .....	16
4.1 Penyimpanan pakan dalam gudang .....	56
5.1 Anco untuk memantau konsumsi pakan pada udang .....	67
6.1 Ikan yang terinfeksi <i>Aeromonas</i> .....	73
6.2 Ikan yang terinfeksi parasit <i>Dactylogyrus</i> sp. ....	75

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Industri budidaya ikan telah menjadi salah satu sektor yang berkembang pesat dalam industri perikanan global. Permintaan akan produk perikanan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi manusia dan perubahan pola konsumsi masyarakat. Dalam konteks ini, budidaya ikan telah menjadi solusi penting untuk memenuhi kebutuhan akan sumber protein hewani yang berkualitas. Salah satu faktor kunci yang memengaruhi kesuksesan dalam budidaya ikan adalah manajemen pakan yang tepat. Pakan adalah komponen utama yang mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan, dan kesehatan ikan. Oleh karena itu, pemilihan, penyediaan, dan manajemen pakan yang baik menjadi faktor krusial dalam mencapai produktivitas yang optimal dalam budidaya ikan.

Kualitas pakan yang tepat memiliki dampak yang signifikan pada pertumbuhan dan kesehatan ikan. Pakan yang mengandung nutrisi yang seimbang, termasuk protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral, diperlukan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ikan. Selain itu, jenis pakan yang digunakan, apakah pakan alami, pakan buatan, atau pakan suplemen, juga mempengaruhi pertumbuhan dan kesehatan ikan. Manajemen pakan yang baik juga melibatkan pemahaman tentang faktor-faktor lingkungan yang memengaruhi konsumsi pakan ikan, seperti suhu air, kualitas air, dan populasi ikan dalam kolam atau kandang. Frekuensi dan jumlah pemberian pakan harus diatur dengan cermat untuk



memaksimalkan pertumbuhan ikan tanpa menyebabkan limbah pakan yang berlebihan yang dapat merusak lingkungan.

Selain itu, dalam era ketahanan pangan global dan keberlanjutan sumber daya alam, manajemen pakan ikan juga memiliki dampak ekonomi yang signifikan. Biaya produksi pakan dan efisiensi penggunaan pakan menjadi pertimbangan penting dalam bisnis budidaya ikan. Selain tantangan dalam manajemen pakan ikan, buku ini juga akan membahas isu-isu terkini seperti perubahan iklim dan inovasi dalam teknologi pakan ikan yang dapat membantu mempertahankan keberlanjutan budidaya ikan.

Dengan pemahaman yang mendalam tentang latar belakang ini, buku "Pakan dan Manajemen Pakan Ikan" diharapkan akan menjadi sumber referensi yang sangat berharga bagi semua pihak yang terlibat dalam budidaya ikan, dari pembudidaya ikan hingga peneliti dan profesional di industri perikanan. Referensi ini akan memberikan wawasan yang kuat tentang pentingnya pakan dan manajemen pakan dalam budidaya ikan modern, serta memberikan panduan praktis untuk mencapai keberhasilan dalam industri ini.

## **1.2. Pentingnya Pakan dalam Budidaya Ikan**

Pakan merupakan sumber utama nutrisi yang diperlukan oleh ikan untuk pertumbuhan dan perkembangan yang optimal. Nutrien seperti protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral dalam pakan memenuhi kebutuhan nutrisi yang diperlukan oleh ikan untuk mempertahankan kesehatan dan mengoptimalkan laju pertumbuhan. Pakan adalah komponen kunci dalam budidaya ikan yang berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan yang optimal. Dalam konteks ini, Dr. Paul Brown, seorang ahli nutrisi ikan, menyatakan, "Pakan merupakan sumber utama nutrisi bagi ikan budidaya, dan komposisi nutrisi yang tepat dalam pakan sangat penting untuk mendukung pertumbuhan dan kesehatan ikan" (Brown, 2018).

Nutrien yang paling penting dalam pakan ikan mencakup protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral. Protein, misalnya, sangat esensial karena merupakan bahan dasar dalam pembentukan jaringan tubuh ikan. Dr. Sarah Smith, seorang ilmuwan kelautan,

menekankan pentingnya protein dalam pakan ikan, "Protein merupakan komponen utama dalam pakan ikan karena berperan dalam pertumbuhan, perbaikan jaringan, dan reproduksi ikan" (Smith, 2020). Selain itu, vitamin dan mineral juga penting dalam menjaga kesehatan ikan dan menjaga sistem kekebalan tubuhnya. Mineral seperti kalsium dan fosfor membantu dalam pembentukan tulang dan gigi ikan, sedangkan vitamin seperti vitamin C dan vitamin D mendukung berbagai fungsi biologis dalam tubuh ikan (Jones, 2019). Dengan demikian, penting bagi peternak ikan untuk memperhatikan komposisi pakan dengan cermat untuk memastikan bahwa ikan mendapatkan semua nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan yang optimal dan kesehatan yang baik.

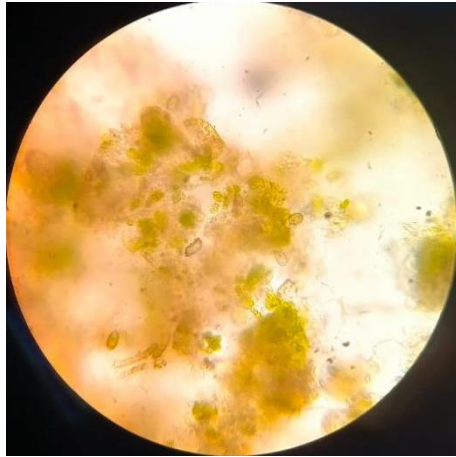
Kualitas pakan memainkan peran penting dalam menjaga kesehatan ikan. Pemberian pakan yang seimbang dan berkualitas baik dapat membantu meningkatkan sistem kekebalan tubuh ikan dan mengurangi risiko penyakit. Sebaliknya, pakan yang tidak seimbang atau terkontaminasi dapat menyebabkan masalah kesehatan pada ikan. Kualitas pakan adalah faktor kunci dalam menjaga kesehatan ikan. Ahli nutrisi ikan, Dr. John Wilson, mengungkapkan, "Pemberian pakan yang seimbang dan berkualitas tinggi sangat penting dalam menjaga kesehatan ikan budidaya. Pakan yang baik dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh ikan, sehingga ikan lebih tahan terhadap penyakit" (Wilson, 2017).

Pakan yang seimbang mengacu pada pakan yang mengandung semua nutrisi yang diperlukan ikan dalam proporsi yang tepat. Ini mencakup protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral. Ketidakseimbangan dalam komposisi pakan dapat menyebabkan masalah gizi atau kekurangan nutrisi pada ikan, yang pada gilirannya dapat mengganggu pertumbuhan dan kesehatan ikan. Selain itu, pakan yang terkontaminasi dengan bahan beracun atau patogen juga dapat menjadi ancaman serius bagi kesehatan ikan. Dr. Maria Rodriguez, seorang ahli biokimia lingkungan, mengingatkan, "Kontaminasi pakan dengan bahan beracun seperti pestisida atau logam berat dapat meracuni ikan dan menyebabkan masalah kesehatan yang serius" (Rodriguez, 2019). Oleh karena itu, pemilihan dan pengelolaan pakan dengan cermat sangat penting dalam budidaya ikan untuk menghindari risiko penyakit dan memastikan pertumbuhan dan perkembangan yang optimal.

Pakan yang tepat dapat membantu ikan memanfaatkan sumber daya pakan dengan lebih efisien. Ini berarti ikan akan mengonsumsi lebih sedikit pakan untuk mencapai pertumbuhan yang diinginkan, mengurangi biaya produksi dan dampak lingkungan. Pakan yang sesuai dengan kebutuhan ikan dapat membantu meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya pakan. Dr. Emily White, seorang ahli biologi ikan, menekankan, "Pakan yang dirancang secara tepat mengandung nutrisi yang dapat dicerna dan dimanfaatkan dengan baik oleh ikan, sehingga ikan dapat tumbuh dengan lebih efisien" (White, 2020).

Dengan memberikan pakan yang sesuai, ikan akan membutuhkan jumlah pakan yang lebih sedikit untuk mencapai pertumbuhan yang diinginkan. Hal ini tidak hanya mengurangi biaya produksi bagi peternak ikan, tetapi juga memiliki dampak positif pada lingkungan. Dr. David Green, seorang ahli lingkungan perikanan, menjelaskan, "Dengan mengurangi jumlah pakan yang dibutuhkan, kita juga dapat mengurangi limbah organik yang masuk ke dalam lingkungan perairan, mengurangi dampak negatif pada kualitas air dan ekosistem" (Green, 2018). Pakan yang efisien juga dapat membantu mengurangi tekanan terhadap sumber daya pakan alami seperti plankton dan zooplankton, yang sering kali menjadi pakan alami ikan di habitat alaminya (Gambar 1.1). Dengan demikian, penggunaan pakan yang sesuai tidak hanya bermanfaat bagi pertumbuhan ikan dan efisiensi produksi, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan budidaya ikan dan pelestarian lingkungan.

Dalam budidaya ikan komersial, ketersediaan pakan yang berkualitas dan konsisten sangat penting untuk menjaga produksi yang stabil. Ketidakseimbangan dalam pemberian pakan dapat mengganggu siklus pertumbuhan ikan dan mengakibatkan fluktuasi produksi yang merugikan bagi pembudidaya ikan. Dalam budidaya ikan komersial, ketersediaan pakan yang berkualitas dan konsisten adalah faktor yang sangat penting untuk menjaga produksi yang stabil. Dr. Laura Johnson, seorang pakar budidaya ikan komersial, menyatakan, "Ketidakseimbangan dalam pemberian pakan dapat memiliki dampak signifikan pada siklus pertumbuhan ikan dan dapat menyebabkan fluktuasi produksi yang merugikan bagi pembudidaya ikan" (Johnson, 2019).



Gambar 1.1. Pakan alami pada budidaya ikan nila dengan sistem bioflok  
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023

Pemberian pakan yang tidak seimbang atau tidak konsisten dapat mengakibatkan berbagai masalah, termasuk pertumbuhan yang lambat, tingkat konversi pakan yang tinggi, dan peningkatan risiko penyakit. Ini dapat mengganggu proses produksi, mengurangi keuntungan, dan bahkan mengancam keberlanjutan operasi budidaya ikan. Selain itu, ketidakstabilan dalam pakan juga dapat berdampak negatif pada kualitas dan kesehatan ikan. Ikan yang menerima pakan yang tidak seimbang dapat mengalami stres nutrisi dan kekurangan nutrisi, yang dapat mengurangi resistensi terhadap penyakit dan meningkatkan risiko kematian. Oleh karena itu, pengelolaan pakan dengan hati-hati dan pemenuhan kebutuhan nutrisi ikan secara konsisten adalah kunci dalam mencapai produksi yang stabil dan menguntungkan dalam budidaya ikan komersial.

Melalui manajemen pakan yang baik, pembudidaya ikan dapat mengontrol lebih baik kondisi lingkungan di kolam atau kandang budidaya. Ini termasuk mengurangi penumpukan limbah pakan yang tidak dikonsumsi, yang dapat mengurangi polusi lingkungan dan menjaga kualitas air yang baik. manajemen pakan yang baik memainkan peran kunci dalam mengontrol kondisi lingkungan di kolam atau kandang budidaya ikan. Dr. Lisa Anderson, seorang pakar budidaya perikanan, mengungkapkan, "Dengan manajemen pakan yang tepat, pembudidaya ikan dapat mengurangi penumpukan limbah pakan yang

tidak dikonsumsi, yang dapat mengurangi polusi lingkungan dan menjaga kualitas air yang baik" (Anderson, 2020). Penumpukan limbah pakan yang tidak dikonsumsi dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi bahan organik dalam air, yang pada gilirannya dapat mengganggu kualitas air. Ini dapat menyebabkan masalah seperti penurunan oksigen terlarut, pertumbuhan alga berlebihan, dan peningkatan risiko penyakit ikan. Dengan mengatur pemberian pakan sesuai dengan kebutuhan ikan dan meminimalkan limbah pakan, pembudidaya ikan dapat menjaga lingkungan budidaya tetap stabil dan sehat.

Selain itu, manajemen pakan yang baik juga dapat berkontribusi pada efisiensi produksi. Dengan menghindari *overfeeding* atau pemberian pakan berlebihan, pembudidaya ikan dapat mengurangi biaya pakan dan meningkatkan tingkat konversi pakan. Hal ini berarti lebih sedikit pakan yang dibutuhkan untuk mencapai pertumbuhan yang diinginkan, yang pada gilirannya dapat mengurangi dampak ekonomi budidaya ikan. Dengan demikian, manajemen pakan yang baik tidak hanya menguntungkan untuk lingkungan, tetapi juga berdampak positif pada keberlanjutan dan profitabilitas budidaya ikan.

Dalam konteks keberlanjutan, pemilihan pakan yang berkelanjutan dan bahan baku yang berkelanjutan sangat penting untuk mengurangi dampak negatif budidaya ikan terhadap lingkungan dan menjaga keseimbangan ekosistem perairan. Profesor Susan Clark, seorang ahli keberlanjutan perikanan, menyatakan, "Pemilihan pakan yang berkelanjutan adalah kunci dalam menjaga keberlanjutan budidaya ikan, karena pakan ikan dapat memiliki dampak besar pada lingkungan" (Clark, 2021). Pakan ikan biasanya terbuat dari berbagai bahan baku, termasuk ikan tangkapan liar, yang dapat menyebabkan penangkapan ikan yang berlebihan dan degradasi ekosistem laut. Dengan beralih ke pakan yang menggunakan bahan baku alternatif, seperti tumbuhan, ganggang, atau serangga, pembudidaya ikan dapat mengurangi tekanan terhadap sumber daya perikanan alam dan mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem perairan. Selain itu, praktik-praktik pemilihan pakan yang berkelanjutan juga mencakup efisiensi pakan, yaitu mengoptimalkan tingkat konversi pakan sehingga lebih sedikit pakan yang dibutuhkan untuk mencapai pertumbuhan ikan yang diinginkan.

Dengan cara ini, penggunaan sumber daya pakan dapat diminimalkan, mengurangi jejak lingkungan dari budidaya ikan. Pemilihan pakan yang berkelanjutan bukan hanya mendukung keberlanjutan lingkungan, tetapi juga dapat menjadi pilihan yang lebih ekonomis dalam jangka panjang bagi pembudidaya ikan, karena dapat mengurangi biaya produksi dan meningkatkan profitabilitas usaha budidaya ikan.

# BAB 2

## DASAR-DASAR PAKAN IKAN

### 2.1. Komponen Utama Pakan Ikan

Komponen utama pakan ikan meliputi protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral. Protein merupakan sumber energi utama dan membantu dalam pertumbuhan ikan, dengan kebutuhannya antara 18% hingga 50% dari total massa pakan. Lemak merupakan sumber energi alternatif dan membantu menjaga staminanya, dengan kebutuhannya antara 10% hingga 25% dari total massa pakan. Karbohidrat merupakan sumber energi yang lebih rendah dan digunakan sebagai sumber energi tambahan, dengan kebutuhannya antara 15% hingga 20% dari total massa pakan. Vitamin dan mineral merupakan komponen mikro yang dibutuhkan oleh ikan dalam jumlah relatif kecil, dengan kebutuhannya antara 1% hingga 2,5% dari total massa pakan kering.

#### 2.1.1. Protein

Protein merupakan komponen utama dalam pakan ikan yang memiliki peran sentral dalam pertumbuhan, pemeliharaan jaringan tubuh, dan reproduksi ikan. Protein adalah bahan bangunan utama untuk sel-sel tubuh ikan, termasuk otot, tulang, jaringan organ, serta berbagai komponen biologis lainnya. Ketika ikan tumbuh, tentu membutuhkan protein untuk membangun dan memperbesar jaringan tubuhnya. Protein juga diperlukan untuk memelihara jaringan tubuh yang ada, memperbaiki sel-sel yang rusak, dan menggantikan yang mati. Dalam konteks reproduksi, protein juga berperan penting. Protein digunakan

dalam pembentukan telur dan sperma, serta dalam perkembangan embrio. Kualitas protein dalam pakan juga dapat memengaruhi reproduksi ikan, termasuk tingkat fertilitas telur dan viabilitas larva yang dihasilkan.

Namun, perlu diingat bahwa tidak hanya jumlah protein yang penting, tetapi juga kualitasnya. Berbagai jenis protein memiliki profil asam amino yang berbeda, dan asam amino esensial, yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh ikan sendiri, harus diperoleh melalui pakan. Oleh karena itu, pemilihan sumber protein yang mengandung asam amino esensial yang memadai sangat penting dalam merancang pakan yang seimbang. Selain itu, dalam konteks keberlanjutan, penggunaan sumber protein yang berkelanjutan dalam pakan ikan juga harus dipertimbangkan. Beberapa sumber protein dapat berasal dari ikan tangkapan liar, yang dapat berkontribusi pada penangkapan ikan yang berlebihan dan penurunan stok ikan di alam liar. Sebagai alternatif, penggunaan bahan baku protein alternatif, seperti tumbuhan, ganggang, atau serangga, dapat membantu mengurangi dampak negatif pada lingkungan dan mendukung budidaya ikan yang berkelanjutan. Dalam kesimpulan, protein memainkan peran sentral dalam pakan ikan, memengaruhi pertumbuhan, pemeliharaan jaringan tubuh, dan reproduksi ikan. Pemilihan sumber protein yang tepat dan berkelanjutan adalah kunci dalam mendukung pertumbuhan budidaya ikan yang sehat, ekonomis, dan ramah lingkungan (De Silva, 2017).

### **2.1.2. Karbohidrat**

Meskipun ikan dikenal sebagai pemakan protein, karbohidrat juga memiliki peran penting dalam nutrisi ikan. Karbohidrat adalah salah satu sumber utama energi dalam pakan ikan. Ketika ikan mengonsumsi karbohidrat, karbohidrat ini dipecah menjadi glukosa dalam tubuh ikan melalui proses pencernaan. Glukosa kemudian digunakan sebagai bahan bakar untuk memberikan energi yang dibutuhkan ikan untuk berbagai aktivitas, termasuk berenang, mencari makan, mengatasi tekanan lingkungan, dan menjaga suhu tubuh. Namun, penting untuk memahami bahwa kebutuhan akan karbohidrat dapat bervariasi antara spesies ikan. Beberapa spesies ikan lebih mampu memanfaatkan karbohidrat sebagai



sumber energi, sementara yang lain cenderung lebih mengandalkan protein dan lemak. Oleh karena itu, dalam merancang pakan untuk budidaya ikan, perlu mempertimbangkan kebutuhan energi spesies ikan tertentu dan mengatur komposisi pakan sesuai dengan karakteristik masing-masing spesies (Lopez, 2018).

Selain memberikan energi, karbohidrat juga dapat berperan dalam membantu mengatur tingkat protein dalam pakan ikan. Karbohidrat yang mencukupi dapat membantu mengurangi penggunaan protein dalam pakan, yang pada gilirannya dapat mengurangi biaya produksi dan dampak lingkungan. Dalam praktiknya, karbohidrat dalam pakan ikan biasanya berasal dari bahan baku seperti tepung tapioka, tepung jagung, atau beras, yang memberikan sumber energi yang ekonomis dan dapat dicerna oleh ikan. Namun, penting untuk menjaga keseimbangan nutrisi dalam pakan untuk memastikan bahwa kebutuhan energi ikan terpenuhi dengan baik, tanpa mengorbankan kualitas nutrisi lainnya. Pengaturan yang tepat dalam komposisi pakan ikan dapat membantu mendukung kesehatan dan pertumbuhan ikan secara efisien.

### **2.1.3. Lemak**

Lemak adalah salah satu komponen penting dalam pakan ikan yang memiliki peran yang sangat signifikan. Pertama-tama, lemak adalah sumber energi yang sangat padat. Ketika ikan membutuhkan tambahan energi, lemak dipecah dalam tubuh ikan menjadi asam lemak, yang digunakan sebagai bahan bakar untuk mendukung berbagai proses fisiologis dan aktivitas sehari-hari ikan. Dengan demikian, lemak dalam pakan ikan membantu memastikan bahwa ikan memiliki energi yang cukup untuk pertumbuhan. Selain sebagai sumber energi, lemak juga memiliki peran penting dalam pertumbuhan ikan. Lemak digunakan untuk membangun jaringan tubuh ikan, termasuk otot dan tulang. Selama fase pertumbuhan yang cepat, ikan memerlukan asupan lemak yang cukup untuk mendukung pembentukan dan perpanjangan jaringan tubuh. Ini menjadikan lemak sebagai komponen kunci dalam pakan ikan yang berperan dalam mencapai pertumbuhan yang optimal.

Lemak juga memiliki peran vital dalam transportasi vitamin larut lemak dalam tubuh ikan. Vitamin A, D, E, dan K, yang semuanya larut

dalam lemak, memerlukan lemak untuk diserap dan didistribusikan dalam tubuh. Oleh karena itu, lemak dalam pakan ikan membantu memastikan bahwa ikan mendapatkan vitamin-vitamin ini yang sangat penting untuk kesehatan ikan. Selain itu, lemak dalam pakan ikan mengandung asam lemak esensial, seperti asam lemak omega-3 dan omega-6. Asam lemak ini memiliki peran krusial dalam fungsi sel, sistem kekebalan tubuh, dan perkembangan otak ikan. Kehadiran asam lemak esensial dalam pakan ikan dapat berdampak positif pada kesehatan dan kualitas produk ikan (De Silva, 2019).

Selain itu, lemak dalam pakan juga dapat mempengaruhi rasa pakan. Rasa yang baik dapat meningkatkan konsumsi pakan oleh ikan, yang pada gilirannya dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan yang optimal. Oleh karena itu, dalam memformulasikan pakan ikan, penting untuk mempertimbangkan komposisi lemak yang tepat untuk memenuhi kebutuhan energi dan nutrisi ikan, sambil juga memperhatikan kualitas dan keberlanjutan sumber lemak yang digunakan dalam pakan. Dalam konteks keberlanjutan, pemilihan sumber lemak yang berkelanjutan seperti minyak ikan berkelanjutan atau minyak nabati yang tidak bersumber dari deforestasi dapat membantu mengurangi dampak negatif budidaya ikan terhadap lingkungan.

#### **2.1.4. Vitamin**

Vitamin merupakan senyawa organik yang diperlukan dalam jumlah kecil untuk berbagai fungsi biologis dalam tubuh ikan. Vitamin-vitamin ini tidak dapat diproduksi oleh tubuh ikan sendiri dalam jumlah yang memadai, sehingga harus disediakan melalui pakan atau lingkungan. Dalam konteks budidaya ikan, pemenuhan kebutuhan vitamin menjadi aspek yang sangat penting untuk pertumbuhan yang sehat dan produksi yang maksimal. Vitamin A memiliki peran penting dalam pertumbuhan dan perkembangan ikan. Ini juga berperan dalam menjaga kesehatan mata ikan. Vitamin A diperlukan untuk pembentukan pigmen pada ikan, yang dapat memengaruhi warna tubuh dan kualitas daging. Vitamin D sangat penting untuk penyerapan kalsium dan fosfor, yang merupakan komponen utama dalam pembentukan tulang dan gigi ikan yang kuat. Tanpa vitamin D yang cukup, ikan dapat mengalami

masalah kesehatan seperti deformitas tulang. Vitamin E adalah antioksidan yang membantu melindungi sel-sel tubuh ikan dari kerusakan oksidatif. Ini juga berperan dalam menjaga sistem kekebalan tubuh yang sehat. Vitamin K diperlukan untuk pembekuan darah yang tepat pada ikan. Tanpa vitamin K, ikan mungkin rentan terhadap perdarahan yang berpotensi membahayakan kesehatan ikan. Vitamin B kompleks: Vitamin-vitamin dalam kelompok B, seperti B1 (tiamin), B2 (riboflavin), B3 (niasin), B5 (asam pantotenat), B6 (piridoksin), B7 (biotin), B9 (asam folat), dan B12 (kobalamin), memiliki peran penting dalam berbagai proses biokimia dalam tubuh ikan. Ini termasuk metabolisme energi, produksi enzim, dan sintesis protein (Hardy, 2020).

Kekurangan atau ketidakseimbangan vitamin dalam pakan ikan dapat mengakibatkan masalah kesehatan yang serius. Misalnya, kekurangan vitamin A dapat mengganggu pertumbuhan dan menyebabkan masalah pada mata ikan. Kekurangan vitamin D dapat mengakibatkan masalah tulang dan gigi. Kekurangan vitamin E dapat meningkatkan risiko kerusakan sel akibat oksidasi. Kekurangan vitamin K dapat mengganggu pembekuan darah. Oleh karena itu, merancang pakan ikan yang memenuhi kebutuhan vitamin yang tepat sangat penting dalam budidaya ikan yang sukses. Ini melibatkan pemilihan bahan baku pakan yang kaya akan vitamin, serta pemantauan yang cermat terhadap kualitas pakan dan asupan vitamin ikan. Dalam konteks keberlanjutan, penting untuk memilih sumber vitamin yang berkelanjutan dan sesuai dengan kebutuhan ikan. Beberapa vitamin dapat diperoleh dari bahan baku alami, seperti ikan atau tumbuhan, sementara yang lain dapat diproduksi secara sintetis. Memilih sumber vitamin yang berkelanjutan dapat membantu menjaga keberlanjutan budidaya ikan dan mendukung pertumbuhan ikan yang sehat (Brown & Brown, 2007).

### 2.1.5. Mineral

Mineral seperti kalsium, fosfor, besi, seng dan magnesium, meskipun dibutuhkan dalam jumlah kecil, memainkan peran yang krusial dalam kesehatan dan pertumbuhan ikan. Kehadiran mineral dalam pakan ikan sangat penting untuk beberapa alasan utama. Pertama, mineral seperti kalsium dan fosfor adalah komponen utama dalam pembentukan tulang dan jaringan keras lainnya pada ikan. Kalsium, sebagai contoh, adalah komponen utama dalam struktur tulang dan gigi ikan. Fosfor juga berperan penting dalam pemeliharaan struktur tulang yang kuat. Keseimbangan yang tepat antara kalsium dan fosfor dalam pakan ikan sangat penting untuk memastikan pertumbuhan yang optimal dan untuk mencegah masalah seperti deformitas tulang. Selain peran dalam pembentukan jaringan keras, mineral juga berperan dalam pengaturan keseimbangan air dalam tubuh ikan. Mineral seperti natrium, kalium, dan magnesium berpartisipasi dalam proses osmoregulasi. Osmoregulasi adalah proses yang mengatur tekanan osmotik dalam tubuh ikan dan memastikan bahwa ikan dapat mempertahankan keseimbangan air yang sesuai. Gangguan dalam osmoregulasi dapat mengakibatkan masalah seperti dehidrasi atau edema pada ikan (Hardy, 2020).

Selain itu, mineral juga berperan sebagai kofaktor dalam berbagai reaksi biokimia dalam tubuh ikan. Besi, misalnya, merupakan komponen penting dalam hemoglobin, yang membawa oksigen dalam darah ikan. Seng dan magnesium juga berperan sebagai kofaktor dalam berbagai enzim yang mendukung proses metabolik dan biokimia yang penting bagi kesehatan dan pertumbuhan ikan. Pentingnya mineral dalam pakan ikan tidak bisa diabaikan. Kekurangan atau ketidakseimbangan mineral dalam pakan dapat memiliki dampak negatif yang serius pada kesehatan dan pertumbuhan ikan. Oleh karena itu, dalam memformulasikan pakan ikan, perlu memperhitungkan komposisi mineral yang tepat untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ikan, sambil juga memastikan kualitas mineral dalam pakan. Dalam praktiknya, pemilihan sumber mineral yang berkualitas dan mudah dicerna dalam pakan sangat penting dalam kesuksesan budidaya ikan. Memahami peran mineral dalam nutrisi ikan

adalah langkah penting dalam upaya untuk menjaga kesehatan ikan dan mendukung pertumbuhan yang optimal (Ai *et al.*, 2004).

## **2.2. Sumber-Sumber Pakan Ikan**

### **2.2.1. Pakan Alami**

Plankton merupakan kelompok organisme mikroskopis yang hidup di lingkungan perairan, baik itu laut, sungai, danau, atau perairan tawar lainnya. Kelompok plankton terbagi menjadi dua jenis utama yang memiliki peran kunci dalam ekosistem perairan yaitu fitoplankton dan zooplankton.

Fitoplankton adalah organisme mikroskopis yang melakukan fotosintesis. Umumnya terdiri dari alga uniseluler, cyanobacteria, dan beberapa jenis bakteri fotosintesis lainnya. Fitoplankton memiliki pigmen fotosintesis seperti klorofil dan mengandalkan sinar matahari sebagai sumber energi. Melalui proses fotosintesis, dengan mengubah karbondioksida menjadi oksigen dan menghasilkan senyawa organik sebagai produk sampingan. Fitoplankton merupakan produsen utama dalam rantai makanan perairan karena merupakan sumber utama oksigen dan bahan organik di ekosistem perairan.

Zooplankton adalah organisme mikroskopis yang merupakan konsumen dalam ekosistem perairan. Zooplankton memakan fitoplankton, bakteri, dan organisme plankton lainnya. Zooplankton merupakan makanan bagi sejumlah ikan kecil dan beberapa spesies ikan dewasa. Dengan memakan zooplankton, ikan memindahkan energi dari level produsen (fitoplankton) ke konsumen tingkat lebih tinggi, seperti ikan. Sebagai komponen utama rantai makanan, zooplankton memegang peran penting dalam mentransfer energi dan nutrisi dalam ekosistem perairan (Platt & Denman, 1977).

Penting untuk diingat bahwa plankton adalah pakan alami bagi berbagai jenis ikan, terutama ikan kecil dan ikan planktivora yang khusus memakan plankton sebagai sumber utama nutrisi. Namun, hubungan ini juga berlaku untuk banyak spesies ikan yang lebih besar. Ikan yang lebih besar dapat mengandalkan ikan kecil yang memakan plankton sebagai sumber pakan. Dengan demikian, plankton memainkan peran penting dalam menyediakan sumber makanan bagi banyak ikan yang

berkontribusi pada produksi ikan yang tinggi dalam budidaya perikanan. Penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem perairan agar populasi plankton tetap sehat. Perubahan dalam kualitas air, suhu, atau polusi dapat memengaruhi populasi plankton dan oleh karena itu berdampak pada keseluruhan ekosistem. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang peran plankton dalam ekosistem perairan sangat penting dalam upaya menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan dan menjaga keseimbangan ekosistem akuatik (Hillebrand *et al.*, 1999).

### **2.2.2. Pakan Buatan**

Pelet pakan ikan adalah produk pakan buatan yang dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ikan dalam budidaya. Ini merupakan salah satu inovasi penting dalam industri perikanan dan budidaya ikan, yang memungkinkan pemeliharaan ikan yang lebih efisien dan terkontrol. Pelet pakan ikan mengandung berbagai komponen nutrisi yang sangat penting bagi pertumbuhan dan kesehatan ikan. Ini termasuk protein, karbohidrat, lemak, vitamin, mineral, dan serat. Komposisi pelet dapat disesuaikan sesuai dengan jenis ikan dan tahap pertumbuhannya. Misalnya, ikan muda mungkin memerlukan lebih banyak protein untuk pertumbuhan yang cepat, sementara ikan dewasa memerlukan nutrisi yang berbeda untuk pemeliharaan dan reproduksi yang optimal. Pelet pakan ikan sering diformulasikan dengan hati-hati oleh ahli nutrisi ikan untuk memastikan bahwa semua kebutuhan nutrisi ikan tercukupi. Ini melibatkan pemilihan bahan-bahan yang tepat, termasuk sumber protein seperti ikan, dedak, dan tepung ikan, serta sumber karbohidrat seperti jagung dan gandum. Formulasi juga mempertimbangkan tingkat vitamin dan mineral yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan harian ikan (Hardy, 2020).



Gambar 2.1. Pakan pellet untuk ikan  
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023

Dalam konteks keberlanjutan, pelet pakan ikan juga dapat dirancang dengan memperhatikan penggunaan sumber daya yang berkelanjutan. Ini termasuk pemilihan bahan baku yang tidak mengganggu ekosistem perairan atau lingkungan lainnya. Penggunaan sumber daya alam yang berkelanjutan adalah faktor penting dalam mendukung budidaya ikan yang ramah lingkungan. Pelet pakan ikan diproduksi dalam fasilitas yang memiliki kontrol ketat terhadap kualitas dan kebersihan. Ini penting untuk mencegah kontaminasi dan memastikan bahwa pelet pakan aman untuk dikonsumsi oleh ikan. Kontrol kualitas yang baik juga memastikan konsistensi nutrisi dalam setiap pelet. Pelet pakan ikan juga sangat praktis dalam budidaya ikan. Pelet dapat diberikan dalam jumlah yang tepat dan mudah diukur, yang membantu pembudidaya ikan dalam mengelola pemberian pakan dan mengontrol kondisi lingkungan di kolam atau wadah budidaya. Pelet pakan ikan dapat disesuaikan dengan jenis ikan tertentu, seperti ikan air tawar, ikan laut, atau spesies tertentu. Ini memungkinkan pembudidaya ikan untuk memberikan nutrisi yang tepat sesuai dengan kebutuhan spesies yang di budidayakan. Dengan demikian, pelet pakan ikan merupakan alat yang penting dalam meningkatkan produksi ikan yang efisien dan mengoptimalkan pertumbuhan dan kesehatan ikan dalam budidaya perikanan modern. Keberlanjutan dalam produksi pelet pakan ikan juga menjadi perhatian penting dalam menjaga keseimbangan

ekosistem perairan dan menjaga lingkungan budidaya yang sehat (Tacon & Metian, 2008).

Pakan ikan halus merupakan salah satu bentuk pakan buatan yang digunakan dalam budidaya ikan, terutama untuk memberi makan ikan yang lebih kecil atau pada tahap awal pemeliharaan. Pakan ini memiliki beberapa karakteristik dan peran penting dalam budidaya ikan yang perlu dipahami. Pakan ikan memiliki ukuran partikel yang sangat kecil, sering kali sebanding dengan ukuran mulut ikan kecil atau larva. Ukuran partikel yang tepat sangat penting karena memungkinkan ikan yang lebih kecil untuk mengonsumsi pakan dengan mudah. Ini adalah tahap kritis dalam kehidupan ikan, di mana asupan nutrisi yang memadai sangat penting untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup. Seperti pellet pakan ikan, pakan ikan juga diformulasikan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ikan. Ini termasuk protein, karbohidrat, lemak, vitamin, mineral, dan serat, yang semuanya disesuaikan dengan tahap pertumbuhan ikan yang ditujukan. Formulasi pakan ini memastikan bahwa ikan muda atau larva menerima nutrisi yang tepat untuk pertumbuhan yang optimal (Hardy, 2020).

Pakan ikan memiliki keunggulan dalam memberikan nutrisi kepada ikan yang lebih kecil atau larva yang masih terlalu kecil untuk mengonsumsi pelet pakan yang lebih besar. Pada tahap ini, ikan sering sangat rentan dan membutuhkan asupan nutrisi yang konsisten untuk berkembang dengan baik. Pakan ikan dapat diaplikasikan dengan mudah dalam budidaya ikan. Biasanya, bubuk pakan dicampur dengan air untuk membuat suspensi yang dapat disemprotkan atau dituangkan ke dalam kolam atau wadah tempat ikan diberi makan. Ini memungkinkan pembudidaya ikan untuk memberikan pakan secara merata kepada ikan muda dalam jumlah yang sesuai. Pemberian pakan ikan seringkali memerlukan pengawasan yang cermat karena ukuran partikel yang sangat kecil. Hal ini penting untuk memastikan bahwa ikan menerima pakan dengan baik dan tidak ada sisa pakan yang dapat mengotori air atau menjadi sumber polusi. Pakan ikan biasanya digunakan pada tahap awal pemeliharaan, seperti pembenihan atau pembesaran awal. Pemberian pakan yang tepat pada tahap ini memiliki dampak besar pada kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan yang lebih besar di masa mendatang (Davis & Arnold, 2001).



Dalam produksi pakan ikan halus, pemilihan bahan baku yang berkelanjutan juga merupakan pertimbangan penting. Penggunaan sumber daya alam yang berkelanjutan adalah faktor penting dalam mendukung budidaya ikan yang ramah lingkungan. Dengan pemahaman tentang pakan ikan halus dan peran pentingnya dalam budidaya ikan, pembudidaya ikan dapat merencanakan pemberian pakan yang optimal untuk ikan muda, yang pada gilirannya dapat berkontribusi pada keberhasilan budidaya ikan yang lebih besar dan kelangsungan usaha perikanan yang berkelanjutan.

# BAB 3

## PROSES PEMILIHAN PAKAN

### 3.1. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pemilihan Pakan

#### 3.1.1. Jenis dan Tahap Pertumbuhan Ikan

Berbagai jenis ikan memiliki kebutuhan nutrisi yang berbeda. Sebagai contoh, ikan herbivora seperti nila cenderung memakan pakan yang mengandung lebih banyak karbohidrat dan serat, sementara ikan karnivora seperti salmon memerlukan pakan yang kaya protein hewani. Oleh karena itu, pemilihan pakan harus disesuaikan dengan jenis ikan yang dibudidayakan. Ikan herbivora seperti nila cenderung memakan tumbuhan, alga, dan detritus di alam liar. Karena makanan alaminya adalah sumber karbohidrat dan serat yang tinggi, pakan buatan yang disesuaikan dengan ikan ini juga mengandung lebih banyak karbohidrat dan serat. Nutrisi yang penting bagi ikan herbivora meliputi :

- Karbohidrat, ikan herbivora memerlukan sumber energi dari karbohidrat. Jenis ikan ini mampu mencerna dan memanfaatkan karbohidrat kompleks seperti pati.
- Serat, serat membantu dalam pencernaan dan mengoptimalkan fungsi usus ikan herbivora. Ini juga dapat membantu mengurangi risiko penyakit pencernaan.
- Protein nabati, protein nabati seperti tepung kedelai atau tepung jagung dapat menjadi sumber protein yang penting bagi ikan herbivora. Namun, komposisi asam amino harus seimbang agar pertumbuhan optimal tercapai.

- Vitamin dan mineral, ikan herbivora juga membutuhkan vitamin dan mineral seperti vitamin C, vitamin K, kalsium, dan fosfor.

Ikan karnivora seperti salmon memangsa ikan kecil, krustasea, dan hewan laut lainnya yang tinggi protein hewani. Oleh karena itu, pakan yang sesuai untuk ikan karnivora lebih kaya protein hewani. Nutrisi yang penting bagi ikan karnivora meliputi:

- Protein hewani, protein hewani seperti ikan, udang, atau produk-produk yang berasal dari hewan laut adalah sumber utama protein bagi ikan karnivora. Protein hewani mengandung asam amino esensial yang dibutuhkan untuk pertumbuhan yang cepat dan kuat.
- Lemak, lemak adalah sumber energi yang penting dan juga berperan dalam pengangkutan vitamin larut lemak. Ikan karnivora membutuhkan lemak yang cukup dalam pakan.
- Vitamin Larut Lemak, vitamin A, D, E, dan K yang larut dalam lemak sangat penting bagi ikan karnivora.
- Vitamin B12, vitamin B12 adalah nutrisi kunci bagi ikan karnivora, dan sering kali harus ditambahkan dalam pakan.
- Vitamin C, meskipun ikan karnivora tidak memerlukan vitamin C dalam jumlah besar seperti ikan herbivora, vitamin ini masih diperlukan untuk menjaga kesehatan umum.

Pemahaman yang tepat tentang kebutuhan nutrisi ikan berdasarkan jenis makanan alam adalah kunci untuk memilih dan merancang pakan yang sesuai dalam budidaya ikan. Ini membantu dalam mencapai pertumbuhan yang optimal, kesehatan yang baik, dan efisiensi pakan yang tinggi, yang semuanya mendukung keberhasilan budidaya ikan (NRC, 2011).

Tahap pertumbuhan ikan juga memengaruhi jenis dan komposisi pakan yang tepat. Ikan dalam tahap pertumbuhan awal memerlukan pakan dengan kadar protein yang lebih tinggi untuk mendukung pertumbuhan cepat. Sementara itu, ikan dewasa yang siap panen mungkin membutuhkan pakan yang lebih seimbang untuk pemeliharaan dan kualitas daging yang baik. Tahap pertumbuhan awal (Larva dan Juvenil), ikan muda atau larva memerlukan pakan yang mengandung

kadar protein yang tinggi untuk mendukung pertumbuhan yang cepat (Tacon & Metian, 2008). Nutrisi yang penting pada tahap ini meliputi:

- Protein tinggi, larva ikan memerlukan protein tinggi untuk membangun jaringan tubuh yang kuat dan pertumbuhan yang cepat. Protein ini juga berperan dalam pengembangan otot dan sistem pencernaan yang efisien.
- Asam amino esensial, asam amino esensial, seperti lisin dan metionin, harus tersedia dalam jumlah yang cukup dalam pakan untuk mendukung pertumbuhan yang optimal.
- Lemak, lemak juga diperlukan dalam jumlah yang moderat untuk memberikan energi tambahan dan asam lemak esensial yang dibutuhkan oleh larva ikan.
- Vitamin, vitamin, terutama vitamin larut air seperti vitamin C, sangat penting dalam mendukung sistem kekebalan tubuh yang berkembang dan kesehatan umum pada tahap pertumbuhan awal.

Tahap dewasa, ketika ikan mencapai tahap dewasa dan siap panen, kebutuhan nutrisinya akan berubah. Pada tahap ini, nutrisi yang penting meliputi:

- Protein yang lebih rendah, ikan dewasa yang siap panen umumnya memerlukan protein yang lebih rendah dibandingkan dengan tahap pertumbuhan awal. Protein ini lebih banyak digunakan untuk pemeliharaan tubuh dan reproduksi daripada pertumbuhan.
- Lemak yang seimbang, kadar lemak dalam pakan harus seimbang untuk mendukung pemeliharaan dan kualitas daging yang baik. Asam lemak esensial seperti omega-3 dan omega-6 penting untuk kesehatan jaringan dan organ dalam tubuh ikan.
- Vitamin dan mineral, vitamin dan mineral yang seimbang tetap penting untuk menjaga kesehatan dan sistem kekebalan tubuh ikan dewasa. Beberapa vitamin seperti vitamin D dan E juga penting untuk reproduksi yang baik.

Selain itu, pada tahap dewasa, pengelolaan pakan harus lebih cermat. Pemberian pakan harus dikendalikan dengan baik untuk meminimalkan limbah pakan yang tidak dikonsumsi, yang dapat mengganggu kualitas air dan menyebabkan polusi lingkungan. Pemahaman yang baik tentang kebutuhan nutrisi ikan berdasarkan tahap

pertumbuhannya membantu pembudidaya ikan dalam memilih pakan yang tepat dan mengoptimalkan pengelolaan pakan. Ini juga berkontribusi pada efisiensi budidaya ikan dan produksi yang berkelanjutan (Hardy, 2020).

Berdasarkan jenis ikan dan tahap pertumbuhannya, komposisi nutrisi dalam pakan harus diatur secara hati-hati. Ini termasuk proporsi protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral dalam diet ikan. Pengetahuan tentang kebutuhan nutrisi spesifik ikan dalam tahap tertentu dapat membantu dalam memformulasikan pakan yang sesuai. Formulasi pakan yang sesuai berdasarkan jenis ikan dan tahap pertumbuhannya adalah kunci dalam budidaya perikanan yang sukses. Proporsi protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral dalam diet ikan harus diatur dengan hati-hati sesuai dengan kebutuhan nutrisi yang berubah seiring pertumbuhan dan perkembangan ikan. Pengetahuan yang tepat tentang kebutuhan nutrisi spesifik ikan dalam tahap tertentu sangat penting (Tacon & Metian, 2008).

Pada tahap pertumbuhan awal, ikan umumnya memerlukan pakan dengan kadar protein yang lebih tinggi, karena protein penting untuk pembentukan jaringan tubuh. Seiring pertumbuhan, proporsi protein dalam pakan dapat dikurangi untuk memenuhi kebutuhan pemeliharaan tubuh dan reproduksi. Sumber protein dalam pakan juga penting. Ikan karnivora memerlukan protein hewani berkualitas tinggi, sementara ikan herbivora dapat memanfaatkan protein nabati. Pemilihan sumber protein yang sesuai berdasarkan jenis ikan sangat krusial. Lemak adalah sumber energi yang penting dan juga penting untuk transportasi vitamin larut lemak dan asam lemak esensial. Proporsi lemak dalam pakan harus diatur sesuai dengan kebutuhan energi ikan dan tingkat aktivitasnya. Karbohidrat, meskipun tidak selalu menjadi komponen utama dalam pakan ikan, juga diperlukan. Pada beberapa tahap pertumbuhan, karbohidrat dapat digunakan sebagai sumber energi tambahan. Kebutuhan vitamin dan mineral dapat berbeda pada tahap pertumbuhan yang berbeda. Vitamin dan mineral yang larut dalam air dan larut dalam lemak harus disediakan dalam jumlah yang cukup untuk menjaga kesehatan dan fungsi tubuh ikan.

Asam amino esensial harus diperhitungkan dalam formulasi pakan. Asam amino ini tidak dapat diproduksi oleh tubuh ikan dan harus

disediakan melalui pakan. Selain komposisi nutrisi, manajemen pemberian pakan juga penting. Pemberian pakan harus disesuaikan dengan tingkat konsumsi ikan, suhu air, dan kondisi lingkungan lainnya. Merumuskan pakan yang sesuai adalah proses yang dinamis. Pembudidaya ikan harus terus memantau pertumbuhan dan kondisi ikan serta melakukan penyesuaian dalam formulasi pakan jika diperlukan. Selain memenuhi kebutuhan nutrisi, pemilihan bahan baku yang berkelanjutan dan praktik budidaya yang ramah lingkungan juga harus dipertimbangkan dalam formulasi pakan ikan (Hardy, 2020).

Ketersediaan bahan baku untuk pakan juga dapat memengaruhi pemilihan pakan. Beberapa jenis pakan mungkin lebih mudah diproduksi berdasarkan ketersediaan bahan baku lokal. Hal ini bisa menjadi faktor pertimbangan ekonomi yang penting bagi pembudidaya ikan. Penggunaan bahan baku yang lebih murah dan lebih mudah didapat secara lokal dapat mengurangi biaya produksi pakan. Ini dapat membuat budidaya ikan lebih ekonomis dan menguntungkan. Beberapa bahan baku mungkin tersedia dalam jumlah yang cukup hanya dalam musim tertentu. Pembudidaya ikan perlu mempertimbangkan ketersediaan bahan baku sepanjang tahun untuk memastikan pasokan pakan yang konsisten. Kualitas bahan baku lokal yang tersedia juga perlu diperhatikan. Bahan baku yang buruk dapat memengaruhi kualitas pakan dan kesehatan ikan. Oleh karena itu, pemilihan bahan baku harus mempertimbangkan kualitas dan keamanan pakan.

Diversifikasi bahan baku dapat mengurangi risiko tergantung pada satu sumber yang dapat mengalami fluktuasi dalam ketersediaan atau harga. Ini dapat membantu menjaga stabilitas produksi pakan. Pemrosesan bahan baku lokal juga dapat menjadi faktor penting. Pemrosesan yang baik dapat meningkatkan nilai nutrisi dan daya simpan bahan baku. Terkadang, pembudidaya ikan mungkin harus mempertimbangkan pilihan pakan alternatif berdasarkan ketersediaan bahan baku. Misalnya, jika sumber protein hewani yang mahal tidak tersedia, dapat mencari alternatif nabati yang sesuai. Ketersediaan bahan baku juga dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor eksternal seperti perubahan iklim atau masalah pasar. Pembudidaya ikan perlu mengantisipasi perubahan ini dalam merencanakan pasokan pakan. Ketika mempertimbangkan bahan baku lokal, penting juga untuk

mempertimbangkan keberlanjutan sumber daya. Pemanfaatan berlebihan atau tidak berkelanjutan dari bahan baku dapat memiliki dampak negatif pada lingkungan (Gatlin *et al.*, 2007).

Tujuan produksi ikan, apakah untuk pertumbuhan maksimal, kualitas daging yang baik, atau reproduksi, juga harus dipertimbangkan dalam pemilihan pakan. Berdasarkan tujuan produksi, formulasi pakan dapat disesuaikan untuk mencapai hasil yang diinginkan. Jika tujuan utama adalah mencapai pertumbuhan maksimal dalam waktu singkat, formulasi pakan harus difokuskan pada peningkatan kadar protein dan energi dalam pakan. Protein tinggi dan lemak yang cukup akan memberikan energi dan asam amino yang diperlukan untuk pertumbuhan yang cepat. Dalam hal ini, pemilihan sumber protein yang berkualitas tinggi juga sangat penting. Jika tujuan produksi adalah menghasilkan ikan dengan kualitas daging yang baik, maka formulasi pakan harus memperhatikan proporsi lemak, asam lemak esensial, dan nutrisi penting lainnya yang memengaruhi kualitas daging. Misalnya, asam lemak omega-3 dapat meningkatkan rasa dan nilai gizi daging ikan.

Jika tujuan utama adalah reproduksi ikan, formulasi pakan harus mempertimbangkan kebutuhan nutrisi selama siklus reproduksi. Ini termasuk asupan nutrisi yang cukup untuk memproduksi telur berkualitas tinggi dan mendukung perkembangan larva yang sehat. Pakan dengan kualitas tinggi dan komposisi nutrisi yang tepat diperlukan untuk mencapai tujuan reproduksi. Kesehatan ikan adalah tujuan utama dalam budidaya. Formulasi pakan harus mencakup nutrisi yang dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh ikan, seperti vitamin dan mineral tertentu. Pemberian pakan yang sesuai juga dapat membantu dalam menghindari masalah kesehatan seperti penyakit pencernaan. Efisiensi pakan adalah pertimbangan penting dalam budidaya ikan komersial. Formulasi pakan dapat dirancang untuk mencapai pertumbuhan yang baik dengan pakan yang lebih sedikit, mengurangi biaya produksi dan dampak lingkungan. Dalam konteks keberlanjutan, pemilihan pakan yang berkelanjutan dan formulasi yang mendukung prinsip-prinsip keberlanjutan seperti penggunaan bahan baku yang berkelanjutan dan pengurangan limbah pakan yang tidak dikonsumsi adalah tujuan yang penting (Hardy, 2020).

Faktor lingkungan seperti suhu air, kualitas air, dan kepadatan populasi ikan dalam kolam atau kandang memiliki dampak signifikan pada jenis dan frekuensi pemberian pakan dalam budidaya ikan. Kondisi lingkungan memengaruhi tingkat metabolisme ikan dan konsumsi pakan, sehingga mempengaruhi strategi pemberian pakan. Suhu air memengaruhi tingkat metabolisme ikan. Pada suhu air yang lebih tinggi, ikan umumnya memiliki tingkat metabolisme yang lebih tinggi dan membutuhkan lebih banyak pakan untuk mendukung kebutuhan energi. Sebaliknya, pada suhu air yang lebih rendah, metabolisme ikan akan melambat, dan konsumsi pakan akan berkurang. Oleh karena itu, frekuensi pemberian pakan harus disesuaikan dengan suhu air yang berubah sepanjang tahun. Kualitas air, termasuk tingkat oksigen, pH, dan kualitas air lainnya, sangat memengaruhi kesehatan dan kesejahteraan ikan. Kualitas air yang buruk dapat mengurangi nafsu makan ikan, bahkan jika pakan tersedia. Dalam kondisi ini, perlu dilakukan perbaikan kualitas air sebelum meningkatkan pemberian pakan (Jobling, 2019).

Kepadatan populasi ikan dalam kolam juga memainkan peran penting. Pada kepadatan yang tinggi, persaingan antar ikan untuk sumber daya pakan dan ruang dapat mengakibatkan ikan yang lebih rendah dalam hierarki sosial mendapatkan pakan lebih sedikit. Oleh karena itu, dalam kepadatan tinggi, perlu pengelolaan pemberian pakan lebih cermat untuk memastikan semua ikan mendapatkan asupan nutrisi yang cukup. Jenis pakan yang digunakan juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Misalnya, pada suhu air yang lebih tinggi, pakan yang lebih cepat terurai mungkin lebih cocok, sementara pada suhu yang lebih rendah, pakan yang lebih stabil dalam air mungkin lebih disarankan. Pakan yang tidak dikonsumsi dapat menjadi limbah sehingga dapat mencemari lingkungan perairan. Dalam kondisi ini ikan tidak mengonsumsi pakan dengan efisien, cemaran ini dapat menyebabkan masalah lingkungan seperti peningkatan konsentrasi nutrisi dalam air. Oleh karena itu, pemberian pakan harus sesuai dengan tingkat konsumsi ikan dan perlu diawasi dengan cermat (Stickney, 2015).



### **3.1.2. Ketersediaan dan Kualitas Pakan**

Ketersediaan pakan merupakan pertimbangan penting dalam budidaya ikan, karena dapat memengaruhi kualitas dan kuantitas pakan yang dapat diberikan kepada ikan. Ketersediaan bahan baku untuk pembuatan pakan ikan adalah faktor yang sangat penting. Ini termasuk bahan seperti tepung ikan, jagung, kedelai, dan bahan lainnya yang digunakan dalam formulasi pakan. Fluktuasi harga dan ketersediaan bahan baku dapat memengaruhi biaya produksi pakan dan harga jual ikan. Musim dan kondisi iklim memengaruhi ketersediaan pakan alami seperti plankton atau zooplankton di perairan. Musim panas yang panjang dan hangat dapat mendukung pertumbuhan plankton yang melimpah, yang menjadi sumber pakan alami bagi ikan. Sebaliknya, musim dingin atau kondisi iklim yang tidak stabil dapat mempengaruhi ketersediaan pakan alami.

Infrastruktur yang mendukung pasokan dan distribusi pakan ikan juga sangat penting. Ketersediaan pakan yang konsisten dan efisien kepada pembudidaya ikan memainkan peran kunci dalam menjaga produksi yang stabil. Sistem distribusi yang baik juga dapat membantu pembudidaya ikan mendapatkan pakan dengan mudah dan tanpa kerugian. Perubahan iklim global dapat memiliki dampak signifikan pada ketersediaan pakan alami di perairan. Perubahan suhu air, pola curah hujan, dan perubahan lingkungan lainnya dapat memengaruhi ekosistem perairan, sebagai akibatnya ketersediaan pakan bagi ikan. Permintaan pakan ikan juga dapat memengaruhi ketersediaan. Jika permintaan pakan ikan meningkat, produsen pakan dapat berusaha untuk meningkatkan produksi dan distribusi. Sebaliknya, jika permintaan turun, ini dapat memengaruhi ketersediaan pakan di pasar. Pengembangan inovasi dalam formulasi pakan dan teknologi budidaya dapat mempengaruhi jenis pakan yang tersedia. Misalnya, penggunaan pakan buatan seperti pelet dan bubuk pakan telah menjadi solusi untuk meningkatkan ketersediaan pakan yang konsisten (Kutty, 2019).

Kualitas pakan merujuk pada nilai nutrisi dan kesesuaian pakan dengan kebutuhan ikan. Kualitas pakan juga dapat dipengaruhi oleh keragaman bahan baku yang digunakan dalam formulasi pakan ikan. Menggunakan berbagai sumber protein, lemak, dan karbohidrat dapat

memastikan ikan mendapatkan nutrisi yang seimbang. Asam amino esensial adalah komponen penting dalam pakan, dan kualitas pakan dapat diukur dari sejauh mana asam amino tersebut tercukupi. Pakan yang mengandung asam amino esensial yang tepat akan membantu dalam pertumbuhan dan reproduksi yang baik. Dalam konteks keberlanjutan, penting untuk memastikan bahwa bahan baku yang digunakan dalam pakan ikan berasal dari sumber yang berkelanjutan. Hal ini memastikan bahwa budidaya ikan tidak memberikan dampak negatif pada lingkungan.

Kualitas pakan juga terkait dengan kebersihan dan higienitasnya. Kontaminasi mikroba atau bahan kimia berbahaya dalam pakan dapat merugikan ikan dan mengganggu kualitas produk akhir. Tidak hanya tentang apa yang ada dalam pakan, tetapi juga sejauh mana nutrisi tersebut dapat dicerna dan diserap oleh ikan. Kualitas pakan juga termasuk sejauh mana nutrisi tersebut memiliki bioavailabilitas yang tinggi. Lemak dalam pakan rentan teroksidasi, yang dapat mengurangi kualitas pakan. Stabilitas oksidasi lemak dalam pakan harus diperhatikan untuk memastikan bahwa asam lemak esensial tetap dalam keadaan yang baik. Labeling yang jelas dan akurat pada pakan adalah penting. Ini membantu pembudidaya ikan untuk memilih pakan yang sesuai dengan kebutuhan ikan dan memenuhi standar keamanan pangan. Pengujian kualitas secara berkala adalah praktik yang baik untuk memastikan bahwa pakan yang digunakan memenuhi standar kualitas yang diharapkan. Uji ini dapat melibatkan analisis laboratorium untuk memeriksa komposisi nutrisi, tingkat kontaminan, dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi kualitas pakan (Gatlin *et al.*, 2007).

### **3.1.3. Faktor Lingkungan**

Suhu air merupakan faktor lingkungan yang kritis dalam budidaya ikan karena memengaruhi metabolisme ikan, aktivitas makan, dan penyerapan nutrisi. Setiap spesies ikan memiliki toleransi suhu yang berbeda dan akan mengalami perubahan dalam performa dan kesehatan jika suhu air di sekitarnya tidak sesuai dengan toleransi ikan. Setiap jenis ikan memiliki toleransi suhu yang ideal dimana ikan tumbuh dan berfungsi dengan baik. Sebagai contoh, ikan tropis cenderung

membutuhkan suhu air yang lebih tinggi, sementara ikan yang hidup di perairan dingin memiliki toleransi suhu yang lebih rendah. Pemilihan pakan harus mempertimbangkan spesies ikan yang dibudidayakan dan memastikan bahwa suhu air di kolam sesuai dengan toleransi suhu. Suhu air memengaruhi tingkat metabolisme ikan. Pada suhu yang lebih tinggi, metabolisme ikan akan meningkat, yang dapat mengakibatkan peningkatan kebutuhan nutrisi dan energi. Sebaliknya, pada suhu yang lebih rendah, metabolisme ikan akan melambat, yang mempengaruhi aktivitas makan dan pencernaan. Oleh karena itu, komposisi pakan harus disesuaikan dengan suhu air untuk memenuhi kebutuhan nutrisi yang berubah.

Suhu air yang ekstrem, terlalu tinggi atau terlalu rendah, dapat mengganggu aktivitas makan ikan. Pada suhu ekstrem, ikan cenderung kurang aktif dalam mencari makanan dan dapat mengalami penurunan nafsu makan. Ini dapat memengaruhi asupan pakan dan pertumbuhan ikan. Suhu air juga memengaruhi penyerapan nutrisi oleh ikan. Pada suhu yang ekstrem, penyerapan nutrisi dapat terganggu, bahkan jika pakan tersedia dalam jumlah yang cukup. Oleh karena itu, pemilihan pakan harus mempertimbangkan suhu air untuk memaksimalkan efisiensi penyerapan nutrisi. Pemantauan suhu air secara teratur dalam kolam atau kandang sangat penting. Hal ini memungkinkan pembudidaya ikan untuk mengambil tindakan jika suhu air tidak sesuai dengan preferensi spesies yang dibudidayakan. Penggunaan perangkat pemantauan suhu yang otomatis juga dapat membantu dalam menjaga suhu air dalam kisaran yang diinginkan (Jobling, 2019).

Kualitas air termasuk faktor-faktor seperti pH, oksigen terlarut, amonia, nitrit, dan kandungan padatan terlarut. Kualitas air yang buruk dapat menghambat penyerapan nutrisi oleh ikan dan berdampak negatif pada kesehatan. Pemilihan pakan harus mempertimbangkan kualitas air yang optimal untuk pertumbuhan dan kesehatan ikan. pH air mengacu pada tingkat keasaman atau kebasaan air. Setiap spesies ikan memiliki rentang pH yang optimal. pH yang ekstrem, baik terlalu tinggi (basa) atau terlalu rendah (asam), dapat mengganggu pencernaan dan penyerapan nutrisi oleh ikan. Oleh karena itu, pemilihan pakan harus mempertimbangkan tingkat pH air yang sesuai dengan spesies yang dibudidayakan. Oksigen terlarut adalah parameter yang sangat penting

dalam kualitas air. Ikan memerlukan oksigen untuk pernapasan, dan tingkat oksigen terlarut yang rendah dapat menyebabkan stres oksigen dan mengganggu metabolisme. Pada tingkat oksigen yang rendah, aktivitas makan dan pencernaan ikan dapat terpengaruh, sehingga pemilihan pakan harus mempertimbangkan tingkat oksigen terlarut yang memadai (Boyd, 2015).

Amonia dan nitrit adalah produk sampingan metabolisme ikan yang harus dibuang dari tubuhnya. Konsentrasi tinggi amonia dan nitrit dalam air dapat merusak insang ikan dan mengganggu keseimbangan ion dalam tubuh ikan. Oleh karena itu, pengukuran amonia dan nitrit sangat penting, dan pemilihan pakan harus mempertimbangkan pengelolaan limbah dan pengurangan tingkat amonia dan nitrit dalam kolam. Kandungan padatan terlarut dalam air dapat memengaruhi visibilitas ikan dan efisiensi pencernaannya. Kualitas air yang buruk dengan tingkat padatan terlarut yang tinggi dapat mengganggu makanan dan mempengaruhi kinerja pakan. Kebersihan air juga merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan. Kontaminasi mikroba atau patogen dalam air dapat menyebabkan penyakit ikan. Pemilihan pakan harus memastikan bahwa pakan yang digunakan aman dan tidak terkontaminasi (Stickney, 2015).

Tingkat kepadatan populasi ikan dalam kolam atau media budidaya dapat memengaruhi akses ikan terhadap pakan. Kepadatan yang tinggi dapat menyebabkan persaingan untuk pakan, sementara kepadatan yang rendah dapat membuat pakan terbuang. Dalam kondisi kepadatan populasi yang tinggi, ikan cenderung bersaing satu sama lain untuk mendapatkan pakan. Ini dapat mengakibatkan ikan yang lebih rendah dalam level trofik mendapatkan akses yang lebih terbatas ke pakan. Dalam situasi ini, penting untuk memastikan bahwa pakan yang disediakan cukup untuk memenuhi kebutuhan semua ikan dalam kolam. Di sisi lain, dalam kepadatan populasi yang rendah, pakan mungkin terbuang atau tidak dimanfaatkan secara efisien oleh ikan. Ini dapat mengakibatkan pemborosan pakan dan biaya yang tinggi. Dalam kondisi ini, pemilihan pakan harus mempertimbangkan bagaimana memaksimalkan penggunaan pakan dan mengurangi limbah.

Jenis pakan yang digunakan juga dapat berpengaruh. Misalnya, pelet pakan yang tenggelam mungkin lebih cocok dalam kolam dengan

kepadatan tinggi karena ikan dapat lebih mudah mengaksesnya daripada pakan yang mengapung. Sebaliknya, pakan yang mengapung mungkin lebih sesuai untuk kolam dengan kepadatan rendah karena dapat meminimalkan limbah. Frekuensi pemberian pakan juga perlu dipertimbangkan. Untuk kolam dengan kepadatan tinggi, seringnya pemberian pakan dalam porsi kecil dapat membantu mengurangi persaingan dan dapat dipastikan bahwa semua ikan mendapatkan asupan nutrisi yang cukup. Pemantauan keadaan kolam secara rutin itu penting. Ini dapat membantu pembudidaya ikan untuk mengidentifikasi masalah persaingan pakan atau pemborosan pakan yang mungkin terjadi. Tindakan korektif, seperti penyesuaian jumlah pakan yang diberikan, dapat diambil berdasarkan pengamatan tersebut (Jobling, 2019).

Terdapat tiga metode pemberian pakan, yaitu *ad libitum*, *at satiation*, dan *restricted feed*. Pemberian pakan ikan secara *ad libitum* dapat dilakukan dengan memberikan akses terus-menerus kepada ikan untuk mengonsumsi pakan. Ini dapat dilakukan dengan menyediakan pakan dalam jumlah yang cukup dan mudah diakses oleh ikan sepanjang waktu. Pemilihan jenis pakan sangat penting dalam pemberian *ad libitum*. Pakan harus mencakup nutrisi yang diperlukan oleh ikan, seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral. Jenis pakan yang sesuai akan tergantung pada spesies ikan yang dipelihara (Jobling, 2013). Metode *ad libitum* mengharuskan pakan tersedia setiap waktu. Metode ini banyak digunakan untuk pembenihan yang menggunakan pakan hidup dan pakan dapat tersedia setiap saat pada media budidaya dalam kondisi segar (Munaeni et al., 2023).

Pemberian pakan ikan secara *ad satiation* adalah suatu metode pemberian pakan dimana ikan diberi makan sebanyak yang diinginkan atau mampu konsumsi dalam suatu periode waktu tertentu. Dalam konteks ini, "*ad satiation*" berarti memberikan pakan sebanyak yang diinginkan atau sebanyak yang ikan mampu makan dalam satu waktu tanpa pembatasan jumlah (Hardy, 2002). Metode ini dapat dilakukan jika ikan budidaya sudah diketahui daya tampung pada lambung secara maksimal dalam setiap pemberian pakan (Munaeni et al., 2023). Menurut Haris (2019), pemberian pakan yang maksimal akan mudah diterapkan jika ikan yang dipelihara sudah terbiasa dengan pola makan harian berdasarkan pengalaman di lapangan.

Pemberian pakan ikan secara *restricted feed* adalah metode di mana jumlah pakan yang diberikan kepada ikan dibatasi atau dikontrol secara ketat dalam suatu periode waktu tertentu. Tujuannya adalah untuk mengatur asupan pakan ikan dengan cermat, mencegah *overfeeding*, dan mengoptimalkan efisiensi pakan. Metode ini dapat digunakan dalam konteks budidaya ikan untuk mencapai pertumbuhan yang optimal dan menjaga kondisi kesehatan ikan (Hardy, 2002).

Selain istilah di atas, terdapat pula metode *Feeding Rate* (FR) merupakan metode dengan menghitung jumlah pakan ikan yang diberikan setiap hari dan biasanya dalam persen biomassa. *Feedingrate* pada pemberian pakan berkisar antara 2-5% per hari atau bahkan lebih. Sedangkan biomassa adalah jumlah total perunit area pada waktu tertentu. Pada ikan yang berukuran besar jumlah pakan yang diberikan semakin berkurang atau sedikit serta semakin kecil ukuran ikan maka jumlah pakan yang diberikan semakin banyak (Haris, 2019).

Pakan alami seperti plankton atau zooplankton merupakan komponen penting dalam budidaya ikan, terutama pada sistem budidaya yang menggunakan air terbuka seperti kolam atau tambak. Namun, ketersediaan pakan alami ini dapat dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk cuaca dan perubahan iklim. Cuaca memiliki pengaruh besar pada ketersediaan pakan alami. Misalnya pada daerah bermusim empat, musim semi dan musim panas sering kali menjadi periode dimana populasi plankton dan zooplankton *blooming* dan berlimpah. Ini disebabkan oleh peningkatan cahaya matahari, suhu air yang lebih tinggi, dan kondisi lingkungan lain yang mendukung pertumbuhan plankton. Sebaliknya, musim gugur dan musim dingin cenderung memiliki populasi plankton yang lebih rendah. Perubahan iklim global dapat memengaruhi pola dan ketersediaan pakan alami dalam jangka panjang. Perubahan suhu air, pola curah hujan, dan faktor-faktor lain yang terkait dengan perubahan iklim dapat mengubah ekosistem perairan dan memengaruhi kelimpahan plankton dan zooplankton (Browman & Rodriguez, 2008).

Pengelolaan keberlanjutan dalam mengelola sumber daya pakan alami seperti plankton adalah kunci untuk menjaga ketersediaan pakan alami. Penangkapan berlebihan atau penggunaan yang tidak berkelanjutan dari plankton dapat mengurangi ketersediaan pakan alami

dalam jangka panjang. Sebagai respons terhadap fluktuasi dalam ketersediaan pakan alami, pembudidaya ikan sering mengembangkan alternatif pakan seperti pakan buatan atau formulasi pakan yang mengandung sumber nutrisi yang berbeda. Ini dapat membantu mengatasi masalah ketidakpastian dalam ketersediaan pakan alami. Pemantauan kualitas air dan pemantauan kelimpahan pakan alami adalah praktik penting dalam budidaya ikan. Ini membantu pembudidaya ikan untuk mengambil tindakan yang tepat jika terjadi fluktuasi dalam ketersediaan pakan alami (Ahmed, 2019).

Kebersihan kolam budidaya sangat penting dalam menjaga ketersediaan pakan, baik itu pakan alami maupun pakan buatan. Penumpukan sisa pakan yang tidak terkonsumsi dapat berdampak negatif pada kolam pemeliharaan. Sisa pakan yang terbuang dan membusuk di dalam kolam dapat memengaruhi kualitas air. Proses pembusukan sisa pakan menghasilkan zat-zat seperti amonia dan nitrit yang dapat merusak kualitas air dan mengganggu kesehatan ikan. Penumpukan sisa pakan buatan yang tidak terkonsumsi juga dapat mengganggu ketersediaan pakan alami seperti plankton atau zooplankton. Ikan yang tidak mengonsumsi pakan buatan dengan baik mungkin kurang termotivasi untuk mencari pakan alami. Sisa pakan yang membusuk dapat menjadi tempat berkembang biak bagi bakteri dan parasit yang berpotensi merugikan ikan. Ini dapat meningkatkan risiko penyakit dalam kolam. Penumpukan sisa pakan juga berarti bahwa sebagian besar nutrisi yang ada dalam pakan buatan tidak dimanfaatkan dengan baik oleh ikan. Ini dapat mengurangi efisiensi nutrisi dan pertumbuhan ikan.

Untuk mengatasi masalah ini, pemantauan dan manajemen kolam adalah solusinya. Berikut merupakan beberapa praktik yang dapat membantu menjaga kebersihan dan kualitas lingkungan budidaya. Pastikan untuk memberikan jumlah pakan yang sesuai dengan kebutuhan ikan dan mengurangi *overfeeding*. Ini akan mengurangi sisa pakan yang tidak terkonsumsi. Lakukan pemantauan rutin terhadap kualitas air, termasuk tingkat amonia, nitrit, dan parameter lainnya. Tindakan korektif dapat diambil jika ditemukan masalah. Pengelolaan limbah harus menjadi bagian dari perencanaan budidaya. Sisa pakan yang terbuang harus dikelola dengan baik, dan sistem pembuangan yang

efektif harus disediakan. Kolam harus dibersihkan secara berkala untuk menghilangkan sisa pakan dan kotoran ikan. Ini akan membantu menjaga kebersihan lingkungan budidaya. Perencanaan pemberian pakan harus mempertimbangkan kecepatan konsumsi pakan oleh ikan. Jika ikan sudah makan cukup, pemberian pakan tambahan harus dihentikan (Hargreaves, 2006).

Waktu dan tingkat paparan cahaya dapat memengaruhi aktivitas makan ikan. Ini karena banyak spesies ikan memiliki ritme biologis dan preferensi terhadap kondisi cahaya tertentu yang memengaruhi pola makannya. Banyak spesies ikan memiliki ritme harian yang terkait dengan siklus matahari. Jenis ikan ini cenderung lebih aktif dalam mencari makan selama periode terang dan kurang aktif atau bahkan beristirahat selama periode gelap. Ini berarti bahwa pemberian pakan yang lebih baik dilakukan selama siang hari. Dalam budidaya ikan, penggunaan cahaya buatan dapat digunakan untuk mengendalikan pola makan ikan. Pencahayaan buatan yang sesuai dapat merangsang ikan untuk makan pada waktu yang diinginkan oleh pembudidaya ikan. Misalnya, cahaya buatan dapat digunakan untuk meningkatkan aktivitas makan pada malam hari. Perubahan tiba-tiba dalam tingkat pencahayaan, seperti lampu yang tiba-tiba dimatikan atau dinyalakan, dapat mengganggu aktivitas makan ikan. Oleh karena itu, penting untuk menjaga paparan cahaya yang konsisten agar ikan tidak terganggu. Setiap spesies ikan dapat memiliki preferensi yang berbeda terhadap waktu dan tingkat cahaya. Misalnya, beberapa spesies ikan dapat lebih aktif mencari makan pada pagi hari, sementara yang lain mungkin lebih aktif di malam hari. Pemahaman tentang preferensi spesies tertentu penting dalam manajemen budidaya. Suhu air juga dapat memengaruhi aktivitas makan ikan. Ikan cenderung lebih aktif pada suhu yang sesuai dengan preferensi spesiesnya (Davis, 2002).

Lingkungan budidaya yang mengandalkan sumber energi terbarukan seperti matahari, seperti yang sering terjadi dalam sistem aquaponik, dapat memengaruhi produksi pakan ikan dan jenis pakan yang dapat digunakan. Ini terkait erat dengan keterbatasan dalam pasokan energi, yang dapat mempengaruhi pertumbuhan plankton atau alga sebagai sumber pakan alami ikan. Sistem aquaponik yang mengandalkan energi matahari sering kali memiliki sumber energi yang



terbatas. Ini berarti bahwa penggunaan pompa air, aerasi, atau sistem pencahayaan tambahan dalam kolam atau sistem budidaya mungkin harus dibatasi. Hal ini dapat memengaruhi kemampuan untuk menjaga kelimpahan pakan alami seperti plankton atau alga. Keterbatasan energi juga dapat membatasi jenis pakan buatan yang dapat digunakan dalam sistem aquaponik. Beberapa jenis pakan buatan memerlukan pengeringan atau pemrosesan yang memerlukan energi tambahan. Dalam situasi dengan pasokan energi yang terbatas, pemilihan pakan buatan yang memerlukan sedikit energi untuk produksi mungkin lebih masuk akal (Rakocy *et al.*, 2006).

Pengelolaan energi yang bijaksana dalam sistem aquaponik sangat penting. Ini melibatkan pemantauan dan pengoptimalan penggunaan energi untuk mendukung pertumbuhan ikan dan produksi pakan alami. Misalnya, pencahayaan buatan mungkin hanya dinyalakan selama periode tertentu dalam sehari untuk merangsang pertumbuhan plankton. Sistem aquaponik yang efisien sering melibatkan hubungan antara pertumbuhan ikan, produksi pakan alami, dan manajemen limbah. Pemahaman yang baik tentang bagaimana komponen-komponen ini berinteraksi adalah kunci untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan produksi yang berkelanjutan. Lingkungan budidaya yang mengandalkan energi terbarukan seperti matahari sering kali dianggap lebih berkelanjutan. Namun, perencanaan yang hati-hati dan manajemen yang efisien tetap diperlukan untuk mengoptimalkan produksi pakan dan pertumbuhan ikan dalam kondisi dengan keterbatasan energi (Goddek *et al.*, 2015).

### **3.2. Metode Evaluasi Kualitas Pakan**

Evaluasi kualitas pakan ikan adalah langkah penting dalam memastikan bahwa pakan yang diberikan kepada ikan sesuai dengan kebutuhan nutrisinya. Analisis kimia adalah metode dalam memastikan kualitas pakan ikan. Melalui analisis kimia, komposisi nutrisi pakan dapat diukur secara akurat, memastikan bahwa pakan memenuhi kebutuhan nutrisi spesifik ikan yang dibudidayakan. Analisis proksimat adalah metode umum yang digunakan untuk mengukur komposisi nutrisi dasar dalam pakan. Ini mencakup pengukuran kadar air, protein

kasar, lemak kasar, serat kasar, dan abu dalam pakan. Kadar air penting karena dapat mempengaruhi konsentrasi nutrisi dalam pakan yang sebenarnya. Kandungan protein dalam pakan adalah salah satu aspek kunci yang diukur. Ini penting karena protein merupakan komponen utama dalam pertumbuhan, pemeliharaan jaringan tubuh, dan reproduksi ikan. Analisis ini melibatkan pengukuran kadar protein kasar dan juga dapat mencakup analisis asam amino yang lebih rinci.

Lemak adalah sumber energi yang padat dalam pakan ikan. Analisis lemak melibatkan pengukuran kadar lemak kasar dalam pakan. Selain itu, analisis ini juga dapat mencakup pemantauan asam lemak esensial yang penting bagi kesehatan ikan. Meskipun ikan adalah pemakan protein, karbohidrat juga penting sebagai sumber energi. Analisis karbohidrat mengukur kadar karbohidrat dalam pakan, yang membantu memastikan bahwa ikan memiliki energi yang cukup untuk aktivitas sehari-hari. Analisis ini mencakup pengukuran kadar vitamin larut lemak, seperti vitamin A, D, E, K, dan vitamin B kompleks, serta mineral seperti kalsium, fosfor, besi, dan lainnya. Vitamin dan mineral diperlukan dalam jumlah kecil, tetapi sangat penting untuk kesehatan ikan dan pertumbuhan yang optimal. Selain komposisi nutrisi, analisis kimia juga dapat digunakan untuk mendeteksi kontaminan atau zat berbahaya dalam pakan yang dapat membahayakan ikan (Wilson, 2002).

Analisis kandungan asam amino adalah langkah penting dalam memastikan kualitas pakan ikan yang optimal. Asam amino adalah komponen penting dalam diet ikan karena asam amino merupakan blok bangunan protein, yang merupakan salah satu nutrisi utama yang dibutuhkan oleh ikan. Pakan ikan harus mengandung asam amino esensial dalam jumlah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan ikan. Ini termasuk asam amino seperti lisin, treonin, metionin, valin, dan isoleusin. Analisis kandungan asam amino membantu mengidentifikasi potensi defisiensi asam amino dalam pakan. Defisiensi asam amino dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan ikan. Dengan mengetahui profil asam amino dalam pakan, produsen pakan dapat memastikan bahwa formula pakan disesuaikan untuk menghindari defisiensi tersebut. Selain identifikasi asam amino esensial yang cukup, keseimbangan asam amino juga penting. Keseimbangan yang tepat antara asam amino esensial memastikan bahwa protein yang disintesis

oleh ikan memiliki kualitas yang baik, mendukung pertumbuhan dan kesehatan yang optimal. Hasil analisis kandungan asam amino dapat digunakan untuk menyesuaikan formula pakan sesuai dengan jenis ikan yang dibudidayakan dan tahap pertumbuhannya. Ini memungkinkan produsen pakan untuk merumuskan pakan yang lebih sesuai dengan kebutuhan spesifik ikan. Dengan memastikan pakan mengandung asam amino yang cukup, pembudidaya ikan dapat meningkatkan efisiensi nutrisi dalam budidaya ikan. Ini dapat mengurangi limbah nutrisi ke lingkungan dan biaya produksi (Davis *et al*, 2004).

Analisis vitamin dan mineral dalam pakan ikan adalah langkah yang kritis dalam memastikan bahwa ikan menerima nutrisi yang diperlukan untuk kesehatan yang optimal dan pertumbuhan yang baik. Vitamin dan mineral adalah mikronutrien yang diperlukan dalam jumlah kecil, tetapi sangat penting untuk berbagai fungsi biologis dalam tubuh ikan. Analisis vitamin mencakup pengukuran konsentrasi vitamin dalam pakan, termasuk vitamin A, D, E, K, serta vitamin B kompleks seperti tiamin, riboflavin, niacin, dan lainnya. Setiap vitamin memiliki peran khusus dalam metabolisme dan kesehatan ikan. Kekurangan vitamin dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk gangguan pertumbuhan, penyakit, atau kerusakan organ. Mineral yang penting untuk ikan termasuk kalsium, fosfor, besi, seng, magnesium, dan lainnya. Analisis mineral mencakup pengukuran konsentrasi mineral dalam pakan. Mineral mendukung berbagai fungsi, seperti pembentukan tulang, pengaturan keseimbangan air dalam tubuh, dan berbagai reaksi biokimia. Kekurangan mineral dapat mengganggu pertumbuhan dan kesehatan ikan. Selain mengukur konsentrasi individu vitamin dan mineral, penting untuk memastikan keseimbangan nutrisi keseluruhan dalam pakan. Keseimbangan yang baik antara vitamin dan mineral mendukung pertumbuhan dan kesehatan ikan. Misalnya, kalsium dan fosfor harus ada dalam keseimbangan yang tepat untuk memastikan pembentukan tulang yang sehat. Vitamin dan mineral dalam pakan dapat terdegradasi atau teroksidasi selama penyimpanan. Oleh karena itu, penting untuk memantau dan memelihara kualitas pakan secara baik agar nutrisi tetap optimal hingga mencapai ikan. Hasil analisis vitamin dan mineral dapat digunakan untuk menyesuaikan formula pakan sesuai dengan jenis ikan yang dibudidayakan dan tahap pertumbuhannya. Ini

memastikan bahwa ikan menerima nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan ikan (NRC, 2011).

Pemeriksaan keamanan pangan adalah langkah yang sangat penting dalam pengembangan dan produksi pakan ikan. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa pakan yang diberikan kepada ikan adalah aman untuk dikonsumsi oleh ikan itu sendiri dan aman bagi konsumen manusia jika ikan tersebut akan menjadi bagian dari rantai pangan. Uji keamanan pangan mencakup pengujian untuk mendeteksi kontaminan atau zat berbahaya dalam pakan ikan. Kontaminan ini dapat berupa residu pestisida, antibiotik, logam berat seperti merkuri, mikroorganisme patogen seperti bakteri *Salmonella* atau *E. coli*, dan berbagai zat beracun lainnya. Pemeriksaan ini bertujuan untuk memastikan bahwa pakan tidak mengandung tingkat kontaminan yang berbahaya bagi ikan atau konsumen akhir. Hasil uji keamanan pangan dibandingkan dengan standar keamanan yang telah ditetapkan oleh otoritas regulasi pangan. Standar ini berbeda di berbagai negara dan wilayah, tetapi setiap negara menetapkan batas maksimum yang diperbolehkan untuk kontaminan tertentu dalam pakan ikan. Pakan yang melampaui batas-batas ini dianggap tidak aman.

Beberapa produsen pakan ikan mungkin mengikuti program sertifikasi keamanan pangan yang ketat. Ini dapat melibatkan pemeriksaan dan pengujian reguler oleh pihak ketiga untuk memastikan bahwa pakan mematuhi standar keamanan tertentu. Keamanan pangan juga terkait dengan pengendalian kualitas bahan baku yang digunakan dalam produksi pakan. Produsen pakan harus memastikan bahwa bahan baku yang digunakan bebas dari kontaminan atau zat berbahaya yang dapat mencemari pakan. Pengujian keamanan pangan juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi risiko dalam rantai pasokan pakan. Hal ini memungkinkan produsen untuk mengambil tindakan pencegahan yang tepat untuk mengurangi risiko kontaminasi. Keamanan pangan adalah proses yang berkelanjutan. Pengujian dan pemantauan keamanan pangan harus dilakukan secara rutin selama produksi pakan untuk memastikan bahwa pakan tetap aman sepanjang waktu. Hasil uji keamanan pangan harus dijaga dengan transparansi dan pelaporan yang baik. Ini penting untuk memastikan bahwa informasi yang relevan

tersedia bagi semua pihak yang terlibat dalam produksi, distribusi, dan konsumsi pakan ikan (EFSA, 2017).

Uji daya teraputik adalah langkah penting dalam pengembangan pakan ikan yang mengandung obat-obatan atau bahan kimia tertentu. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa pakan tersebut efektif dalam pengobatan dan pencegahan penyakit ikan, serta aman bagi kesehatan ikan dan lingkungan perairan. Dalam uji daya teraputik, dosis obat atau bahan kimia yang efektif harus ditentukan. Ini melibatkan eksperimen untuk mengidentifikasi dosis yang tepat untuk mencapai efek teraputik yang diinginkan tanpa efek samping yang merugikan. Dosis yang terlalu rendah mungkin tidak efektif, sementara dosis yang terlalu tinggi dapat menyebabkan keracunan atau kerusakan lingkungan. Uji daya teraputik juga digunakan untuk mengukur efektivitas pengobatan. Ini melibatkan pemantauan gejala penyakit ikan dan perkembangan kondisi kesehatan ikan setelah menerima pakan yang mengandung obat atau bahan kimia tertentu. Tujuan adalah untuk memastikan bahwa pengobatan berhasil mengatasi penyakit yang ada. Selain efektivitas, uji daya teraputik juga harus memastikan keamanan ikan yang mengonsumsi pakan tersebut. Ini mencakup pemantauan efek samping atau dampak negatif lainnya pada ikan, seperti gangguan perilaku atau penurunan pertumbuhan. Uji daya teraputik juga harus mempertimbangkan dampak lingkungan dari penggunaan obat atau bahan kimia dalam pakan. Ini melibatkan pemantauan dampak pada ekosistem perairan dan organisme non-target. Bahan kimia yang terlalu beracun atau mencemari lingkungan dapat memiliki konsekuensi serius. Penggunaan obat dalam pakan ikan juga dapat menyebabkan perkembangan resistensi obat oleh patogen atau parasit. Oleh karena itu, uji daya teraputik harus mencakup evaluasi potensi resistensi dan strategi penggunaan obat yang bijak. Uji daya teraputik harus mematuhi regulasi dan pedoman yang berlaku dalam penggunaan obat-obatan dalam pakan ikan. Hal ini penting untuk memastikan kepatuhan dengan standar keamanan dan keberlanjutan (Citarasu *et al.*, 2001).

Pemantauan kualitas fisik pakan ikan merupakan tahap penting dalam memastikan bahwa pakan yang diberikan kepada ikan memenuhi standar kualitas yang tinggi. Tekstur pakan adalah salah satu indikator kualitas utama. Pakan yang berkualitas baik harus memiliki tekstur yang

konsisten, tidak terlalu keras atau terlalu lunak. Perubahan tekstur dapat menunjukkan masalah dalam proses produksi atau penyimpanan. Aroma pakan juga penting. Pakan yang segar harus memiliki aroma yang khas dan tidak memiliki bau yang tidak normal atau tidak diinginkan. Perubahan aroma dapat menjadi indikator adanya kontaminasi atau kerusakan pakan. Warna pakan ikan dapat bervariasi tergantung pada jenis bahan baku yang digunakan. Warna yang tidak biasa atau perubahan warna yang signifikan dapat mengindikasikan masalah dalam formulasi atau penyimpanan pakan. Bentuk fisik pakan harus seragam dan sesuai dengan yang diharapkan. Adanya pecahan, kerusakan, atau perbedaan dalam bentuk pakan dapat mengganggu konsumsi oleh ikan dan efisiensi pemberian pakan. Kelembaban dalam pakan harus sesuai dengan standar yang ditetapkan. Kelembaban berlebihan dapat menyebabkan pertumbuhan jamur atau hama, sementara kelembaban yang terlalu rendah dapat mengakibatkan kehilangan nutrisi. Pemantauan untuk kehadiran hama atau jamur dalam pakan sangat penting. Keberadaan organisme yang tidak diinginkan ini dapat merusak kualitas pakan dan mengancam kesehatan ikan. Kemurnian pakan juga harus diperhatikan. Kontaminasi oleh bahan asing atau kontaminan dapat membahayakan ikan dan mengganggu efektivitas pakan. Kualitas kemasan pakan juga harus dipantau. Kemasan yang baik dan tahan lama membantu melindungi pakan dari kerusakan dan kontaminasi (Hardy, 2010).

Pengujian daya tahan simpan adalah komponen kunci dalam memastikan kualitas pakan ikan selama penyimpanan dan distribusi. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa pakan tetap berkualitas baik dan tidak mengalami degradasi selama periode penyimpanan. Pengujian daya tahan simpan harus memantau stabilitas nutrisi dalam pakan. Ini mencakup pemantauan kadar protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral dalam pakan selama periode penyimpanan. Perubahan yang signifikan dalam komposisi nutrisi dapat mengurangi nilai nutrisi pakan. Pengujian juga harus memeriksa kadar air dalam pakan. Kadar air yang tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan jamur atau bakteri yang merusak pakan. Kadar air yang rendah dapat mengakibatkan kehilangan nutrisi. Selain stabilitas nutrisi, pengujian daya tahan simpan juga harus memeriksa keamanan pakan. Ini mencakup pemantauan kontaminan

atau zat berbahaya yang dapat muncul selama penyimpanan, seperti mikroorganisme patogen atau kontaminasi kimia.

Perubahan fisik dalam pakan juga harus dicatat. Ini mencakup perubahan warna, aroma, tekstur, dan bentuk fisik pakan selama penyimpanan. Perubahan ini dapat mengindikasikan masalah kualitas. Pengujian daya tahan simpan juga harus mempertimbangkan kualitas kemasan. Kemasan yang buruk dapat memungkinkan kontaminasi dan degradasi pakan. Faktor lingkungan penyimpanan seperti suhu dan kelembaban harus dikontrol dan dimonitor selama pengujian. Kondisi penyimpanan yang buruk dapat mempercepat kerusakan pakan. Dalam beberapa kasus, pengujian daya tahan simpan dapat melibatkan akselerasi kondisi penyimpanan, seperti penyimpanan pada suhu yang lebih tinggi dari suhu normal. Ini membantu dalam memahami bagaimana pakan akan bertahan dalam kondisi yang lebih ekstrem. Pengujian daya tahan simpan harus dilakukan secara rutin selama periode penyimpanan yang mewakili masa kadaluarsa pakan. Hal ini memungkinkan produsen untuk mengidentifikasi masalah kualitas segera dan mengambil tindakan yang sesuai.

Pemantauan konsumsi pakan oleh ikan merupakan langkah penting dalam manajemen budidaya ikan. Hal ini membantu produsen untuk memahami sejauh mana ikan menerima dan mengonsumsi pakan yang diberikan. Pemantauan konsumsi pakan harus dilakukan secara harian. Ini melibatkan pengamatan seberapa banyak pakan yang diberikan kepada ikan dan seberapa banyak yang dikonsumsi oleh ikan selama periode pemberian pakan. Pemantauan juga harus memperhatikan adanya variasi dalam konsumsi pakan oleh ikan. Ikan mungkin memiliki periode aktif makan dan periode tidakaktif makan. Pemahaman ini membantu dalam mengatur jadwal pemberian pakan yang efisien. Jika ikan tiba-tiba menolak atau mengurangi konsumsi pakan, ini dapat menjadi indikasi adanya masalah. Hal ini bisa mencakup masalah kualitas pakan, masalah kesehatan ikan, atau perubahan lingkungan yang memengaruhi pola makan ikan.

Selain jumlah pakan yang dikonsumsi, pemantauan bobot ikan juga penting. Pertumbuhan dan kesehatan ikan dapat dievaluasi dengan memantau pertambahan bobot selama periode tertentu. Perubahan dalam perilaku makan ikan juga harus diperhatikan. Ikan yang tiba-tiba

menjadi pasif atau menunjukkan perilaku aneh mungkin mengalami masalah kesehatan atau stres yang memengaruhi nafsu makan. Pemantauan konsumsi pakan membantu dalam mengambil tindakan korektif jika diperlukan. Jika ikan menolak pakan, produsen dapat memeriksa kualitas pakan, kondisi air, atau kesehatan ikan untuk menemukan penyebabnya. Pemantauan konsumsi pakan harus dilakukan secara berkelanjutan selama budidaya ikan. Ini memungkinkan produsen untuk mengidentifikasi tren dalam konsumsi pakan dan merespons perubahan yang mungkin terjadi seiring waktu (Gatlin *et al.*, 2007).



# BAB 4

## TEKNIK PENYEDIAAN DAN PENYIMPANAN PAKAN

### 4.1. Formulasi Pakan

Formulasi pakan merupakan tahap awal dalam penyediaan pakan ikan yang berkualitas. Proses ini melibatkan perhitungan dan pencampuran bahan-bahan pakan dengan komposisi yang sesuai untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ikan. Identifikasi kebutuhan nutrisi ikan adalah tahap kritis dalam formulasi pakan yang memastikan bahwa pakan yang dihasilkan akan memenuhi kebutuhan ikan secara optimal. Proses ini melibatkan pemahaman mendalam tentang karakteristik spesifik ikan yang dibudidayakan, tahap pertumbuhan, dan tujuan produksi. Pertama-tama, identifikasi spesies ikan yang akan dibudidayakan. Setiap spesies memiliki kebutuhan nutrisi yang berbeda. Misalnya, kebutuhan nutrisi ikan nila akan berbeda dari kebutuhan nutrisi ikan salmon. Tentukan tahap pertumbuhan ikan yang akan diberi pakan. Apakah ikan dalam tahap larva, pakan awal, pakan pertengahan, atau tahap dewasa. Apakah tujuan produksi utama adalah pertumbuhan maksimal, kualitas daging yang baik, atau reproduksi? Tujuan ini akan memengaruhi komposisi nutrisi yang diperlukan dalam pakan. Sebagai contoh, ikan yang ditargetkan untuk pertumbuhan maksimal memerlukan pakan dengan kadar protein yang lebih tinggi. Konsultasikan literatur ilmiah atau referensi terkait untuk memahami kebutuhan nutrisi khusus untuk spesies ikan dan tahap pertumbuhan tertentu. Ini mencakup kebutuhan protein, lemak, karbohidrat, vitamin,

mineral, dan asam amino esensial. Lingkungan budidaya, seperti suhu air, kualitas air, dan kepadatan populasi ikan, juga dapat memengaruhi kebutuhan nutrisi. Faktor-faktor ini perlu diperhitungkan dalam menentukan komposisi pakan. Selama siklus budidaya, perubahan dalam kebutuhan nutrisi atau respons ikan terhadap pakan harus dipantau. Ini dapat memerlukan penyesuaian formulasi pakan selama budidaya. Semua informasi tentang kebutuhan nutrisi ikan harus didokumentasikan dengan baik. Ini mencakup persentase protein, lemak, karbohidrat, serta vitamin dan mineral yang dibutuhkan (Hardy, 2010).

Pemilihan bahan baku pakan ikan adalah langkah penting dalam formulasi pakan yang berkualitas. Pemilihan bahan baku harus mempertimbangkan ketersediaan, biaya, dan kualitas nutrisi. Protein merupakan komponen utama dalam pakan ikan. Sumber protein biasanya berasal dari tepung ikan, tepung kedelai, tepung jagung, tepung tepung, dan lainnya. Pemilihan sumber protein harus mempertimbangkan tingkat pencernaan, profil asam amino, dan kualitas proteinnya.

Karbohidrat adalah sumber energi bagi ikan. Sumber karbohidrat termasuk jagung, gandum, tepung ubi jalar, dan lainnya. Karbohidrat yang dipilih harus sesuai dengan kebutuhan energi ikan dan harus dapat dicerna dengan baik. Lemak penting untuk pertumbuhan ikan dan transportasi vitamin larut lemak. Sumber lemak dapat berasal dari minyak ikan, minyak nabati, atau lemak hewani. Pemilihan sumber lemak harus mempertimbangkan profil asam lemak, terutama asam lemak esensial seperti omega-3.

Vitamin dan mineral dapat diperoleh dari bahan baku seperti premix vitamin dan mineral. Pemilihan premix harus memastikan bahwa semua vitamin dan mineral yang diperlukan oleh ikan tersedia dalam jumlah yang cukup. Beberapa bahan baku mungkin tidak mengandung nutrisi yang cukup, sehingga suplemen nutrisi seperti vitamin, mineral, atau asam amino dapat diperlukan untuk mencapai komposisi nutrisi yang tepat. Bahan baku harus memenuhi standar kualitas dan keamanan pangan. Hal ini termasuk menghindari bahan baku yang terkontaminasi atau mengandung zat berbahaya yang dapat merugikan ikan atau konsumen akhir jika ikan dikonsumsi. Biaya bahan baku juga merupakan faktor penting dalam pemilihan. Beberapa bahan baku mungkin lebih ekonomis dibandingkan yang lain, tetapi pemilihan harus seimbang antara biaya dan kualitas nutrisi. Pemilihan bahan baku juga harus

mempertimbangkan dampak lingkungan. Beberapa bahan baku dapat memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan yang lain. Budidaya bahan baku yang berkelanjutan dapat menjadi pertimbangan penting dalam pemilihan (Tacon & Metian, 2008).

Perhitungan proporsi nutrisi dalam formulasi pakan ikan adalah tahap penting dalam memastikan bahwa pakan yang dihasilkan memenuhi kebutuhan nutrisi ikan dengan tepat. Proses ini melibatkan perhitungan persentase protein, lemak, karbohidrat, serta vitamin dan mineral dalam pakan. Langkah pertama adalah merujuk kebutuhan nutrisi yang telah diidentifikasi untuk spesies ikan tertentu dan tahap pertumbuhannya. Ini mencakup kebutuhan akan protein, lemak, karbohidrat, vitamin, mineral, dan asam amino esensial. Setelah bahan baku pakan dipilih, analisis komposisi nutrisi dari setiap bahan baku perlu dilakukan. Ini mencakup persentase protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral dalam masing-masing bahan baku. Berdasarkan kebutuhan nutrisi ikan dan komposisi nutrisi dari bahan baku, perhitungan dilakukan untuk menghasilkan komposisi campuran pakan yang sesuai. Ini dapat melibatkan perbandingan berbagai bahan baku dalam berbagai proporsi untuk mencapai target nutrisi. Perhitungan proporsi dapat melibatkan pengoptimalan untuk memastikan bahwa komposisi nutrisi yang dihasilkan memenuhi kebutuhan ikan secara optimal. Ini dapat melibatkan perubahan dalam proporsi bahan baku atau penggunaan suplemen nutrisi. Selain perhitungan persentase nutrisi, pemantauan kualitas fisik pakan juga perlu diperhatikan. Pastikan bahwa tekstur, aroma, warna, dan bentuk fisik pakan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Semua perhitungan dan hasil formulasi pakan harus didokumentasikan dengan baik. Ini mencakup persentase protein, lemak, karbohidrat, serta vitamin dan mineral dalam komposisi pakan.

Proses formulasi dan produksi pakan ikan merupakan tahap yang sangat penting dalam memastikan bahwa pakan yang dihasilkan memenuhi kebutuhan nutrisi ikan dengan baik dan memiliki kualitas yang tinggi. Bahan baku pakan yang telah dipilih dengan komposisi yang tepat dicampur dalam proporsi yang benar. Proses pencampuran dapat dilakukan secara manual dengan metode tradisional atau dengan bantuan mesin pencampur pakan modern. Tujuan utama dari pencampuran adalah menciptakan campuran pakan yang homogen sehingga nutrisi tersedia merata dalam setiap butiran pakan. Dalam

beberapa kasus, suplemen seperti premiks vitamin dan mineral dapat ditambahkan ke campuran pakan untuk memastikan bahwa semua kebutuhan nutrisi ikan terpenuhi. Suplemen ini dapat membantu mengatasi defisiensi nutrisi yang mungkin ada dalam bahan baku pakan. Sebelum digunakan dalam budidaya ikan, campuran pakan harus diuji untuk memastikan kualitasnya. Ini mencakup pengujian komposisi nutrisi, keamanan pangan, dan kualitas fisik pakan. Pengujian ini membantu memastikan bahwa pakan memenuhi standar nutrisi dan tidak mengandung kontaminan yang berbahaya. Jika hasil uji menunjukkan bahwa komposisi pakan tidak memenuhi standar atau kebutuhan ikan, formulasi pakan harus direvisi untuk memperbaiki kualitas pakan. Proses ini melibatkan perubahan dalam proporsi bahan baku atau penambahan suplemen nutrisi yang sesuai. Formulasi pakan yang tepat harus didokumentasikan dengan baik. Informasi nutrisi yang relevan harus dicantumkan dalam pelabelan pakan untuk memberikan pembudidaya ikan dengan informasi yang dibutuhkan tentang komposisi pakan. Penting untuk menjaga konsistensi dalam produksi pakan. Ini melibatkan pengukuran dan pencatatan proporsi bahan baku yang digunakan serta proses pencampuran yang diikuti secara konsisten. Konsistensi produksi memastikan bahwa setiap batch pakan memiliki komposisi yang serupa (Gatlin *et al.*, 2007).

#### **4.2. Proses Produksi Pakan**

Proses produksi pakan ikan harus mematuhi standar keamanan pangan dan kualitas, serta mengikuti formulasi yang telah ditentukan. Dengan proses produksi yang baik, pakan ikan dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ikan dengan baik, mendukung pertumbuhan yang optimal, dan menjaga kesehatan ikan dalam budidaya. Pengumpulan bahan baku dalam produksi pakan ikan adalah langkah awal yang kritis dalam memastikan bahwa pakan yang dihasilkan akan memenuhi kebutuhan nutrisi ikan dengan baik. Bahan baku protein seperti tepung ikan, tepung kedelai, tepung singkong, atau bahan alternatif lainnya harus dipilih dengan cermat. Pertimbangkan kualitas protein, profil asam amino, dan pencernaan bahan baku ini. Sumber protein yang baik akan memberikan asam amino esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan ikan. Sumber karbohidrat seperti jagung, gandum, atau tepung ubi jalar

harus dipilih sesuai dengan kebutuhan energi ikan dan kecernaannya. Karbohidrat yang dipilih harus memberikan energi yang cukup tetapi juga harus dapat dicerna dengan baik oleh ikan. Bahan baku lemak seperti minyak ikan, minyak kedelai, atau lemak hewani harus dipilih dengan mempertimbangkan profil asam lemak, terutama asam lemak esensial seperti omega-3. Lemak yang baik juga harus stabil selama penyimpanan.

Bahan baku vitamin dan mineral seperti premix vitamin dan mineral harus memiliki kualitas yang baik dan menyediakan semua nutrisi yang diperlukan oleh ikan. Pemilihan premix harus memastikan bahwa semua vitamin dan mineral yang diperlukan tersedia dalam jumlah yang cukup. Bahan baku harus memenuhi standar kualitas dan keamanan pangan. Pastikan bahwa bahan baku tidak terkontaminasi atau mengandung zat berbahaya yang dapat merugikan ikan atau konsumen akhir jika ikan dikonsumsi. Biaya bahan baku juga merupakan faktor penting dalam produksi pakan. Beberapa bahan baku mungkin lebih ekonomis dibandingkan yang lain, tetapi pemilihan harus seimbang antara biaya dan kualitas nutrisi. Pastikan bahwa bahan baku yang dipilih tersedia secara konsisten. Ketersediaan bahan baku yang tidak stabil dapat memengaruhi produksi pakan dan dapat berdampak negatif pada budidaya ikan. Pemilihan bahan baku juga harus mempertimbangkan dampak lingkungan. Beberapa bahan baku dapat memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan yang lain. Budidaya bahan baku yang berkelanjutan dapat menjadi pertimbangan penting dalam pemilihan (Tacon & Metian, 2008).

Penyimpanan bahan baku yang baik merupakan cara untuk menjaga kualitas dan keamanan pakan ikan yang dihasilkan. Dengan menjalankan praktik penyimpanan yang tepat, pembudidaya ikan dapat memastikan bahwa bahan baku yang digunakan dalam produksi pakan tetap dalam kondisi yang baik hingga digunakan. Suhu penyimpanan adalah faktor kunci dalam menjaga kualitas bahan baku. Bahan baku yang rentan terhadap kerusakan oleh suhu tinggi atau rendah harus disimpan pada suhu yang sesuai. Misalnya, minyak ikan harus disimpan dalam suhu yang tidak terlalu tinggi untuk mencegah oksidasi. Kelembaban dapat mengakibatkan pertumbuhan jamur atau berbagai mikroorganisme yang dapat merusak bahan baku. Pastikan bahwa bahan

baku disimpan dalam wadah yang kedap udara untuk mengendalikan kelembaban. Hama seperti serangga atau tikus dapat merusak bahan baku. Gunakan wadah yang sesuai dan langkah-langkah pengendalian hama yang tepat untuk melindungi bahan baku dari kerusakan yang disebabkan oleh hama. Beberapa bahan baku mungkin rentan terhadap penyusutan atau penurunan kualitas selama penyimpanan jangka panjang. Perhatikan tanggal kedaluwarsa atau masa simpan bahan baku dan pastikan penggunaan bahan baku tertua lebih dahulu.

Prinsip "first in, first out" (FIFO) adalah cara yang baik untuk mengelola stok bahan baku. Ini berarti menggunakan bahan baku yang lebih lama terlebih dahulu untuk mencegah penyusutan dan kehilangan kualitas. Jika ada bahan baku yang rentan terhadap kontaminasi silang, pastikan untuk menyimpannya terpisah dari bahan baku lainnya. Hal ini dapat mencegah kontaminasi yang tidak diinginkan. Secara rutin periksa kondisi bahan baku yang disimpan. Perhatikan perubahan warna, bau, atau tekstur yang mungkin menunjukkan kerusakan atau kontaminasi. Bahan baku yang tidak memenuhi standar kualitas harus dikeluarkan dari penyimpanan. Selalu catat informasi tentang bahan baku yang disimpan, termasuk tanggal penerimaan, tanggal kedaluwarsa, dan kondisi penyimpanan. Dokumentasi ini membantu dalam manajemen stok yang efisien.

Penggilingan dan penghancuran yang tepat adalah langkah penting dalam menjaga kualitas dan pencernaan pakan ikan. Dengan memperhatikan aspek-aspek tersebut, produsen pakan dapat menghasilkan campuran pakan yang berkualitas dan sesuai dengan kebutuhan nutrisi ikan. Ukuran partikel bahan baku yang dihasilkan harus sesuai dengan kebutuhan formulasi pakan dan jenis ikan yang dibudidayakan. Partikel yang terlalu besar atau terlalu kasar dapat mengurangi pencernaan pakan, sementara partikel yang terlalu halus mungkin sulit untuk dicerna oleh ikan. Pemilihan teknik penggilingan yang tepat sangat penting. Teknik penggilingan dapat bervariasi tergantung pada jenis bahan baku. Misalnya, biji-bijian seperti jagung mungkin perlu digiling menjadi tepung, sementara sumber protein seperti tepung ikan mungkin perlu dihancurkan menjadi partikel yang lebih kecil. Selama proses penggilingan, pemantauan kualitas bahan baku harus dilakukan secara berkala. Hal ini termasuk pengamatan terhadap

tekstur, warna, dan kelembaban bahan baku. Perubahan yang tidak biasa dalam kualitas harus segera diidentifikasi dan diatasi.

Jika ada bahan-bahan yang perlu dipisahkan selama proses penggilingan, seperti pemisahan tulang dari daging ikan, maka teknik pemisahan yang tepat harus digunakan. Ini memastikan bahwa hanya bagian yang diinginkan dari bahan baku yang digunakan dalam formulasi pakan. Pastikan bahwa mesin penggilingan atau penghancuran tetap bersih dan terjaga dengan baik. Kebersihan mesin adalah kunci untuk mencegah kontaminasi silang antara bahan baku yang berbeda. Proses penggilingan dan penghancuran dapat melibatkan mesin yang berpotensi berbahaya. Pastikan bahwa pekerja yang terlibat dalam proses ini dilengkapi dengan pelindung yang sesuai dan mematuhi pedoman keamanan kerja. Pemilihan peralatan penggilingan atau penghancuran harus disesuaikan dengan jenis bahan baku dan kapasitas produksi. Peralatan yang digunakan harus mampu menghasilkan partikel dengan ukuran yang konsisten dan sesuai dengan spesifikasi formulasi pakan (Ngo & Salmah, 2019).

Bahan-bahan yang sudah disiapkan dicampur dalam proporsi yang benar sesuai dengan formulasi pakan. Proses pencampuran dapat dilakukan secara manual atau dengan mesin pencampur pakan yang khusus. Proporsi bahan-bahan pakan harus diukur dengan cermat sesuai dengan formulasi pakan yang telah dirumuskan sebelumnya. Ini termasuk persentase protein, lemak, karbohidrat, serta vitamin dan mineral dalam pakan. Kesalahan dalam mengukur proporsi dapat menghasilkan pakan yang tidak sesuai dengan kebutuhan ikan. Penting untuk memastikan bahwa bahan-bahan pakan dicampur secara merata. Ini dapat dicapai dengan penggunaan mesin pencampur pakan yang dirancang khusus atau dengan metode manual yang hati-hati. Campuran yang merata memastikan bahwa setiap bagian pakan mengandung nutrisi yang seragam. Durasi pencampuran juga perlu diperhatikan. Pencampuran yang cukup lama diperlukan untuk memastikan distribusi nutrisi yang merata di seluruh campuran pakan. Waktu pencampuran yang tepat harus disesuaikan dengan jenis dan volume pakan yang diproduksi.

Pastikan bahwa mesin pencampur pakan atau alat manual yang digunakan dalam proses pencampuran tetap bersih. Kebersihan alat

adalah cara untuk mencegah kontaminasi pakan oleh bahan-bahan yang tidak diinginkan. Selama proses pencampuran, pemantauan kualitas pakan harus dilakukan secara berkala. Perhatikan adanya ketidakseragaman dalam campuran, seperti gumpalan atau perbedaan warna. Jika ada masalah, tindakan perbaikan harus segera diambil. Proses pencampuran dapat melibatkan mesin-mesin yang berpotensi berbahaya. Pastikan bahwa pekerja yang terlibat dalam pencampuran dilengkapi dengan pelindung yang sesuai dan mematuhi pedoman keamanan kerja. Setelah pencampuran selesai, sejumlah kecil pakan dari setiap batch produksi harus diambil untuk pengujian kualitas. Pengujian ini mencakup analisis komposisi nutrisi, keamanan pangan, dan kualitas fisik pakan. Batch yang tidak memenuhi standar kualitas harus disesuaikan atau dikeluarkan. Setelah pencampuran selesai, hasil produksi pakan harus didokumentasikan dengan baik. Informasi tentang komposisi nutrisi dan tanggal produksi harus dicantumkan dalam pelabelan pakan (Tacon & Metian, 2008).

Proses pencetakan dalam produksi pakan ikan adalah tahap penting untuk menghasilkan bentuk dan ukuran pakan yang sesuai dengan kebutuhan ikan yang dibudidayakan. Bentuk pakan yang dihasilkan harus sesuai dengan preferensi makanan ikan dan tahap pertumbuhannya. Pelet adalah bentuk pakan yang umum digunakan, tetapi ada juga bentuk lain seperti serbuk, granul, dan gelembung udara, tergantung pada spesies dan ukuran ikan. Penggunaan mesin cetak khusus sangat bergantung pada bentuk pakan yang diinginkan. Mesin cetak ini dapat mencetak pakan dalam bentuk pelet, tabung, atau bentuk lainnya dengan ukuran yang konsisten. Mesin cetak dilengkapi dengan cetakan yang dirancang sesuai dengan spesifikasi pakan. Selama proses pencetakan, kontrol kualitas harus dilakukan untuk memastikan bahwa bentuk dan ukuran pakan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pemantauan visual dapat digunakan untuk mendeteksi cacat atau ketidakseragaman dalam pakan yang dicetak.

Permukaan pakan yang dicetak harus cukup halus untuk meminimalkan kerugian saat pakan dimakan oleh ikan. Permukaan kasar dapat mengurangi daya tarik makanan bagi ikan dan menyebabkan pemborosan pakan. Kecepatan dan kapasitas produksi mesin cetak harus disesuaikan dengan volume produksi yang diinginkan. Kapasitas yang



tinggi dapat meningkatkan efisiensi produksi, tetapi harus dipantau untuk memastikan kualitas pakan tetap terjaga. Pastikan bahwa mesin cetak tetap bersih dan terjaga dengan baik. Kebersihan mesin adalah kunci untuk mencegah kontaminasi pakan oleh bahan-bahan yang tidak diinginkan. Mesin cetak dapat melibatkan gerakan mekanis yang berbahaya. Pastikan bahwa pekerja yang terlibat dalam proses pencetakan dilengkapi dengan pelindung yang sesuai dan mematuhi pedoman keamanan kerja. Setelah pencetakan selesai, hasil produksi pakan harus didokumentasikan dengan baik. Informasi tentang tanggal produksi, bentuk pakan, dan spesifikasi pakan harus dicantumkan dalam pelabelan pakan (Hardy, 2010).

Proses pengeringan adalah tahap kritis dalam produksi pakan ikan, terutama jika pakan dalam bentuk pelet. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam pakan sehingga dapat disimpan lebih lama tanpa risiko kerusakan atau pembusukan. Pengeringan memiliki beberapa tujuan, di antaranya adalah mengurangi kadar air pakan hingga mencapai tingkat kelembapan yang sesuai. Kelembapan yang tepat dapat memperpanjang umur simpan pakan dan mencegah pertumbuhan jamur atau mikroorganisme patogen. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengeringkan pakan, termasuk pengeringan udara panas, oven, atau pengering pakan khusus. Metode yang dipilih harus mempertimbangkan efisiensi, waktu, dan biaya produksi. Suhu dan waktu pengeringan harus diatur dengan cermat untuk memastikan bahwa pakan tidak terlalu kering atau terlalu basah. Suhu yang terlalu tinggi dapat merusak nutrisi dalam pakan, sementara suhu yang terlalu rendah mungkin tidak cukup untuk menghilangkan kadar air yang cukup.

Selama proses pengeringan, kontrol kualitas harus dilakukan secara berkala. Pengawasan visual dapat membantu mendeteksi pakan yang terlalu kering, terbakar, atau memiliki kelembapan yang tidak merata. Pengukuran kelembapan dalam pakan harus dilakukan secara teratur selama pengeringan. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat pengukur kelembapan yang sesuai. Kelembapan yang tepat harus dipertahankan selama proses pengeringan. Selain itu, kebersihan dan keamanan harus dipertahankan selama pengeringan. Pengeringan yang tidak bersih atau penggunaan bahan kimia berbahaya dapat

mengkontaminasi pakan. Setelah pengeringan selesai, sejumlah kecil pakan dari setiap batch produksi harus diambil untuk pengujian kualitas. Pengujian ini mencakup analisis komposisi nutrisi, keamanan pangan, dan kualitas fisik pakan. Batch yang tidak memenuhi standar kualitas harus disesuaikan atau dikeluarkan. Hasil produksi pakan yang telah dikeringkan harus didokumentasikan dengan baik, dan informasi tentang kelembapan akhir dan tanggal produksi harus dicantumkan dalam pelabelan pakan (Cho & Bureau, 2001).

Proses pengemasan merupakan tahap penting dalam produksi pakan ikan yang memastikan keamanan dan kualitas pakan selama penyimpanan dan distribusi. Pemilihan jenis kemasan sangat penting. Kemasan harus memenuhi beberapa persyaratan, termasuk ketahanan terhadap kelembapan, cahaya, udara, dan kontaminasi. Kemasan yang umum digunakan untuk pakan ikan termasuk kantong plastik, kantong kertas laminasi, atau kantong anyaman. Kemasan harus aman bagi pakan ikan dan tidak mengandung kontaminan atau zat berbahaya yang dapat merugikan kesehatan ikan atau konsumen akhir jika ikan dikonsumsi. Penggunaan kemasan yang aman bagi pakan adalah prioritas utama. Kelembapan dapat merusak pakan dengan cepat. Oleh karena itu, kemasan harus dirancang untuk mencegah masuknya kelembapan ke dalam pakan. Penggunaan kemasan kedap udara atau penyegelan yang baik sangat penting. Setiap kemasan pakan harus dilengkapi dengan pelabelan yang jelas dan informatif. Informasi yang harus dicantumkan mencakup tanggal produksi, tanggal kedaluwarsa, komposisi nutrisi, dan petunjuk pemakaian yang tepat.

Kemasan harus dilengkapi dengan sistem pelacak untuk mendeteksi penyalahgunaan atau pembukaan yang tidak sah. Ini membantu memastikan keamanan pakan dan mencegah potensi kontaminasi. Produsen harus memperhatikan masa simpan pakan dalam kemasan. Ini memerlukan pemahaman yang baik tentang bagaimana kondisi penyimpanan dapat memengaruhi umur simpan pakan. Masa simpan harus dicantumkan dalam pelabelan. Proses penyegelan kemasan harus dijalankan dengan cermat dan dengan pengaturan yang sesuai. Kemasan yang tidak disegel dengan baik dapat menyebabkan kontaminasi dan kerusakan pakan. Selama proses pengemasan, pemantauan kualitas harus dilakukan secara berkala. Ini mencakup

pengecekan apakah pakan yang dikemas memiliki kelembaban yang sesuai dan apakah kemasan utuh. Pengelolaan inventaris yang baik sangat penting. Produsen harus memiliki sistem yang efisien untuk melacak jumlah stok pakan yang tersedia dan mengatur pengemasan sesuai dengan permintaan. Jika memungkinkan, pengemasan pakan dalam jumlah besar atau satu kali sekaligus dapat mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi produksi (Newkirk & Classen, 2002).

Penyimpanan produk pakan jadi adalah tahap kritis dalam menjaga kualitas dan kesegaran pakan sebelum digunakan dalam budidaya ikan. Suhu penyimpanan yang tepat sangat penting. Produk pakan jadi harus disimpan pada suhu yang sesuai untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang dapat merusak pakan. Suhu yang direkomendasikan bervariasi tergantung pada jenis pakan, tetapi umumnya berkisar antara 5 hingga 25 derajat Celsius. Kelembapan dapat merusak produk pakan. Penyimpanan harus dilakukan di tempat yang kering dan terlindung dari kelembapan. Kemasan harus dirancang untuk mencegah masuknya kelembapan ke dalam produk. Produk pakan harus disimpan dengan cara yang mencegah kontaminasi oleh bahan asing, seperti debu atau bahan kimia berbahaya. Tempat penyimpanan harus bersih dan terlindung dari kontaminasi.

Perlindungan dari serangga dan hama adalah penting. Serangga atau hama yang masuk ke dalam produk pakan dapat merusak kualitas pakan dan menjadi masalah kesehatan. Prinsip FIFO (First In, First Out) harus diterapkan. Ini berarti produk yang lebih lama harus digunakan lebih dulu, sedangkan produk yang lebih baru ditempatkan di belakang. Hal ini penting untuk memastikan bahwa produk tidak kedaluwarsa. Tempat penyimpanan harus dilengkapi dengan pemantauan suhu yang sesuai. Sistem pemantauan suhu dapat memberikan peringatan jika suhu penyimpanan melebihi batas yang aman. Produk pakan jadi harus disimpan dalam wadah atau kemasan yang tertutup dengan rapat. Hal ini membantu mencegah kontaminasi dan kerusakan akibat kelembapan. Produk pakan jadi harus memiliki pelabelan yang jelas, termasuk tanggal produksi dan tanggal kedaluwarsa. Ini membantu pembudidaya ikan atau pengguna lainnya untuk memastikan bahwa pakan yang digunakan masih dalam masa simpan yang aman. Pengelolaan inventaris yang efisien sangat penting. Produsen pakan harus memiliki sistem yang

memungkinkan ikan untuk melacak jumlah stok pakan yang tersedia dan mengatur penyimpanan dengan baik. Beberapa jenis pakan mungkin memerlukan penyimpanan tertentu, seperti pakan yang mengandung obat-obatan. Petunjuk penyimpanan khusus harus diikuti dengan cermat (Nwanna & Jideani, 2018).

Pemeriksaan kualitas pakan merupakan tahap penting dalam produksi pakan ikan yang memastikan bahwa produk pakan memenuhi standar nutrisi, keamanan pangan, dan kualitas fisik yang ditetapkan. Produk pakan harus dianalisis secara rutin untuk memastikan bahwa komposisi nutrisinya sesuai dengan formulasi yang diinginkan. Ini melibatkan pengujian kadar protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral dalam pakan. Pemeriksaan ini harus dilakukan dengan metode analisis kimia yang akurat. Produk pakan harus menjalani uji keamanan pangan untuk memastikan bahwa tidak ada kontaminan atau zat berbahaya dalam pakan yang dapat merugikan kesehatan ikan atau konsumen akhir jika ikan dikonsumsi. Ini termasuk uji residu obat-obatan atau bahan kimia yang mungkin ada dalam pakan. Kualitas fisik pakan juga harus diperiksa secara rutin. Ini mencakup pengamatan terhadap tekstur, aroma, warna, dan bentuk fisik pakan. Pakan yang buruk dapat memiliki ciri-ciri seperti kelembaban berlebihan, aroma yang tidak biasa, atau kehadiran jamur atau hama.

Produk pakan harus diuji untuk mengevaluasi daya tahan simpannya. Ini melibatkan pengujian stabilitas kualitas pakan dalam berbagai kondisi penyimpanan, termasuk suhu yang berbeda-beda. Pengujian ini membantu menentukan tanggal kadaluarsa produk pakan. Selama proses produksi, pemantauan kualitas harus dilakukan secara berkala. Ini mencakup pengawasan terhadap tahap-tahap produksi, termasuk pencampuran, pencetakan, pengeringan, dan pengemasan. Pemantauan ini membantu mencegah kesalahan produksi yang dapat memengaruhi kualitas pakan. Pengujian organoleptik melibatkan pengujian oleh panel manusia untuk mengevaluasi rasa, bau, dan tekstur pakan. Ini penting terutama jika pakan digunakan dalam produksi ikan konsumsi manusia. Produk pakan harus diuji untuk memastikan bahwa kualitasnya tetap stabil selama masa simpannya. Pengujian ini mencakup pemantauan perubahan nutrisi atau kerusakan fisik selama penyimpanan. Kadar air dalam pakan harus diuji secara

teratur karena kelembapan berlebihan dapat memengaruhi daya tahan dan kualitas pakan. Pengujian ini membantu memastikan bahwa kadar air dalam pakan berada dalam batas yang aman. Jika pakan mengandung protein, pengujian asam amino penting untuk memastikan bahwa pakan mengandung asam amino esensial yang cukup untuk pertumbuhan ikan. Pengujian ini membantu mengidentifikasi defisiensi asam amino yang dapat menghambat pertumbuhan. Produk pakan harus diuji untuk memastikan bahwa kandungan vitamin dan mineral sesuai dengan kebutuhan ikan. Pengujian ini membantu mencegah defisiensi vitamin atau mineral yang dapat merugikan kesehatan ikan (Hardy, 2010).

Distribusi pakan ikan merupakan tahap penting dalam rantai pasokan pakan ikan yang memastikan bahwa produk pakan sampai ke tangan pembudidaya ikan atau pemangku kepentingan lainnya yang membutuhkan pakan tersebut. Sebelum memulai distribusi, perlu ada rencana yang matang mengenai bagaimana pakan akan didistribusikan. Rencana ini harus mencakup rute distribusi, jumlah pakan yang akan didistribusikan, jadwal distribusi, dan pemilihan distributor atau agen distribusi jika diperlukan. Transportasi merupakan elemen kunci dalam distribusi pakan ikan. Produk pakan harus diangkut dari pabrik atau pusat distribusi ke lokasi tujuan dengan aman dan efisien. Pemilihan jenis transportasi, seperti truk, kapal, atau kereta api, harus mempertimbangkan jarak dan kondisi jalur yang akan dilalui. Selama transportasi, produk pakan harus disimpan dalam kondisi yang sesuai untuk mencegah kerusakan atau kerusakan. Ini termasuk pengendalian suhu dan kelembaban, serta perlindungan dari benturan dan getaran selama pengiriman. Distribusi pakan ikan seringkali bersifat regional, di mana produk pakan didistribusikan ke wilayah-wilayah tertentu. Ini memungkinkan pakan untuk mencapai pembudidaya ikan yang berada dalam jarak yang wajar dari pusat distribusi, mengurangi biaya transportasi. Dalam beberapa kasus, perusahaan pakan mungkin bekerja sama dengan distributor atau agen distribusi lokal yang memiliki pengetahuan tentang pasar dan jaringan distribusi yang luas. Ini dapat mempermudah distribusi ke tingkat yang lebih lokal.

Selama distribusi, penting untuk menjaga keamanan pangan produk pakan. Ini termasuk memastikan bahwa produk pakan tidak terkontaminasi selama proses distribusi dan bahwa tanggal kedaluwarsa

diawasi dengan ketat. Distribusi harus diatur sedemikian rupa sehingga pembudidaya ikan memiliki akses yang konsisten ke pakan berkualitas. Ini penting untuk menjaga pertumbuhan dan kesehatan ikan yang optimal. Perusahaan pakan harus memiliki sistem pengendalian persediaan yang efektif untuk mengelola stok pakan yang ada dan mengantisipasi permintaan dari pelanggan. Hal ini akan memastikan ketersediaan pakan sesuai kebutuhan. Sebagai bagian dari distribusi, perusahaan pakan juga dapat memberikan pelatihan dan dukungan teknis kepada pembudidaya ikan. Ini melibatkan pendidikan tentang penggunaan pakan yang benar dan memberikan saran teknis untuk mendukung produktivitas ikan. Setelah distribusi, penting untuk melakukan pemantauan dan evaluasi untuk memastikan bahwa pakan mencapai tujuan dengan baik. Ini melibatkan pengukuran efektivitas distribusi, umpan balik dari pelanggan, dan perbaikan yang diperlukan (Barlow & Lovell, 1991). Proses produksi pakan ikan harus mematuhi standar keamanan pangan dan kualitas, serta mengikuti formulasi yang telah ditentukan. Dengan proses produksi yang baik, pakan ikan dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ikan dengan baik, mendukung pertumbuhan yang optimal, dan menjaga kesehatan ikan dalam budidaya.

#### **4.3. Penyimpanan dan Penanganan Pakan**

Penyimpanan dan penanganan pakan ikan yang tepat sangat penting untuk memastikan bahwa pakan tetap berkualitas baik dan aman digunakan dalam budidaya ikan (Gambar 4.1). Gudang penyimpanan harus dipilih dengan hati-hati, dan harus memenuhi syarat-syarat tertentu seperti kebersihan, kekeringan, dan perlindungan dari kondisi lingkungan yang merusak. Kebersihan gudang dan alat penyimpanan adalah faktor penting dalam mencegah kontaminasi pakan. Langkah-langkah harus diambil untuk mencegah masuknya hama seperti tikus dan serangga ke dalam area penyimpanan. Suhu penyimpanan harus dijaga agar sesuai dengan rekomendasi penyimpanan untuk jenis pakan tertentu. Suhu yang tepat akan membantu mencegah kerusakan nutrisi dalam pakan. Beberapa jenis pakan memerlukan perlakuan penyimpanan khusus. Contohnya, pakan hidup seperti cacing

memerlukan wadah dengan air dan oksigen yang cukup. Pakan beku perlu disimpan pada suhu yang sangat rendah untuk menjaga kualitasnya.



Gambar 4.1. Penyimpanan pakan dalam gudang  
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023

Prinsip "first in, first out" harus diterapkan untuk menghindari kedaluwarsa pakan. Pakan yang lebih lama harus digunakan terlebih dahulu untuk memastikan bahwa pakan yang baru selalu tersedia. Pengawasan berkala terhadap kualitas fisik dan nutrisi pakan penting untuk memastikan bahwa pakan tetap berkualitas baik selama penyimpanan. Pengujian laboratorium juga perlu dilakukan untuk mengukur komposisi nutrisi dan keamanan pangan. Petugas yang menangani pakan harus menjaga kebersihan diri dan menghindari kontaminasi. Ini termasuk mencuci tangan sebelum menangani pakan dan menghindari penggunaan peralatan yang tidak bersih. Penggunaan pelindung seperti topi dan masker saat menangani pakan yang berdebu atau berpotensi berbahaya sangat penting untuk melindungi kesehatan petugas. Semua karyawan yang terlibat dalam penyimpanan dan penanganan pakan harus menerima pelatihan yang memadai tentang

praktik yang aman dan kualitas pakan (Shah & Sundararaj, 2020). Dengan menjalankan praktik-praktik penyimpanan yang baik, perusahaan pakan ikan dapat memastikan bahwa pakan yang disediakan kepada pembudidaya ikan adalah berkualitas tinggi, aman, dan sesuai dengan kebutuhan nutrisi ikan.



# BAB 5

## MANAJEMEN PAKAN IKAN

### 5.1. Frekuensi Pemberian Pakan

Frekuensi pemberian pakan pada ikan merupakan faktor penting dalam manajemen budidaya ikan. Frekuensi ini berkaitan dengan seberapa sering ikan diberi makan dalam sehari atau dalam periode tertentu. Frekuensi pemberian pakan dapat bervariasi tergantung pada beberapa faktor, termasuk jenis ikan, usia ikan, kondisi lingkungan, dan tujuan budidaya. Secara umum, frekuensi pemberian pakan pada ikan dapat dibagi menjadi beberapa pola umum:

- **Pakan Continuously (Pakan Terus-Menerus)**, beberapa jenis ikan, terutama ikan herbivora atau *filter feeder* seperti nila, memakan pakan terus-menerus sepanjang hari karena makanan yang dikonsumsi berupa plankton atau alga yang tersedia secara terus-menerus di lingkungan budidaya.
- **Pakan Harian (Once Daily Feeding)**, pola pemberian pakan harian adalah yang paling umum. Pada pola ini, ikan diberi makan satu kali sehari. Ini sering diterapkan pada ikan yang memakan pakan berupa pelet atau formulasi pakan buatan.
- **Pakan Terbagi (Multiple Feedings)**, beberapa budidaya ikan yang memiliki tingkat pertumbuhan yang cepat atau kebutuhan nutrisi yang tinggi mungkin memerlukan pemberian pakan terbagi sepanjang hari. Pada pola ini, pakan diberikan beberapa kali dalam sehari dalam porsi-porsi kecil.

- **Pemberian Pakan Tertentu (Scheduled Feeding)**, pemberian pakan dapat dijadwalkan secara teratur, misalnya setiap 4 atau 6 jam sekali. Ini sering diterapkan pada budidaya ikan yang memiliki tingkat pertumbuhan yang sangat cepat dan perlu asupan pakan yang sering.

Frekuensi pemberian pakan juga dapat disesuaikan dengan kondisi lingkungan, seperti suhu air. Pada suhu air yang rendah, metabolisme ikan melambat, sehingga frekuensi pemberian pakan mungkin dikurangi. Sebaliknya, pada suhu air yang tinggi, ikan mungkin memerlukan pakan lebih sering. Selain itu, fase pertumbuhan ikan juga memengaruhi frekuensi pemberian pakan. Ikan dalam tahap pertumbuhan awal biasanya memerlukan pakan lebih sering untuk mendukung pertumbuhan yang cepat, sedangkan ikan dewasa yang siap panen mungkin memerlukan pakan dengan frekuensi yang lebih rendah untuk pemeliharaan. Dalam prakteknya, penentuan frekuensi pemberian pakan harus didasarkan pada kebutuhan nutrisi ikan, tujuan budidaya, dan kondisi lingkungan budidaya. Monitoring konsumsi pakan oleh ikan dan kondisi pertumbuhan adalah cara terbaik untuk menyesuaikan frekuensi pemberian pakan secara optimal (Lovell, 1989).

Ikan herbivora seperti nila cenderung memakan tumbuhan dan alga. Ikan ini dapat memiliki pola makan yang lebih kontinu sepanjang hari karena sumber pakan, seperti vegetasi air, biasanya tersedia secara terus-menerus di lingkungan budidaya. Dalam hal ini, pemberian pakan kontinu mungkin lebih sesuai. Ikan omnivora seperti ikan mas atau ikan lele umumnya memakan campuran tumbuhan dan hewan kecil. Pola pemberian pakan harian atau terbagi dapat sesuai untuk ikan ini, dengan pakan yang mencakup nutrisi dari sumber hewani dan nabati. Ikan karnivora seperti salmon atau trout memiliki kebutuhan protein hewani yang tinggi. Jenis ikan ini mungkin memerlukan pakan dengan kandungan protein yang lebih tinggi dan pemberian pakan yang lebih sering untuk memenuhi kebutuhan nutrisi yang tinggi. Pemberian pakan harian atau terjadwal mungkin diperlukan. Selain itu, tahap pertumbuhan ikan dalam siklus hidupnya juga memengaruhi frekuensi pemberian pakan. Ikan yang sedang dalam fase pertumbuhan awal memerlukan asupan pakan yang lebih sering untuk mendukung pertumbuhan yang cepat, sementara ikan dewasa yang siap panen

mungkin memerlukan pakan dengan frekuensi yang lebih rendah untuk pemeliharaan (Tidwell & Webster, 2015).

Tahap pertumbuhan ikan juga memengaruhi frekuensi pemberian pakan. Ikan yang lebih muda cenderung memerlukan pakan lebih sering karena pertumbuhan yang cepat dan metabolisme yang tinggi. Larva ikan yang baru menetas memiliki pertumbuhan yang sangat cepat dan memerlukan pakan dalam jumlah kecil, tetapi dengan frekuensi yang tinggi. Larva diberi pakan mikro yang sangat halus, seperti fitoplankton atau zooplankton, dengan pemberian pakan yang dapat mencapai beberapa kali sehari. Saat ikan telah berkembang sedikit lebih besar dari larva, tetapi masih membutuhkan pakan yang sangat halus dan sering. Frekuensi pemberian pakan dapat berkisar dari beberapa kali sehari hingga beberapa kali dalam seminggu, tergantung pada jenis ikan dan kondisi budidaya. Ikan yang lebih tua dan mencapai tahap juvenil mungkin memerlukan pakan yang lebih besar dan lebih padat nutrisi, tetapi masih membutuhkan pakan dengan frekuensi yang lebih sering untuk mendukung pertumbuhan yang cepat. Pemberian pakan harian atau beberapa kali dalam sehari mungkin diperlukan. Ketika ikan mencapai tahap dewasa yang lebih besar, biasanya memerlukan pakan dengan frekuensi yang lebih rendah. Pemberian pakan harian atau bahkan beberapa kali dalam seminggu mungkin sudah cukup untuk pemeliharaan dan kualitas daging yang baik (Tidwell & Webster, 2015).

Suhu air memengaruhi tingkat metabolisme ikan. Pada suhu yang lebih tinggi, ikan cenderung memakan lebih banyak pakan, sementara pada suhu yang lebih rendah, konsumsi pakan dapat berkurang. Kualitas pakan juga memainkan peran dalam frekuensi pemberian pakan. Pakan yang lebih berkualitas mungkin memiliki nilai gizi yang lebih tinggi, sehingga ikan dapat makan lebih sedikit dalam frekuensi yang sama. Setiap jenis ikan memiliki kapasitas pencernaan yang berbeda. Pemberian pakan berlebihan dapat mengakibatkan pakan yang tidak tercerna dan mencemari air. Oleh karena itu, frekuensi pemberian pakan harus disesuaikan dengan kapasitas pencernaan ikan. Tujuan produksi budidaya ikan juga memengaruhi frekuensi pemberian pakan. Jika tujuan utama adalah pertumbuhan cepat, maka pakan mungkin diberikan lebih sering. Namun, jika tujuan produksi adalah kualitas daging yang baik, frekuensi pemberian pakan mungkin lebih rendah untuk menghindari

masalah berlebihan. Budidaya ikan yang mengandalkan pakan alami seperti plankton atau zooplankton dapat memengaruhi frekuensi pemberian pakan. Pemberian pakan tambahan mungkin tidak diperlukan jika pakan alami tersedia dalam jumlah yang cukup. Frekuensi pemberian pakan biasanya berkisar antara 1 hingga 3 kali sehari. Namun, ini dapat bervariasi tergantung pada faktor-faktor di atas. Penting untuk memantau konsumsi pakan ikan dan beradaptasi dengan perubahan dalam kondisi budidaya, seperti suhu air dan tahap pertumbuhan ikan. Dengan memahami kebutuhan nutrisi dan karakteristik ikan yang dibudidayakan, frekuensi pemberian pakan dapat disesuaikan untuk mencapai hasil budidaya yang optimal (Cruz & Ricci, 2008).

## **5.2. Jumlah Pemberian Pakan**

Jumlah pemberian pakan dalam budidaya ikan adalah kuantitas pakan yang diberikan kepada ikan dalam satu periode pemberian. Jumlah pemberian pakan harus disesuaikan dengan kebutuhan nutrisi ikan, tahap pertumbuhan, jenis ikan, kondisi lingkungan, dan tujuan produksi budidaya. penentuan jumlah pemberian pakan yang tepat harus selalu didasarkan pada kebutuhan nutrisi ikan yang dibudidayakan. Berbagai komponen nutrisi, seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral, memiliki peran penting dalam pertumbuhan, kesehatan, dan reproduksi ikan. Ketika merumuskan jumlah pemberian pakan, perlu memperhatikan proporsi nutrisi yang diperlukan oleh ikan dalam tahap pertumbuhan tertentu. Misalnya, ikan muda yang sedang aktif tumbuh, memerlukan lebih banyak protein dalam pakan daripada ikan dewasa yang sudah mencapai ukuran maksimal. Selain itu, perlu juga memperhatikan sumber-sumber nutrisi yang tersedia dalam pakan yang digunakan. Beberapa jenis pakan mungkin mengandung proporsi nutrisi yang berbeda, sehingga perlu dihitung dengan cermat agar ikan mendapatkan kebutuhan nutrisi yang optimal.

Tahap pertumbuhan ikan memengaruhi jumlah pemberian pakan. Ikan yang lebih muda dan sedang tumbuh dengan cepat mungkin memerlukan lebih banyak pakan dibandingkan dengan ikan dewasa. Hal ini disebabkan oleh tingkat metabolisme yang lebih tinggi dan kebutuhan nutrisi yang lebih besar untuk mendukung pertumbuhan yang cepat.

Pemberian pakan yang cukup pada tahap pertumbuhan awal sangat penting untuk mencapai pertumbuhan yang optimal dan menghindari masalah stunting atau pertumbuhan yang terhambat. Oleh karena itu, pemantauan dan penyesuaian jumlah pemberian pakan sesuai dengan tahap pertumbuhan ikan adalah langkah yang penting dalam budidaya ikan yang sukses. Selain itu, perlu juga diperhatikan komposisi nutrisi dalam pakan yang diberikan pada berbagai tahap pertumbuhan. Ikan memerlukan proporsi yang berbeda dari protein, lemak, dan nutrisi lainnya tergantung pada tahap pertumbuhannya (Hardy,1999).

Berdasarkan jenis pakan yang digunakan (misalnya, pelet, pakan hidup, atau pakan beku), jumlah pemberian pakan dapat bervariasi. Pakan hidup mungkin diberikan dalam jumlah yang lebih besar daripada pelet, yang lebih padat nutrisi. Pakan hidup seperti cacing atau udang kecil biasanya diberikan dalam jumlah yang lebih besar karena memiliki komposisi air yang tinggi dan rendah nutrisi dalam setiap individu. Frekuensi pemberian pakan hidup juga dapat lebih sering, terutama jika ikan membutuhkan makanan segar secara teratur. Pelet pakan memiliki kandungan nutrisi yang lebih padat daripada pakan hidup dan seringkali mengandung lebih banyak protein, lemak, dan nutrisi lainnya dalam setiap pelet. Oleh karena itu, jumlah pemberian pakan pelet mungkin lebih sedikit daripada pakan hidup, tetapi lebih konsentrasi dalam nilai nutrisinya. Pakan beku seperti krill atau ikan kecil beku juga memiliki komposisi nutrisi yang lebih konsentrasi daripada pakan hidup. Jumlah pemberian pakan beku dapat disesuaikan berdasarkan kebutuhan nutrisi ikan dan ukuran potongan pakan beku. Pemilihan jenis pakan harus didasarkan pada kebutuhan nutrisi ikan, tahap pertumbuhan, dan tujuan produksi. Penting untuk mengukur jumlah pemberian pakan dengan hati-hati untuk memastikan bahwa kebutuhan nutrisi ikan terpenuhi dengan benar.

Suhu air memengaruhi metabolisme ikan. Pada suhu air yang lebih tinggi, ikan cenderung memakan lebih banyak pakan untuk mendukung pertumbuhan dan metabolisme yang tinggi. Suhu air yang lebih rendah dapat mengurangi nafsu makan ikan. Setiap jenis ikan memiliki suhu air optimal di mana metabolisme dan pertumbuhan berlangsung paling efisien. Pada suhu ini, ikan mungkin memiliki nafsu makan yang baik dan dapat mencerna dan memanfaatkan pakan dengan

baik. Pada suhu air yang tinggi, metabolisme ikan meningkat, yang dapat mengakibatkan peningkatan nafsu makan. Ini berarti ikan mungkin memerlukan lebih banyak pakan untuk memenuhi kebutuhan energinya. Namun, suhu yang sangat tinggi juga dapat mengganggu sistem pencernaan ikan dan menyebabkan stres. Suhu air yang rendah dapat mengurangi nafsu makan ikan dan mengurangi tingkat metabolisme. Sebagai hasilnya, ikan mungkin memerlukan pemberian pakan yang lebih sedikit. Namun, suhu yang terlalu rendah juga dapat memperlambat pertumbuhan ikan (Brett, 1979; Jobling, 1994).

Setiap jenis ikan memiliki kapasitas pencernaan yang berbeda. Pemberian pakan berlebihan dapat mengakibatkan pakan yang tidak tercerna dan mencemari air. Jumlah pakan harus disesuaikan dengan kapasitas pencernaan ikan. Ikan yang lebih besar mungkin memiliki kapasitas pencernaan yang lebih besar daripada ikan yang lebih kecil. Selain itu, tahap pertumbuhan ikan juga memengaruhi kapasitas pencernaan. Ikan yang sedang tumbuh dengan cepat mungkin memiliki kebutuhan pakan yang lebih besar. Jenis pakan yang digunakan juga memengaruhi kapasitas pencernaan. Beberapa jenis pakan mungkin lebih mudah dicerna oleh ikan daripada yang lain. Sebagai contoh, pakan hidup seperti cacing mungkin memerlukan waktu lebih lama untuk dicerna daripada pelet yang sudah hancur. Kualitas air yang baik mendukung sistem pencernaan ikan yang sehat. Pencemaran air atau kualitas air yang buruk dapat mengganggu kapasitas pencernaan ikan dan menyebabkan masalah pencernaan. Jumlah pemberian pakan harus disesuaikan dengan kapasitas pencernaan ikan. Memberikan pakan berlebihan dapat mengakibatkan pakan yang tidak tercerna dan mencemari lingkungan budidaya. Penting untuk memantau tingkat konsumsi pakan oleh ikan dan mengukur sejauh mana pakan dicerna dengan baik. Ini dapat membantu dalam menyesuaikan jumlah pemberian pakan sesuai dengan kebutuhan ikan (Cho & Bureau, 2001; Hardy, 2002).

Kualitas pakan memengaruhi jumlah pemberian pakan. Pakan yang lebih berkualitas mungkin memiliki nilai gizi yang lebih tinggi, sehingga ikan dapat makan lebih sedikit dalam jumlah yang sama. Pakan berkualitas tinggi harus memiliki komposisi nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan spesifik ikan yang dibudidayakan. Ini termasuk proporsi yang

tepat dari protein, lemak, karbohidrat, serta vitamin dan mineral. Kandungan serat dalam pakan juga perlu diperhatikan. Terlalu banyak serat dalam pakan dapat mengurangi pencernaan nutrisi, sementara terlalu sedikit serat dapat mengganggu fungsi pencernaan. Pakan harus aman bagi ikan dan tidak mengandung kontaminan atau zat berbahaya yang dapat membahayakan kesehatan ikan atau konsumen akhir jika ikan dikonsumsi. Pakan yang mudah dicerna oleh ikan akan lebih efisien digunakan, mengurangi kebutuhan pakan dalam jumlah besar. Sumber daya bahan baku untuk pakan harus dikelola secara berkelanjutan untuk memastikan kualitas pakan yang berkelanjutan. Dengan menggunakan pakan berkualitas tinggi yang sesuai dengan kebutuhan ikan, pembudidaya dapat mengoptimalkan pertumbuhan dan kesehatan ikan dengan memberikan jumlah pakan yang lebih efisien, yang pada gilirannya dapat mengurangi biaya produksi dan dampak lingkungan.

Frekuensi pemberian pakan juga berhubungan dengan jumlah pemberian. Jika pakan diberikan lebih sering dalam sehari, jumlah pakan per pemberian dapat lebih kecil. Dengan memberikan pakan dalam jumlah kecil secara berkala, ikan memiliki lebih banyak kesempatan untuk mencerna dan menyerap nutrisi dengan lebih efisien. Ini dapat meningkatkan pemanfaatan nutrisi dan pertumbuhan ikan. Pemberian pakan dalam jumlah yang tepat untuk dimakan oleh ikan dalam waktu singkat dapat menghindari pemborosan pakan. Jika pakan diberikan dalam jumlah besar dan tidak habis dimakan, itu bisa mencemari air dan membuang pakan yang tidak terpakai. Frekuensi pemberian pakan yang sering dapat membantu menjaga tingkat energi dan metabolisme ikan yang stabil, yang pada gilirannya dapat memengaruhi kesehatan ikan secara keseluruhan (Silva *et al.*, 2016). Namun, frekuensi pemberian pakan harus disesuaikan dengan kebutuhan nutrisi ikan, jenis ikan, tahap pertumbuhan, dan kondisi lingkungan budidaya. Hal ini memerlukan pemantauan yang baik terhadap pola makan ikan dan penyesuaian frekuensi dan jumlah pemberian pakan sesuai kebutuhan.

Tujuan produksi budidaya ikan juga memengaruhi jumlah pemberian pakan. Jika tujuan utama adalah pertumbuhan cepat, maka jumlah pakan mungkin lebih besar. Namun, jika tujuan produksi adalah kualitas daging yang baik, jumlah pemberian pakan mungkin lebih rendah. Jika tujuan utama produksi adalah pertumbuhan maksimal

dalam waktu singkat, maka jumlah pemberian pakan harus mencukupi untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ikan yang tinggi selama tahap pertumbuhan. Hal ini mungkin memerlukan pemberian pakan yang lebih besar dan lebih sering. Jika tujuan produksi adalah menghasilkan ikan dengan kualitas daging yang baik, maka pemberian pakan dapat lebih dikendalikan. Jumlah pakan yang diberikan mungkin lebih sedikit untuk menghindari pertumbuhan berlebihan yang dapat mengurangi kualitas daging. Jika tujuan produksi adalah reproduksi ikan, maka pemberian pakan dapat diatur sesuai dengan siklus reproduksi ikan. Pada beberapa tahap reproduksi, ikan mungkin memerlukan jumlah pakan yang lebih besar untuk mendukung perkembangan telur dan larva. Dalam budidaya ikan yang berkelanjutan, pemberian pakan harus diatur untuk meminimalkan limbah pakan yang tidak terpakai dan mencemari air. Ini dapat mengharuskan jumlah pakan yang lebih tepat dan terukur (Jobling, 2012). Dengan memahami tujuan produksi yang ditetapkan, pembudidaya ikan dapat merumuskan strategi pemberian pakan yang sesuai untuk mencapai hasil yang diinginkan secara efisien dan berkelanjutan.

Budidaya ikan yang mengandalkan pakan alami seperti plankton atau zooplankton sebagai sumber makanan tambahan dapat memengaruhi jumlah pemberian pakan. Pemberian pakan tambahan mungkin tidak diperlukan jika pakan alami tersedia dalam jumlah yang cukup. Jika lingkungan budidaya menyediakan pakan alami dalam jumlah yang mencukupi, maka jumlah pemberian pakan buatan dapat dikurangi. Ini membantu mengoptimalkan penggunaan pakan buatan dan mengurangi biaya produksi. Ketersediaan pakan alami dapat dipengaruhi oleh musim dan perubahan iklim. Selama musim yang berbeda, jumlah plankton atau zooplankton di perairan dapat berfluktuasi. Oleh karena itu, jumlah pemberian pakan buatan dapat disesuaikan dengan musim untuk memastikan ikan tetap mendapatkan asupan nutrisi yang cukup.

Jumlah ikan dalam kolam atau kandang budidaya juga dapat memengaruhi ketersediaan pakan alami. Kepadatan populasi yang tinggi dapat menyebabkan persaingan untuk pakan alami, sehingga perlu meningkatkan jumlah pemberian pakan buatan. Pemantauan kualitas air, terutama konsentrasi plankton dan zooplankton, dapat membantu dalam menentukan apakah pakan alami tersedia dalam jumlah yang cukup. Jika



kualitas air menunjukkan kurangnya pakan alami, maka pemberian pakan buatan dapat ditingkatkan (Jauncey & Ross, 1982; Hossain & Focken, 2006). Dengan memahami interaksi antara pakan alami dan pakan buatan, pembudidaya ikan dapat mengoptimalkan pemberian pakan untuk mencapai pertumbuhan dan produktivitas yang maksimal dalam budidaya ikan.

### **5.3. Monitoring dan Pengaturan Konsumsi Pakan**

Monitoring dan pengaturan konsumsi pakan merupakan aspek penting dalam budidaya ikan yang bertujuan untuk menjaga pertumbuhan dan kesehatan ikan, mencegah pemborosan pakan, dan meminimalkan dampak lingkungan. Proses ini melibatkan pemantauan dan pengendalian jumlah pakan yang diberikan kepada ikan berdasarkan sejumlah faktor. Penting untuk secara rutin memantau konsumsi pakan harian oleh ikan. Ini dapat dilakukan dengan mengamati perilaku makan ikan dan mencatat berapa banyak pakan yang dikonsumsi setiap hari. Penggunaan alat seperti anco untuk budidaya udang (Gambar 5.1), alat pakan otomatis atau kamera pemantauan dapat membantu dalam mengukur konsumsi pakan secara akurat. Pertumbuhan ikan adalah indikator kunci dalam budidaya.

Pembudidaya ikan harus secara teratur mengukur pertumbuhan ikan dan membandingkannya dengan target pertumbuhan yang diinginkan. Jika pertumbuhan kurang dari yang diharapkan, itu dapat menjadi tanda bahwa ikan tidak menerima cukup pakan atau pakan yang sesuai. Lingkungan budidaya seperti suhu air, kualitas air, dan kepadatan populasi ikan dapat memengaruhi konsumsi pakan. Perubahan kondisi lingkungan harus dipantau dan diambil tindakan yang sesuai, seperti penyesuaian suhu air atau kualitas air, jika memengaruhi nafsu makan ikan. Pemahaman tentang pola makan spesifik ikan yang dibudidayakan dapat membantu dalam menentukan waktu pemberian pakan yang paling efektif. Beberapa ikan mungkin lebih aktif mencari makan pada waktu tertentu dalam sehari.

Penggunaan teknologi seperti sistem pemantauan otomatis dan sensor suhu air dapat sangat membantu dalam pemantauan dan pengendalian konsumsi pakan. Teknologi ini dapat memberikan data

yang lebih akurat dan memungkinkan pengaturan yang lebih tepat. Selain jumlah pemberian pakan, penting juga memastikan bahwa pakan yang diberikan memiliki keseimbangan nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan ikan. Pemantauan komposisi nutrisi pakan harus dilakukan secara berkala (Hasan & Wahab, 2001). Dengan memantau dan mengatur konsumsi pakan dengan cermat, pembudidaya ikan dapat menjaga kesehatan dan pertumbuhan ikan yang optimal, mengurangi pemborosan pakan, dan meningkatkan efisiensi produksi budidaya ikan.



Gambar 5.1. Anco untuk memantau konsumsi pakan pada udang  
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023

Data konsumsi pakan harian harus dicatat dengan cermat. Ini mencakup jenis pakan yang diberikan, jumlah yang diberikan, dan berapa banyak yang dimakan oleh ikan. Data ini akan memberikan informasi berharga tentang kebiasaan makan ikan. Faktor lingkungan seperti suhu air, kualitas air, dan kepadatan populasi ikan juga harus dipantau secara teratur. Kondisi lingkungan dapat memengaruhi tingkat metabolisme ikan dan konsumsi pakan. Perubahan dalam kondisi lingkungan harus diperhatikan dan dapat memerlukan penyesuaian dalam jumlah pemberian pakan. Penggunaan teknologi seperti sistem pemantauan otomatis dan sensor suhu air dapat membantu dalam memantau konsumsi pakan dan kondisi lingkungan dengan lebih akurat. Data yang diperoleh dari teknologi ini dapat digunakan untuk pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam manajemen pakan ikan.

Dalam beberapa kasus, konsultasi dengan ahli nutrisi ikan atau ahli budidaya ikan dapat menjadi langkah yang bijak. Mereka dapat membantu dalam mengevaluasi data konsumsi pakan dan memberikan panduan tentang perubahan yang diperlukan dalam formulasi pakan atau strategi pemberian pakan. Dengan memantau konsumsi pakan dan pertumbuhan ikan secara teratur, pembudidaya ikan dapat mengoptimalkan produksi budidaya. Ini dapat mencakup pengurangan biaya pakan, peningkatan efisiensi pakan, dan peningkatan hasil produksi ikan. Dengan memantau konsumsi pakan secara teliti dan merespons perubahan dengan tepat, pembudidaya ikan dapat mencapai hasil budidaya yang optimal dan menjaga kesehatan ikan yang dibudidayakan.

Selain konsumsi pakan, pertumbuhan ikan juga harus dipantau secara berkala. Ini akan membantu dalam menentukan apakah jumlah pakan yang diberikan sudah sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan ikan. Kesehatan ikan juga merupakan faktor penting yang perlu dipantau. Tanda-tanda penyakit atau masalah kesehatan lainnya, seperti perubahan warna, luka, atau gejala fisik lainnya, harus dicatat dan segera ditangani. Masalah kesehatan dapat memengaruhi nafsu makan ikan, sehingga memantau kesehatan ikan penting dalam pengaturan pakan. Perubahan dalam kondisi lingkungan, seperti suhu air, kualitas air, atau kepadatan populasi ikan dalam kolam, juga perlu dipantau. Faktor lingkungan dapat memengaruhi konsumsi pakan ikan. Misalnya, suhu air yang tinggi dapat meningkatkan nafsu makan, sementara kualitas air yang buruk dapat mengurangi nafsu makan. Perubahan dalam kondisi lingkungan harus diperhatikan dan dapat memerlukan penyesuaian dalam strategi pemberian pakan. Faktor lingkungan seperti suhu air, kualitas air, dan kepadatan populasi ikan dapat memengaruhi konsumsi pakan. Oleh karena itu, perubahan dalam faktor-faktor lingkungan ini harus dipantau dan dijadikan pertimbangan dalam pengaturan pemberian pakan.

Periode tertentu selama budidaya, pakan harus diuji untuk memastikan bahwa kualitasnya masih memenuhi standar yang ditetapkan. Ini termasuk pengujian komposisi nutrisi, keamanan pangan, dan kualitas fisik. Data konsumsi pakan dan pertumbuhan harus dianalisis secara reguler. Ini dapat membantu dalam menentukan apakah ikan memperoleh nutrisi yang cukup dan apakah jumlah pakan harus

disesuaikan. Berdasarkan hasil analisis data, jumlah pakan dapat disesuaikan sesuai dengan kebutuhan ikan. Jika ikan makan lebih sedikit dari yang diharapkan, jumlah pakan dapat ditingkatkan. Sebaliknya, jika ikan makan lebih banyak dari yang diperlukan, jumlah pakan dapat dikurangi untuk menghindari pemborosan. Pengaturan jumlah pakan harus dilakukan dengan hati-hati untuk menghindari overfeeding atau underfeeding. Jumlah pakan harus selalu sesuai dengan kebutuhan nutrisi dan pertumbuhan ikan. Proses monitoring dan pengaturan konsumsi pakan harus dievaluasi secara rutin untuk memastikan bahwa ikan tetap mendapatkan nutrisi yang cukup dan hasil budidaya tetap optimal. Penting untuk diingat bahwa setiap spesies ikan dan situasi budidaya mungkin memiliki persyaratan yang berbeda dalam hal pemberian pakan. Oleh karena itu, pengaturan pemberian pakan harus didasarkan pada pemahaman mendalam tentang jenis ikan yang dibudidayakan dan kondisi budidaya yang ada. Dengan monitoring yang cermat dan penyesuaian yang tepat, konsumsi pakan ikan dapat diatur untuk mencapai pertumbuhan yang optimal dan efisiensi dalam budidaya ikan.

#### **5.4. Peran Teknologi dalam Manajemen Pakan**

Teknologi memainkan peran yang sangat penting dalam manajemen pakan dalam budidaya ikan modern. Teknologi telah menghasilkan peralatan pemberian pakan otomatis yang dapat secara akurat dan konsisten memberikan pakan kepada ikan sesuai dengan jadwal yang ditentukan. Hal ini mengurangi ketergantungan pada pemberian pakan manual dan memastikan bahwa ikan menerima pakan dengan tepat waktu. Sensor dan perangkat pemantauan telah dikembangkan untuk memantau konsumsi pakan oleh ikan secara real-time. Ini memungkinkan pembudidaya ikan untuk melacak pola makan ikan dan mengidentifikasi masalah konsumsi pakan lebih awal. Teknologi sensor lingkungan memang sangat penting dalam mengoptimalkan pemberian pakan pada kondisi lingkungan yang berubah-ubah. Sensor suhu air, misalnya, memungkinkan pemantauan suhu air secara real-time. Ini penting karena suhu air memengaruhi laju metabolisme ikan dan konsumsi pakan ikan. Pada suhu air yang lebih tinggi, ikan cenderung membutuhkan lebih banyak pakan untuk mendukung pertumbuhan ikan yang lebih cepat, sementara suhu air

yang lebih rendah dapat mengurangi nafsu makan ikan. Dengan teknologi sensor suhu, sistem otomatis dapat mengubah jumlah dan frekuensi pemberian pakan sesuai dengan perubahan suhu air, sehingga memastikan bahwa ikan selalu mendapatkan jumlah pakan yang sesuai dengan kebutuhannya. Selain itu, sensor kualitas air seperti sensor oksigen terlarut, amonia, dan nitrit juga sangat penting. Kualitas air yang baik sangat berhubungan dengan nafsu makan ikan. Jika kualitas air buruk, ikan mungkin mengalami stres atau masalah kesehatan yang dapat mengurangi nafsu makan ikan. Teknologi sensor kualitas air memungkinkan pemantauan kondisi air secara terus-menerus, dan jika ada penurunan kualitas air yang signifikan, sistem otomatis dapat mengambil tindakan seperti mengurangi jumlah pemberian pakan untuk menghindari masalah yang lebih besar.

Perangkat lunak komputer canggih telah dikembangkan untuk membantu dalam formulasi pakan yang tepat. Program-program ini menggunakan data nutrisi dan kebutuhan ikan untuk merancang formulasi pakan yang sesuai. Program ini juga dapat mempertimbangkan ketersediaan bahan baku dan biaya untuk mengoptimalkan formulasi pakan. Teknologi telah memperkenalkan metode pengolahan bahan baku yang lebih efisien, seperti pengeringan dan penggilingan. Hal ini membantu dalam menghasilkan bahan baku pakan yang lebih konsisten dalam kualitas dan ukuran partikel, yang penting dalam formulasi pakan yang tepat. Inovasi dalam teknologi telah memungkinkan pengembangan pakan buatan yang lebih berkualitas dan ramah lingkungan. Selain itu, teknologi juga digunakan dalam penelitian untuk mengidentifikasi dan menguji bahan pakan alternatif, seperti mikroalga, ganggang, atau insekta, sebagai sumber nutrisi ikan yang berkelanjutan. Teknologi pengawasan lingkungan seperti sensor suhu, kualitas air, dan pengukuran parameter lingkungan lainnya membantu pembudidaya ikan dalam memahami kondisi lingkungan yang memengaruhi konsumsi pakan ikan. Ini memungkinkan penyesuaian strategi pemberian pakan sesuai dengan perubahan lingkungan.

Teknologi manajemen data memungkinkan pembudidaya ikan untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis data terkait pakan dan performa ikan secara efisien. Data ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan strategi pemberian pakan dan meningkatkan efisiensi

budidaya. Teknologi jarak jauh dan sistem berbasis Internet memungkinkan pembudidaya ikan untuk memantau dan mengontrol sistem pemberian pakan dari jarak jauh. Ini mempermudah manajemen budidaya ikan, terutama dalam skala besar atau ketika lokasi budidaya jauh dari pusat kontrol. Beberapa teknologi dapat diintegrasikan dalam satu sistem yang kompleks, seperti sistem akuaponik yang menggabungkan budidaya ikan dengan pertanian tanaman. Ini menciptakan siklus yang efisien dalam penggunaan pakan dan nutrisi. Dengan memanfaatkan teknologi ini, pembudidaya ikan dapat meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan keberlanjutan budidaya ikan mereka, serta mengurangi pemborosan pakan dan dampak lingkungan. Teknologi berperan penting dalam menjawab tantangan dalam manajemen pakan dan memastikan ketahanan pangan yang lebih baik.

# BAB 6

## PENGARUH KUALITAS PAKAN PADA KESEHATAN IKAN

### 6.1. Penyakit yang Terkait dengan Pakan

Pakan yang terkontaminasi dapat menyebabkan sejumlah penyakit ikan yang dapat merugikan produksi budidaya. Beberapa penyakit yang terkait dengan pakan adalah sebagai berikut:

#### 6.1.1 Penyakit Akibat Infeksi Bakteri *Salmonella*

Kontaminasi pakan dengan bakteri *Salmonella* dapat menyebabkan infeksi pada ikan. Penyakit ini dapat mengakibatkan gejala seperti gangguan pencernaan, stres, dan kematian pada ikan. Bakteri ini dapat menginfeksi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan ikan bandeng (*Chanos chanos*) (Effendi, 2020).

#### 6.1.2 Penyakit Enteritis

Pemberian pakan yang terkontaminasi dengan bakteri patogen seperti *Aeromonas* atau *Vibrio* dapat menyebabkan enteritis pada ikan. Ikan yang terinfeksi *Aeromonas* dapat dilihat pada Gambar 6.1. Gejala penyakit ini termasuk perut kembung, diare, dan penurunan pertumbuhan. Gejala penyakit enteritis pada ikan dapat yaitu:

- Perut kembung. Ikan yang menderita enteritis cenderung mengalami pembengkakan pada perut atau abdomennya. Perut kembung adalah salah satu gejala yang paling khas dari penyakit ini.

- Diare. Ikan yang terinfeksi enteritis dapat mengalami diare atau peningkatan produksi kotoran dalam bentuk feces yang longgar dan tidak normal.
- Penurunan pertumbuhan. Penyakit enteritis dapat mengganggu proses pencernaan dan penyerapan nutrisi pada ikan, yang pada akhirnya dapat mengakibatkan penurunan pertumbuhan. Ikan yang sakit mungkin gagal tumbuh dengan baik dan menjadi lebih kecil dari yang seharusnya.
- Penurunan nafsu makan. Ikan yang menderita enteritis cenderung kehilangan nafsu makan. Ikan akan menolak pakan atau mengonsumsi pakan dalam jumlah yang lebih sedikit.
- *Lethargy*. Ikan yang sakit mungkin tampak lemas dan kurang aktif dibandingkan dengan ikan yang sehat.
- Perubahan warna. Beberapa jenis ikan mengalami perubahan warna pada kulit atau sisiknya sebagai respons terhadap stres akibat penyakit (Austin & Austin, 2007).



Gambar 6.1 Ikan yang terinfeksi *Aeromonas*  
(Sumber : Purbadi, 2022)

### 6.1.3 Kematian Massal Ikan

Penyakit ini disebabkan oleh toksin yang diproduksi oleh bakteri seperti *Clostridium botulinum*. Toksin ini dapat ditemukan pada pakan yang terkontaminasi dan dapat menyebabkan kematian massal ikan.



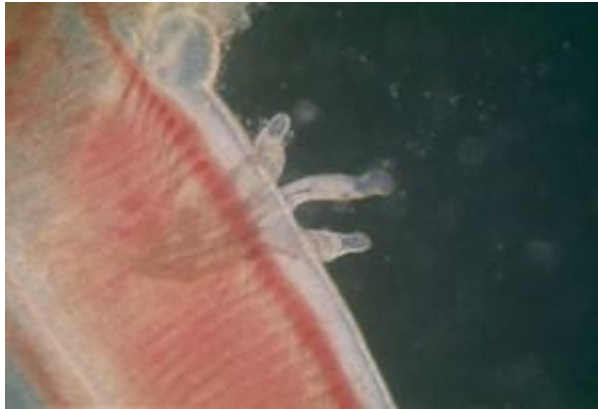
Gejala dan dampak kematian massal ikan akibat toksin ini dapat mencakup:

- Kematian mendadak, toksin botulinum dapat menyebabkan kematian mendadak pada ikan yang terpapar. Ikan yang sehat tiba-tiba mati tanpa gejala yang jelas sebelumnya.
- Kelumpuhan, toksin botulinum bekerja dengan mengganggu sistem saraf ikan, menyebabkan kelumpuhan dan penurunan fungsi motorik. Ini dapat mengakibatkan ikan kehilangan kemampuan untuk bergerak dan bernafas dengan normal.
- Nafsu makan menurun, ikan yang terkena botulisme mungkin mengalami penurunan nafsu makan dan menolak untuk makan.
- Mempengaruhi Produksi, kematian massal ikan dapat memiliki dampak yang signifikan pada produksi budidaya, terutama jika sejumlah besar ikan mati secara mendadak (Sobel, 2005).

#### **6.1.4 Penyakit Akibat Infeksi Parasit**

Pakan yang terkontaminasi dapat menjadi vektor untuk penyebaran parasit seperti cacing atau protozoa. Hal ini dapat menyebabkan infeksi parasit pada ikan, yang dapat mempengaruhi kesehatan dan pertumbuhannya. Ikan yang terinfeksi parasit *Dactylogyrus* sp. dapat dilihat pada Gambar 6.2. Beberapa dampak terkait dengan penyakit parasit pada ikan yang disebabkan oleh pakan terkontaminasi adalah sebagai berikut:

- Penurunan pertumbuhan, infeksi parasit dapat mengganggu pertumbuhan ikan, mengurangi kecepatan pertumbuhan dan berat badan ikan.
- Penurunan kondisi fisik, ikan yang terinfeksi parasit sering mengalami penurunan kondisi fisik, seperti kurus, lemas, dan kulit yang pucat atau berlendir.
- Stres dan penyakit lainnya, infeksi parasit dapat menyebabkan stres pada ikan, yang membuat ikan lebih rentan terhadap penyakit lain dan infeksi bakteri atau virus.



Gambar 6.2. Ikan yang terinfeksi parasit *Dactylogyrus* sp.  
(Sumber : Purbadi, 2023)

#### 6.1.5 Kontaminasi Toksin Alami

Beberapa jenis pakan hidup seperti cacing atau udang kecil dapat mengandung toksin alami jika terpapar polutan dalam lingkungannya. Ikan yang memakan pakan ini dapat terpapar toksin ini dan mengalami keracunan. Dampak pada ikan:

- Keracunan toksin, ikan yang mengonsumsi pakan hidup yang terkontaminasi toksin alami dapat mengalami keracunan. Gejala keracunan toksin dapat bervariasi tergantung pada jenis toksin yang terlibat, tetapi dapat mencakup mual, muntah, penurunan pertumbuhan, kerusakan organ, atau bahkan kematian.
- Penurunan kualitas produk, ikan yang terpapar toksin alami dapat mengalami penurunan kualitas daging dan menjadi tidak aman untuk dikonsumsi oleh manusia.
- Penyakit beracun ikan, pakan yang terkontaminasi dengan bahan beracun seperti herbisida atau pestisida dapat menyebabkan penyakit beracun ikan. Ini dapat mengakibatkan gejala seperti kelumpuhan, kematian, atau masalah kesehatan lainnya pada ikan (Lundebye *et al.*, 2010).

Penting untuk memastikan bahwa pakan yang digunakan dalam budidaya ikan berkualitas tinggi, bebas dari kontaminasi, dan sesuai dengan kebutuhan nutrisi ikan. Pengawasan kualitas pakan,

penyimpanan yang tepat, dan pemantauan secara rutin dapat membantu mengurangi risiko terkait dengan penyakit yang disebabkan oleh pakan yang buruk atau terkontaminasi.

## 6.2. Tindakan Pencegahan dan Pengobatan

Penyakit enteritis pada ikan merupakan kondisi yang serius dan dapat memengaruhi kesehatan dan produktivitas ikan dalam budidaya. Enteritis adalah peradangan pada usus ikan dan dapat disebabkan oleh infeksi bakteri patogen seperti *Aeromonas* atau *Vibrio*. Untuk mengatasi penyakit enteritis pada ikan, langkah-langkah yang dapat diambil meliputi:

- Isolasi, ikan yang terinfeksi harus segera diisolasi dari ikan yang sehat untuk mencegah penyebaran penyakit.
- Perawatan medis, pengobatan medis dapat diberikan oleh seorang ahli hewan atau dokter hewan ikan yang berkualifikasi. Ini mungkin melibatkan pemberian antibiotik atau obat lain yang sesuai untuk mengatasi infeksi bakteri.
- Perbaikan lingkungan, kualitas air dalam kolam atau kandang ikan harus diperbaiki dan dipantau dengan ketat. Suhu air yang optimal, oksigen terlarut yang cukup, dan pengelolaan kualitas air yang baik dapat membantu ikan dalam proses pemulihan.
- Nutrisi yang baik, ikan yang sakit mungkin memerlukan diet khusus atau pakan yang lebih mudah dicerna untuk mendukung pemulihannya.
- Pencegahan, pencegahan adalah kunci dalam menghindari penyakit enteritis. Ini mencakup praktik-praktik budidaya yang baik, seperti penyediaan pakan yang bersih dan aman, serta pemeliharaan lingkungan budidaya yang optimal (Austin & Austin, 2007).

Kematian massal ikan yang disebabkan oleh toksin yang diproduksi oleh bakteri seperti *Clostridium botulinum* adalah masalah serius dalam budidaya ikan. Bakteri ini menghasilkan neurotoksin yang sangat berbahaya bagi ikan dan dapat menyebabkan keracunan botulisme pada ikan. Pencegahan dan penanganan kematian massal ikan akibat toksin botulinum melibatkan tindakan-tindakan berikut:

- Pemilihan pakan yang aman, penting untuk memastikan bahwa pakan yang digunakan dalam budidaya ikan bebas dari kontaminasi toksin botulinum atau bakteri patogen lainnya. Pemantauan dan pengujian kualitas pakan dapat membantu dalam mengidentifikasi potensi kontaminasi.
- Penyaringan dan sterilisasi, proses penyaringan dan sterilisasi pakan dapat membantu menghilangkan atau mengurangi bakteri patogen, termasuk *C. botulinum*. Ini adalah langkah yang penting dalam memastikan keamanan pakan.
- Pengelolaan kualitas air, kualitas air yang baik dan lingkungan budidaya yang bersih juga dapat membantu mengurangi risiko terpapar toksin botulinum.
- Penyelidikan dan diagnosis, jika kematian massal ikan terjadi, penyelidikan harus dilakukan untuk mengidentifikasi penyebabnya. Ini melibatkan pengujian laboratorium untuk mendeteksi kehadiran toksin botulinum atau bakteri patogen terkait.
- Tindakan darurat, jika terdeteksi adanya toksin botulinum atau bakteri patogen dalam pakan atau lingkungan, tindakan darurat harus diambil untuk menghentikan penyebaran lebih lanjut. Ini bisa termasuk isolasi ikan yang tersisa dan perubahan dalam manajemen budidaya (Sobel, 2005).

Penyakit parasit yang disebabkan oleh pakan yang terkontaminasi adalah masalah serius dalam budidaya ikan. Pakan yang terkontaminasi dapat berperan sebagai vektor untuk penyebaran parasit seperti cacing atau protozoa, yang pada gilirannya dapat menyebabkan infeksi parasit pada ikan. Infeksi parasit dapat mempengaruhi kesehatan dan pertumbuhan ikan. Tindakan Pencegahan dan Penanganan:

- Kontrol kualitas pakan, kontrol ketat terhadap kualitas pakan merupakan langkah utama dalam pencegahan infeksi parasit. Pabrikan pakan harus memastikan bahwa bahan baku bebas dari parasit dan kontaminan.
- Pengujian laboratorium, pengujian laboratorium rutin pada pakan dapat membantu dalam mengidentifikasi potensi kontaminasi parasit atau organisme berbahaya lainnya.

- Karantina, karantina ikan yang baru datang sebelum ditempatkan dalam kolam budidaya dapat membantu dalam mencegah penyebaran infeksi parasit. Ikan yang terinfeksi dapat diisolasi dan dirawat secara terpisah.
- Pengobatan, jika infeksi parasit terdeteksi, tindakan pengobatan yang sesuai harus diambil. Ini dapat mencakup penggunaan obat-obatan atau metode pengobatan lain yang direkomendasikan oleh ahli hewan ikan.
- Monitoring rutin, pemantauan rutin terhadap kesehatan ikan dan pemeriksaan visual dapat membantu dalam mendeteksi tanda-tanda awal infeksi parasit sehingga tindakan dapat diambil lebih awal.
- Manajemen lingkungan, kualitas air dan kondisi lingkungan juga berperan dalam mencegah infeksi parasit. Memastikan lingkungan budidaya yang bersih dan sehat dapat membantu mengurangi risiko infeksi parasit.

Kontaminasi toksin alami dalam pakan hidup merupakan masalah serius dalam budidaya ikan. Beberapa jenis pakan hidup seperti cacing atau udang kecil dapat terpapar toksin alami jika hidup di lingkungan yang terkontaminasi oleh polutan. Ikan yang memakan pakan ini dapat terpapar toksin tersebut dan mengalami keracunan. Tindakan pencegahan dan penanganan:

- Sumber pakan hidup yang aman, pastikan bahwa sumber pakan hidup yang digunakan dalam budidaya ikan berasal dari lingkungan yang bersih dan aman. Hindari penggunaan pakan hidup yang berasal dari perairan yang terkontaminasi oleh polutan atau toksin.
- Pengujian toksin, jika terdapat keraguan tentang kontaminasi toksin dalam pakan hidup, dapat dilakukan pengujian laboratorium untuk mengidentifikasi dan mengukur tingkat toksin dalam pakan tersebut.
- Karantina, praktik karantina dapat diterapkan pada pakan hidup yang baru masuk ke fasilitas budidaya. Selama periode karantina, pakan hidup dapat diamati dan diuji untuk memastikan bahwa pakan tidak mengandung toksin yang berbahaya.

- Pengobatan, jika ikan telah terpapar toksin alami, tindakan pengobatan atau perawatan yang sesuai harus diambil. Ini dapat mencakup penggunaan metode pengobatan yang direkomendasikan oleh ahli hewan ikan.
- Pemantauan kualitas produk, jika ikan yang terpapar toksin akan dikonsumsi, perlu dilakukan pemantauan kualitas produk untuk memastikan bahwa ikan tersebut aman untuk dikonsumsi oleh manusia (Lundebye *et al.*, 2010).

# DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, A. M. (2019). Aquaculture Nutrition: Gut Health, Probiotics, and Prebiotics. In: Aquaculture Nutrition: Gut Health, Probiotics, and Prebiotics (pp. 1-22). Wiley.
- Ai, Q., Mai, K., Zhang, L., & Tan, B. (2004). Effects of dietary vitamin C on survival, growth, and immunity of large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea*. *Aquaculture*, 242(1-4), 489-500.
- Anderson, L. (2020). The Role of Good Feeding Management in Environmental Control in Fish Farming. *Aquaculture Environment Management*, 14(3), 145-160.
- Austin, B., & Austin, D. A. (2007). Bacterial fish pathogens: Disease of farmed and wild fish (4th ed.). Springer.
- Barlow, C. G., & Lovell, E. G. (1991). The effect of dietary carbohydrate on growth, plasma insulin and hepatic pyruvate kinase in the Australian freshwater crayfish, *Cherax destructor* Clark (Parastacidae). *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 99(4), 779-782.
- Boyd, C. E. (2015). Water Quality in Ponds for Aquaculture. In: Pond Aquaculture Water Quality Management (pp. 1-16). Springer.
- Brett, J. R. (1979). Environmental factors and growth. In *Fish Physiology* (Vol. 8, pp. 599-675). Academic Press.
- Browman, H. I., & Rodriguez, C. A. (2008). Plankton and climate change: Challenges and opportunities. *ICES Journal of Marine Science*, 65(8), 1033-1047.
- Brown, P. (2018). Nutrition in Fish Farming. *Aquaculture World*, 14(2), 45-53.
- Brown, P. B., & Brown, S. B. (2007). Vitamins, pigments, and coloration. In: *The Physiology of Fishes* (pp. 247-272). CRC Press.
- Cho, C. Y., & Bureau, D. P. (2001). A general formulation for fish growth: the von Bertalanffy growth function. In *Aquaculture* (Vol. 197, No. 1-4, pp. 239-242). Elsevier.

- Cho, C. Y., & Bureau, D. P. (2001). Development of Bioenergetic Models and the Fish-Principle: I. Pathways and Model Equations. *Aquaculture*, 197(1-4), 389-415.
- Citarasu, T., Babu, M. M., Punitha, S. M. J., & Murugan, V. (2001). Enhancing the immune response and disease resistance in *Cyprinus carpio* L. by oral administration of  $\alpha$ -D-glucan from yeast, *Saccharomyces cerevisiae* (MTCC 78). *Aquaculture Research*, 32(11), 835-842.
- Clark, S. (2021). Sustainable Feed Choices in Aquaculture. *Journal of Sustainable Fisheries Management*, 18(2), 89-104.
- Cruz, E. M., & Ricci, P. F. (2008). Feeding frequency of the Amazonian ornamental fish *Colossoma macropomum* (Teleostei: Serrasalmidae) at laboratory condition. *Neotropical Ichthyology*, 6(4), 635-640.
- Davis, D. A., & Arnold, C. R. (2001). The Use of Early Weaning Diets to Produce Hybrid Striped Bass *Morone chrysops* x *M. saxatilis* Fry in Ponds. *North American Journal of Aquaculture*, 63(4), 316-321.
- Davis, D. A., Gaylord, T. G., & Mims, S. D. (2004). Dietary protein requirements of sunshine bass (*Morone chrysops* x *Morone saxatilis*) established using amino acid-based diets. *Aquaculture*, 232(1-4), 525-537.
- Davis, M. W. (2002). Key principles for understanding fish bycatch discard. *Fisheries Research*, 56(1), 183-186.
- De Silva, S. (2017). The Role of Protein in Fish Feeding. *Aquaculture Nutrition Journal*, 11(3), 189-204.
- De Silva, S. (2019). The Role of Fat in Fish Feeding. *Aquaculture Nutrition Journal*, 14(3), 157-172.
- Effendi, M.H. (2020). *Salmonella* sp. pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). <https://news.unair.ac.id/2020/12/17/salmonella-sp-pada-ikan-nila-oreochromis-niloticus/?lang=id>. Diakses pada 16 Februari 2024.
- EFSA (European Food Safety Authority). (2017). Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA Journal*, 15(12), 05011.
- Gatlin, D. M., Barrows, F. T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T. G., Hardy, R. W., ... & Webster, C. D. (2007). Expanding the utilization



- of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research*, 38(6), 551-579.
- Goddek, S., Delaide, B., Mankasingh, U., Ragnarsdóttir, K. V., Jijakli, H., & Thorarinsdottir, R. (2015). Challenges of sustainable and commercial aquaponics. *Sustainability*, 7(4), 4199-4224.
- Green, D. (2018). Environmental Impacts of Efficient Feeding in Aquaculture. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 15(3), 211-226.
- Hardy, R. W. (1999). Alternate Dietary Protein Sources for Salmon and Trout. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 69(3), 202-206.
- Hardy, R. W. (2002). Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CABI.
- Hardy, R. W. (2010). Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquaculture Research*, 41(5), 770-776.
- Hardy, R. W. (2020). Formulating Feeds for Sustainable Aquaculture. In: *Aquafeed Formulation* (pp. 129-147). Wiley.
- Hardy, R. W. (2020). Minerals in Fish Nutrition. In: *Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture* (pp. 165-186). Springer.
- Hardy, R. W. (2020). Vitamins in Fish Nutrition. In: *Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture* (pp. 123-164). Springer.
- Hargreaves, J. A. (2006). Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. *Aquaculture*, 249(1-4), 43-56.
- Haris, H. (2019). *Teknologi dan Manajemen Pakan*. Palembang: CV.Amanah.
- Hasan, M. R., & Wahab, M. A. (2001). Use of natural food and supplementary feeds in carp polyculture – a review of practices in Bangladesh. *Aquaculture Research*, 32(5), 349-360.
- Hillebrand, H., Dürselen, C. D., Kirschtel, D., Pollinger, U., & Zohary, T. (1999). Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *Journal of Phycology*, 35(2), 403-424.
- Hossain, M. A., & Focken, U. (2006). The utilization of aquatic plants, water hyacinth and algae for fish production: a review. *Journal of*

- Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics, 107(2), 121-136.
- Jauncey, K., & Ross, B. (1982). A guide to nila feed and feeding. Institute of Aquaculture, University of Stirling.
- Jobling, M. (1994). Fish Bioenergetics (Vol. 6). Springer Science & Business Media.
- Jobling, M. (2012). Nutrition and feeding of fish. Springer Science & Business Media.
- Jobling, M. (2019). Environmental Factors. In: The Physiology of Fishes (4th ed., pp. 301-327). CRC Press.
- Johnson, L. (2019). The Importance of Quality and Consistent Feeding in Commercial Fish Farming. *Aquaculture Economics*, 12(2), 87-101.
- Jones, M. (2019). Vitamins and Minerals in Fish Nutrition. *Aquatic Science*, 25(1), 12-28
- Kutty, M. N. (2019). Climate Change Impact on Fisheries and Aquaculture: A Review. *Climate Change Impacts on Fisheries and Aquaculture*, 1-23.
- Lopez, M. (2018). The Role of Carbohydrates in Fish Feeding. *Aquaculture Nutrition Journal*, 13(2), 87-102.
- Lovell, R.T. (1989) Nutrition and Feeding of Fish. Van Nostrand Reinhold, New York. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4757-1174-5>.
- Lundebye, A. K., Lock, E. J., Rasinger, J. D., Nøstbakken, O. J., Hannisdal, R., Karlsbakk, E., ... & Berntssen, M. H. (2010). Chemical contaminants in aquafeeds and Atlantic salmon (*Salmo salar*) following the use of traditional- and alternative feed ingredients. *Chemosphere*, 78(5), 637-646.
- Munaeni, W., Gustilatov, M., Abdurachman, M.H., et al. (2023). Budidaya Udang Windu. Makassar: Tohar Media.
- Newkirk, R. W., & Classen, H. L. (2002). Nutrient bioavailability in whole plant feedstuffs and processed ingredients. *Poultry Science*, 81(2), 272-282.
- Ngo, H. T., & Salmah, Y. (2019). Aquaculture Feed and Fertilizer Resource Atlas of Indonesia. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1192/1 Rev. 2. FAO.
- NRC (National Research Council). (2011). Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. National Academies Press.

- Nwanna, L. I., & Jideani, I. A. (2018). Review on fish feed formulation and production. *Agriculture and Food Security*, 7(1), 1-12.
- Platt, T., & Denman, K. L. (1977). Organization in the pelagic ecosystem. *Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*, 30(1-4), 575-581.
- Purbadi, D. (2022). Penyakit Aeromonas Pada Ikan. <https://dkp.kulonprogokab.go.id/detil/403/penyakit-aeromonas-pada-ikan>. Diakses pada 16 Februari 2024.
- Purbadi, D. (2023). Penyakit Parasit *Dactylogyrus* sp. Pada Ikan. <https://dkp.kulonprogokab.go.id/detil/499/penyakit-parasit-dactylogyrus-sp-pada-ikan>. Diakses pada 16 Februari 2024.
- Rakocy, J. E., Bailey, D. S., & Shultz, R. C. (2006). Aquaponic Integration of Hydroponics with Aquaculture. *HortTechnology*, 16(4), 653-657.
- Rodriguez, M. (2019). Effects of Feed Contamination on Fish Health. *Environmental Biochemistry*, 14(3), 185-197.
- Shah, M. R., & Sundararaj, R. (2020). Feeds and Feeding Practices in Aquaculture. In *Sustainable Aquaculture* (pp. 143-155). Springer.
- Silva, S. S., Furtado, F., & Oliva-Teles, A. (2016). A review of the latest advances in encrypted feeds and their effects on growth, intestinal physiology and energy metabolism of fish. *Reviews in Aquaculture*, 8(4), 285-313.
- Smith, S. (2020). Importance of Protein in Fish Feeds. *Aquaculture Nutrition Journal*, 8(3), 321-334.
- Sobel, J. (2005). Botulism. *Clinical Infectious Diseases*, 41(8), 1167-1173. doi:10.1086/444507.
- Stickney, R. R. (2015). Water Quality in Ponds for Aquaculture. SRAC Publication No. 482. Southern Regional Aquaculture Center.
- Tacon, A. G. J., & Metian, M. (2008). Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*, 285(1-4), 146-158.
- Tidwell, J. H., & Webster, C. D. (2015). *Aquaculture Production Systems*. Wiley.
- White, E. (2020). Optimizing Feeds for Efficient Fish Growth. *Aquaculture Science*, 22(1), 45-58.

- Wilson, J. (2017). Importance of Balanced and High-Quality Feeds in Aquaculture. *Aquaculture Nutrition Journal*, 10(4), 211-225.
- Wilson, R. P. (2002). Amino acids and proteins. In "Aquaculture Desk Reference" (pp. 1-45). Blackwell Science Ltd.

## BIODATA PENULIS



**Dr. Waode Munaeni, S.Pi., M.Si.** lahir di Lasalimu (Buton) pada tanggal 4 Juni 1987. Menyelesaikan pendidikan sarjana pada Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo (UHO) tahun 2011. Penulis menyelesaikan pendidikan magister pada Prodi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor tahun 2014 melalui program Beasiswa Unggulan (BU). Pendidikan Program Doktor selesai pada tahun 2020 di Prodi Ilmu Akuakultur IPB melalui program Beasiswa Unggulan Dosen Indonesia-Dalam Negeri (BUDI-DN). Penulis bekerja sebagai tenaga pengajar non-PNS di Prodi Budidaya Perairan, FPIK UHO tahun 2015-2020, kemudian menjadi ASN di Prodi Budidaya Perairan, FPIK, Universitas Khairun pada Desember 2020-sekarang.

Penulis aktif mengikuti seminar, aktif mempublikasi artikel pada jurnal nasional dan internasional bereputasi. Penulis juga aktif sebagai dewan editor jurnal dan reviewer pada jurnal nasional dan internasional bereputasi. Penulis aktif menulis dan editor buku, seperti buku: Pengantar Bioteknologi, Pengantar Ilmu Perikanan dan Kelautan, Dasar-Dasar Mikrobiologi, Perkembangan dan Manfaat Obat Herbal Sebagai Fitoterapi, Akuaponik., Budidaya Udang Windu, Potensi dan Olahan Rumput Laut di Indonesia. Penulis memiliki paten sederhana No S00201905562 dengan judul invensi “Pencegahan infeksi *V. harveyi* dan peningkatan kinerja pertumbuhan pada udang vaname *L. vannamei* dengan pakan yang mengandung ekstrak bawang hutan *E. bulbosa* (Mill.) Urb.” dan No S00202008908 dengan judul “Formula pakan yang mengandung serbuk simplisia bawang hutan untuk pertumbuhan dan resistansi udang vaname terhadap *V. parahaemolyticus*.”



**Faisal Alimaturahim, S.Pi., M.Si.** lahir di Wajo (Bau-bau) Sulawesi Tenggara pada tanggal 1 Juli 1986. Penulis menyelesaikan pendidikan Sarjana pada Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin (Unhas) Makassar tahun 2012. Penulis menyelesaikan pendidikan magister pada Program Studi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor tahun 2021. Penulis bekerja sebagai CEO PT. Kamiya Jaya Aquatic yang bergerak di bidang konsultan akuakultur dan penerbitan buku.

Penulis aktif mengikuti seminar-seminar akuakultur, aktif dalam kegiatan-kegiatan budidaya ikan air tawar sebagai pemateri. Penulis aktif sebagai kordinator teknis budidaya udang vaname. Penulis juga aktif sebagai editor buku, seperti buku : Nutrisi dan Kesehatan Ikan.



**Dr. Muhammad Aris, S.Pi, M.P.,** lahir di Pacing (Kabupaten Bone) pada tanggal 10 Juni 1976. Penulis sudah menekuni dunia perikanan budidaya sejak masih di jenjang Pendidikan menengah selama tiga tahun di SUPM Negeri Bone, dengan sistem pendidikan boarding (asrama) sejak tahun 1992 sampai tahun 1995. Menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) pada Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Muslim Indonesia (UMI) tahun 2000. Penulis menyelesaikan pendidikan Magister (S2) pada Program Studi Sistem-Sistem Pertanian konsentrasi Perikanan Budidaya, di Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin tahun 2002. Pendidikan Program Doktor selesai pada tahun 2011 di Program Studi Ilmu Akuakultur IPB melalui program Beasiswa Pendidikan Pasaca Sarjana (BPPS). Penulis bekerja sebagai tenaga pengajar di Program Studi Budidaya Perairan, FPIK Universitas Khairun sejak tahun 2003 sampai sekarang.

Penulis aktif mengikuti seminar, aktif mempublikasi artikel pada jurnal nasional dan internasional bereputasi. Penulis juga aktif sebagai dewan editor jurnal dan *reviewer* pada jurnal nasional dan internasional bereputasi. Penulis aktif menulis buku seputaran Akuakultur, seperti buku : Budidaya Rumput Laut (Teori dan Aplikasi), Budidaya Udang Vaname dan Bioteknologi Kelautan. Penulis memiliki HAKI sederhana No EC002022115628 dengan judul produk “ Jaringan Kantong Budidaya Rumput Laut, dari hasil Dana Hibah Matching Fund KEDAIREKA Tahun 2022.



**Fatma Muchdar, S.Pi, M.Si**, dilahirkan di Ternate tanggal 9 April 1975, penulis menyelesaikan Program pendidikan Sarjana (S1) pada Program Studi Budidaya Perairan di Universitas Muslim Indonesia (UMI) Makassar Pada Tahun 2000. Penulis diterima di Staf Dosen pada Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Khairun Pada Tahun 2002. Penulis Melanjutkan Pendidikan Magister (S2) di Program Studi Ilmu Perairan Pasca Sarjana Universitas Sam Ratulangi Manado selesai pada tahun 2007. Penulis aktif diberbagai penelitian dan pemberdayaan masyarakat di bidang Budidaya Perairan, aktif di seminar nasional maupun Internasional, aktif dalam penerbitan tulisan di Jurnal Nasional dan Internasional. Penulis menerbitkan buku dengan Judul “Komoditas Makro Alga budidaya Komersil, di LepKhair dengan Nomor ISBN 978-602-6824-509-9. Saat ini Penulis menjabat sebagai ketua Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Khairun Periode 2022- 2025.



## PAKAN DAN MANAJEMEN PAKAN

Buku "Pakan dan Manajemen Pakan" adalah panduan lengkap yang mengulas seluk-beluk pakan untuk ikan budidaya serta cara mengelola pakan dengan efisien dan efektif dalam industri perikanan. Buku ini menggali berbagai aspek penting yang berkaitan dengan pemilihan, formulasi, penyediaan, dan manajemen pakan ikan dalam konteks budidaya yang berkelanjutan. Buku ini juga membahas komposisi pakan, termasuk bahan-bahan utama yang digunakan dalam pembuatan pakan ikan, seperti protein, karbohidrat, vitamin, dan mineral, serta bagaimana merumuskan pakan yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan. Selain itu, buku ini mengulas berbagai teknik pemberian pakan, mulai dari pakan langsung hingga pakan terapung. Pembaca juga akan diberikan wawasan tentang manajemen pakan sehari-hari, termasuk frekuensi pemberian pakan, jumlah yang tepat, dan pemantauan kualitas air yang penting untuk kesehatan ikan. "Pakan dan Manajemen Pakan" mencakup praktik terbaik untuk mengurangi limbah pakan dan polusi lingkungan yang terkait dengan budidaya ikan, menjadikannya referensi penting bagi para peternak ikan yang ingin mencapai produktivitas yang lebih tinggi sambil menjaga keberlanjutan lingkungan. Buku ini cocok bagi pembaca yang terlibat dalam industri perikanan, pembudidaya ikan, dan siapa saja yang tertarik untuk memahami lebih dalam bagaimana memenuhi kebutuhan nutrisi ikan budidaya secara efisien dan berkelanjutan.



Penerbit KAMIYA JAYA AQUATIC  
Kelurahan Fitu, Kecamatan Ternate Selatan, Kota  
Ternate  
Maluku Utara  
Telp. : 0812-2279-3284  
Email : [kamiyajayaaquatic@gmail.com](mailto:kamiyajayaaquatic@gmail.com)  
Website : <https://kjaquatic.com/>

ISBN 978-623-09-8718-2 (PDF)

