

## Tentang Penulis



**Prof. Dr. Ir. Hafrijal Syandri, MS**, lahir di Pangian, Batusangkar 20 Januari 1960. Sebagai seorang Guru Besar dalam bidang ilmu pengelolaan sumberdaya perairan umum daratan dan Teknologi Reproduksi Ikan. Danau menjadi salah satu fokus objek dalam penelitiannya, disamping penelitian dengan topik perikanan yang lain. Dengan latar pendidikan dan riset dalam bidang perikanan, keahlian dan kemampuan penulis di bidang pengelolaan sumberdaya perairan sudah tidak diragukan lagi. Saat ini penulis sebagai dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan Pascasarjana Universitas Bung Hatta

Padang. Dia saat ini lebih memfokuskan kegiatannya dalam bidang Tri Dharma Perguruan Tinggi. Riset yang sudah pernah diraih dari Kemenristek Dikti adalah Hibah Riset Dasar, Riset Terapan, Riset Insinas dan Riset Produktif (Rispro) dari LPDP yang sudah diraih selama dua periode dengan fokus Restorasi Danau Maninjau. Hasil riset tersebut dalam bentuk artikel telah dipublikasikan pada journal internasional bereputasi terindek Scopus dan juga telah diimplementasikan untuk masyarakat. Dia juga telah menulis buku yang bersumber dari hasil-hasil riset yang sudah dipublikasikan antara lain Air dan Akuakultur; Danau Maninjau: Antara Keramba Jaring Apung dan Pariwisata. Ditengah kesibukannya buku Akuakultur: Ikan Untuk Kesehatan disusun dengan tujuan untuk berbagi ilmu pengetahuan dan teknologi untuk menambah khasanah ilmu pengetahuan insan perikanan.



**Prof. Dr. Ir. Netti Aryani, MS**, lahir di Tanjung Pinang Riau, 17 Juli 1961. Dia adalah alumnus Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau tahun 1985 dan menjadi dosen pada almamaternya sejak 1989 sampai sekarang. Sebagai seorang akuakultoris, teknologi reproduksi ikan perairan umum menjadi salah satu objek penelitiannya, disamping penelitian dengan topik perikanan yang lain. Dengan latar belakang pendidikan S2 pada Program Studi Biologi Reproduksi Institut Pertanian Bogor, dan Doktor Ilmu Nutrisi Reproduksi Ikan pada Program Pasacasarjana Unand Padang saat sekarang keahlian dan

kemampuan penulis di bidang reproduksi ikan sudah tidak diragukan lagi. Berbagai penelitian telah diraih dari Dikti antara lain penelitian dosen muda, penelitian Hibah Bersaing, Strategis Nasional, dan Unggulan Perguruan Tinggi dan penelitian dari berbagai instansi di daerah Riau. Hasil penelitian tersebut sudah dipublikasi pada jurnal nasional terakreditasi dan jurnal internasional bereputasi terindek Scopus. Ditengah kesibukannya melaksanakan tri dharma perguruan tinggi, buku tentang Akuakultur: Ikan Untuk Kesehatan di tulis untuk menambah khasanah ilmu pengetahuan insan perikanan.

ISBN 978-623-5797-20-5



9 786235 797205

*Prof. Dr. Ir. Hafrijal Syandri, MS*  
*Prof. Dr. Ir. Netti Aryani, MS*

# AKUAKULTUR

## IKAN UNTUK KESEHATAN



LPPM Universitas Bung Hatta

**AKUAKULTUR**  
IKAN UNTUK KESEHATAN



**LPPM Universitas Bung Hatta**

Sanksi pelanggaran pasal 44: Undang-undang No. 7 Tahun 1987 tentang Perubahan atas Undang-undang No. 6 Tahun 1982 tentang hak cipta.

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 100.000.000,- (seratus juta rupiah)
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta sebagaimana dimaksud dalam ayat 1 (satu), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 50.000.000,- (lima puluh juta rupiah)

**AKUAKULTUR**  
IKAN UNTUK KESEHATAN

Prof.Dr.Ir Hafrijal Syandri,MS  
Prof. Dr. Ir. Netti Aryani, M.Si

**Penerbit**  
**LPPM Universitas Bung Hatta 2023**

Judul : **Akuakultur** Ikan Untuk Kesehatan  
Penulis : Prof.Dr.Ir Hafrijal Syandri,MS  
Prof. Dr. Ir. Netti Aryani, M.Si

Sampul : Prof.Dr.Ir Hafrijal Syandri,MS  
Perwajahan: LPPM Universitas Bung Hatta  
Diterbitkan oleh LPPM Universitas Bung Hatta Maret 2023

Alamat Penerbit:  
LPPM Universitas Bung Hatta  
Gedung Rektorat Lt.III  
Jl. Sumatra Ulak Karang Padang, Sumbar, Indonesia  
Telp.(0751) 7051678 Ext.323, Fax. (0751) 7055475  
e-mail: lppm\_bunghatta@yahoo.co.id

Hak Cipta dilindungi Undang-undang  
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau  
seluruhnya isi buku ini tanpa izin tertulis penerbit  
Isi diluar tanggung jawab percetakan  
Cetakan Pertama : Maret 2023

Prof.Dr.Ir Hafrijal Syandri,MS  
Prof. Dr. Ir. Netti Aryani, M.Si

,  
**Akuakultur** Ikan Untuk Kesehatan,  
Oleh: Prof.Dr.Ir Hafrijal Syandri,MS, Prof. Dr. Ir. Netti Aryani,  
M.Si, LPPM Universitas Bung Hatta, Maret 2023

1 0 4 Hlm + X; 18,2 cm x 25,7 cm  
**ISBN 978-623-5797-20-5**

## **SAMBUTAN REKTOR UNIVERSITAS BUNG HATTA**

**V**isi Universitas Bung Hatta adalah Menjadikan Universitas Bung Hatta Bermutu dan Terkemuka serta Berkelas Dunia dengan Misi utamanya meningkatkan mutu sumberdaya manusia yang berada dalam jangkauan fungsinya. Mencermati betapa beratnya tantangan Universitas Bung Hatta terhadap dampak globalisasi, baik yang bersumber dari tuntunan internal dan eksternal dalam meningkatkan daya saing lulusan perguruan tinggi, maka upaya peningkatan kualitas lulusan Universitas Bung Hatta adalah suatu hal yang harus dilakukan dengan terencana dan terukur. Untuk mewujudkan hal itu, Universitas Bung Hatta melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat merancang program kerja kepada dosen untuk menulis buku. Kita dituntut untuk memahami elemen kompetensi yang biasa diaplikasikan dalam proses pembelajaran, melakukan riset dan menuangkan dalam bentuk buku.

Saya ingin menyampaikan penghargaan kepada Prof.Dr.Ir Hafrijal Syandri,MS dan Prof. Dr. Ir. Netti Aryani, M.Si yang telah menulis buku "Akuakultur Ikan Untuk Kesehatan". Harapan saya buku ini akan tetap eksis sebagai wahana komunikasi bagi kelompok dosen dalam bidang Ilmu Perikanan, sehingga dapat dijadikan sebagai sumber bahan ajar untuk mata kuliah yang diampu dan menambah khasanah ilmu pengetahuan mahasiswa.

Tantangan kedepan tentu lebih berat lagi, karena kendala yang sering dihadapi dalam penulisan buku adalah tidak dipunyai hasil-hasil riset yang bernas.Kesemuanya itu menjadi tantangan kita bersama terutama para dosen di Universitas Bung Hatta.

Demikian sambutan saya, sekali lagi saya ucapkan selamat atas penerbitan buku ini. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa meridhoi segala upaya yang kita perbuat bagi memajukan pendidikan di Universitas Bung Hatta.

Padang, 3 Maret 2023

Rektor

**Prof. Dr. Tafdil Husni, SE.,M.B.A**

## KATA PENGANTAR

**I**kan, yang meliputi finfish, krustasea, dan moluska, merupakan makanan sehat yang sangat penting bagi manusia. Ikan memainkan peran utama dalam nutrisi manusia, memberikan setidaknya 20% dari asupan protein untuk sepertiga populasi penduduk dunia, dan menjadi sumber utama ketergantungan di negara-negara berkembang. Selain mengandung protein, ikan juga kaya akan sumber asam lemak yang ramah kesehatan, terutama asam lemak tak jenuh ganda omega-3. Kelompok small indigenous fish (SIFs) merupakan jenis ikan yang padat akan mikronutrien, termasuk sumber protein dan minyak ikan, yang dapat memainkan peran penting dalam mencegah penyakit defisiensi mikronutrien yang umum terjadi di negara-negara berkembang. Terdapat beberapa mikronutrien yang lebih melimpah pada ikan daripada pada daging atau tumbuhan mamalia, seperti vitamin D pada ikan berminyak atau mineral seperti yodium, selenium, seng, magnesium, dan kalsium. Oleh karena itu, ketahanan pangan meliputi empat dimensi utama, yaitu ketersediaan pangan, akses pangan, pemanfaatan pangan, dan stabilitas pangan.

Buku ini membahas tentang ikan sebagai sumber pangan, prospek dan tantangan ikan dalam mencapai ketahanan pangan, dampak COVID-19 terhadap ketahanan pangan, serta masa depan akuakultur Indonesia dalam mendukung ketahanan pangan

Kami dengan tulus mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT atas selesainya penulisan buku ini. Selain itu, kami ingin mengucapkan penghargaan dan terima kasih kepada semua pihak yang telah turut serta mendukung penyelesaian buku ini, terutama kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Ditjen Dikti yang telah memberikan dana penelitian Skema Riset

Dasar tahun 2021-2022. Buku ini merupakan hasil dari riset yang telah dilakukan. Kami berharap buku ini dapat berguna dan bermanfaat bagi para pemerhati dan masyarakat yang tertarik dalam bidang akuakultur, serta dapat menjadi tambahan pengetahuan yang berharga.

Padang, Maret 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>SAMBUTAN REKTOR .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPTER 1. IKAN SEBAGAI SUMBER PANGAN .....</b>	<b>5</b>
Ikan merupakan salah satu sumber nutrisi dalam pangan .....	5
Ketersediaan pangan dari ikan .....	6
Akses pangan dari ikan .....	7
Pemanfaatan pangan dari ikan .....	8
Stabilitas pangan dari ikan .....	8
Profil asam amino pada daging ikan .....	12
Profil asam lemak pada daging ikan.....	15
Kesimpulan .....	27
Daftar Pusataka.....	29
<b>CHAPTER 2. PROSPEK DAN TANTANGAN IKAN UNTUK KETAHANAN PANGAN.....</b>	<b>33</b>
Ikan dan ketahanan pangan global.....	33
Kerangka dan definisi ketahanan pangan .....	34
Kebutuhan nutrisi untuk kehidupan .....	37
Tantangan budidaya ikan untuk ketahanan pangan .....	40
Sumberdaya perikanan untuk ketahanan pangan .....	45
Kesimpulan .....	50
Daftar Pustaka .....	52
<b>CHAPTER 3. DAMPAK COVID-19 TERHADAP KETAHANAN PANGAN.....</b>	<b>55</b>
Dampak Covid-19 terhadap matapencarian pelaku perikanan .....	55
Dampak Covid-19 terhadap Pendidikan anak.....	58
Dampak Covid-19 terhadap konsumsi ikan .....	58

Dampak Covid-19 terhadap kesehatan manusia .....	62
Kesimpulan .....	64
Daftar Pustaka .....	66

## **CHAPTER 4. MASA DEPAN AKUAKULTUR INDONESIA**

<b>UNTUK KETAHANAN PANGAN</b> .....	73
Peranan akuakultur dalam sektor perikanan.....	73
Teknologi akuakultur masa depan untuk ketahanan pangan .....	75
Teknologi berbasis luas lahan ideal di perairan .....	76
Teknologi kolam terpal system bioflok di lahan darat.....	77
Teknologi busmetik untuk budidaya udang .....	78
Teknologi IMTA.....	79
Spesies ikan pada akuakultur dan kontribusi produksi 2030 .....	84
Dampak lingkungan akibat akuakultur intensif .....	86
Kesimpulan .....	94
Daftar Pustaka .....	95
Daftar Glosarium .....	99
Daftar Indek .....	101
Singkatan yang digunakan dalam teks .....	103

# PENDAHULUAN

Dalam dekade ini, upaya untuk mencapai tujuan dunia tanpa kelaparan dan kekurangan gizi dalam segala bentuknya mencapai titik balik dengan dimulainya era baru dalam pemantauan kemajuan ketahanan pangan dan gizi di seluruh dunia. Agenda 2030 untuk Pembangunan Berkelanjutan (Agenda 2030) menetapkan tujuan untuk mengatasi tantangan kelaparan, kerawanan pangan, dan kekurangan gizi dalam segala bentuknya, di mana kedua tujuan Akuakultur adalah praktik budidaya organisme air seperti ikan, udang, kerang, tiram, dan tanaman air dalam lingkungan yang dikendalikan (SDGs) yaitu memastikan akses ke makanan yang aman, bergizi, dan cukup untuk semua (Target 2.1) dan menghilangkan segala bentuk malnutrisi (Target 2.2) menjadi bagian dari agenda tersebut. Pencapaian SDGs sangat bergantung pada kontribusi untuk mencapai tujuan lain dari Agenda 2030, seperti mengakhiri kemiskinan, meningkatkan kesehatan, pendidikan, kesetaraan gender, serta memperluas akses terhadap air bersih dan sanitasi, pekerjaan yang layak, mengurangi ketimpangan, serta menciptakan perdamaian dan keadilan.

Dalam upaya mencapai tujuan dunia tanpa kelaparan dan kekurangan gizi, diperlukan kolaborasi dan partisipasi aktif dari berbagai pihak, termasuk pemerintah, organisasi masyarakat sipil, sektor swasta, serta masyarakat luas. Selain itu, perlu dilakukan langkah-langkah konkret seperti peningkatan produksi pangan yang berkelanjutan, pengembangan teknologi pertanian modern, peningkatan akses ke pasar global, serta pendidikan dan kesadaran masyarakat mengenai

gizi dan pola makan yang sehat. Dengan kerja sama dan tindakan nyata dari semua pihak, tujuan dunia tanpa kelaparan dan kekurangan gizi dalam segala bentuknya di masa depan dapat tercapai.

Visi transformasional yang tertuang dalam Agenda 2030 memperlihatkan pentingnya adanya perubahan paradigma dalam cara kita memandang isu-isu kelaparan, gizi, dan kesehatan. Saat ini, epidemi obesitas global semakin meningkat dan berdampak pada negara-negara berpenghasilan rendah dengan meningkatkan beban ganda dari malnutrisi dan penyakit tidak menular. Hal ini menunjukkan bahwa kita harus mengkaji ulang cara kita memikirkan dan mengukur kelaparan dan makanan serta meninjau ulang hubungan antara ketidakamanan pangan dan gizi dengan kesehatan. Kita harus mulai berpikir lebih holistik dan mencakup aspek-aspek sosial dan lingkungan yang mempengaruhi ketersediaan dan akses terhadap pangan yang sehat dan bergizi.

Agenda 2030 menempatkan masalah kelaparan dan gizi sebagai salah satu prioritas utama dalam pembangunan berkelanjutan. Oleh karena itu, kita harus bekerja sama untuk mengembangkan sistem pangan yang berkelanjutan dan inklusif, meningkatkan ketersediaan dan akses terhadap makanan yang sehat dan bergizi, dan meningkatkan kesadaran dan pengetahuan masyarakat tentang gizi dan pola makan yang sehat. Dengan melakukan hal-hal tersebut, kita dapat mencapai tujuan dunia tanpa kelaparan dan kekurangan gizi dalam segala bentuknya serta mengurangi dampak buruk dari epidemi obesitas global.

Rekomendasi Konferensi tentang Gizi (ICN2) 2016-2025 adalah agar cakupan topik gizi diperluas dengan memasukkan enam indikator nutrisi, yang digunakan untuk memantau target global dari Majelis

Kesehatan Dunia tentang nutrisi dan penyakit terkait makanan, di mana tiga dari enam indikator tersebut juga merupakan target dari SDG2.

Indikator-indikator ini digunakan untuk memantau kemajuan terhadap target global dari Majelis Kesehatan Dunia tentang nutrisi dan penyakit terkait makanan. Target-target ini mencakup pengurangan keterlambatan pertumbuhan anak, pengurangan anemia pada wanita dalam usia produktif, peningkatan persediaan makanan minimum, pengurangan kekurangan vitamin A dan zat besi, dan pengurangan prevalensi obesitas pada orang dewasa.

Selain itu, laporan tersebut juga memperkenalkan indikator baru yaitu ketahanan pangan, yang diukur melalui prevalensi kerawanan pangan yang parah berdasarkan Skala Pengalaman Kerawanan Pangan (FIES). Indikator ini menunjukkan perkiraan proporsi penduduk yang menghadapi kendala serius dalam memperoleh makanan yang cukup (FAO, 2018), dan merupakan kali pertama indikator ini diperkenalkan. Menurut laporan FAO (2018), jumlah orang yang mengalami kelaparan telah meningkat selama tiga tahun terakhir, mencapai tingkat yang sama seperti sepuluh tahun yang lalu. Saat ini, diperkirakan jumlah orang di seluruh dunia yang mengalami kekurangan gizi kronis telah meningkat dari 804 juta pada tahun 2016 menjadi 821 juta pada tahun 2017. Situasi ini semakin memburuk di Amerika Selatan dan sebagian besar wilayah Afrika, sedangkan di Asia terdapat tren penurunan gizi buruk meskipun penurunan tersebut tampaknya melambat secara signifikan. Jika tidak ada peningkatan upaya untuk memperbaiki gizi buruk, maka ada risiko kegagalan untuk mencapai target SDG tentang pemberantasan kelaparan pada tahun 2030. Nutrisi yang baik merupakan sumber kehidupan bagi pembangunan yang berkelanjutan dan mendorong perubahan yang

diperlukan untuk masa depan yang lebih berkelanjutan dan sejahtera. Oleh karena itu, sangat penting untuk memperbaiki kondisi gizi dan memberikan akses yang lebih baik terhadap makanan yang bergizi bagi masyarakat di seluruh dunia, sehingga dapat mencapai tujuan SDG yang ambisius dan menciptakan masa depan yang lebih baik bagi kita semua.

# **CHAPTER 1**

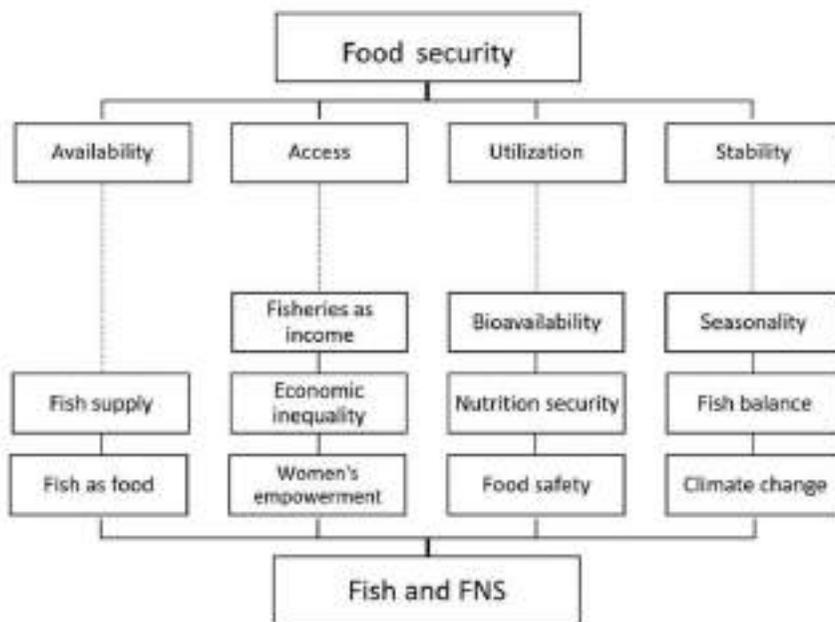
## **IKAN SEBAGAI SUMBER PANGAN**

### **Ikan merupakan salah satu sumber nutrisi dalam pangan**

Ikan, termasuk finfish, krustasea, dan moluska, merupakan makanan yang sangat sehat. Ikan memainkan peran utama dalam nutrisi manusia dengan menyediakan setidaknya 20% dari asupan protein bagi sepertiga populasi dunia, terutama di negara berkembang yang sangat bergantung pada ikan sebagai sumber protein (Bene et al., 2007). Selain protein, ikan juga kaya akan minyak yang ramah kesehatan, terutama asam lemak tak jenuh ganda omega ( $\omega$ )-3 (Polyunsaturated, PUFA). Omega-3 diketahui memiliki banyak manfaat kesehatan, seperti mengurangi risiko penyakit kardiovaskular, membantu perkembangan otak dan mata, serta menurunkan risiko depresi dan kecemasan. Small indigenous fish (SIFs), jenis ikan tertentu yang umumnya dikonsumsi di negara-negara berkembang, memiliki kandungan mikronutrien yang padat dan dapat memainkan peran penting dalam memberantas penyakit defisiensi mikronutrien (Chan et al., 2019; Hasselberg et al., 2020).

Mengonsumsi ikan secara teratur dapat memberikan manfaat kesehatan yang besar bagi tubuh. Ikan mengandung beberapa mikronutrien yang lebih melimpah dibandingkan daging atau tumbuhan mamalia, seperti vitamin D pada ikan berminyak, mineral seperti yodium, selenium, seng, magnesium, dan kalsium (Tran et al., 2022). Selain itu, ikan juga memiliki keunggulan unik dibandingkan dengan produk hewani dan tumbuhan lainnya karena ada banyak spesies ikan yang harganya sangat bervariasi. Oleh karena itu,

ketahanan pangan tidak hanya mencakup ketersediaan pangan, akses pangan, pemanfaatan, dan stabilitas pangan (Gambar 1) bagi semua kelompok masyarakat, termasuk kelompok berpenghasilan tinggi, menengah, dan rendah, tetapi juga melibatkan konsumsi sumber protein hewani yang paling banyak dikonsumsi.



Gambar 1. Kerangka konseptual empat pilar ketahanan pangan (FAO, 2006)

### **Ketersediaan pangan dari ikan**

Dalam hal ini, perlu ditekankan bahwa ikan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam memenuhi kebutuhan pangan dan nutrisi manusia. Sebagai sumber protein hewani yang paling banyak dikonsumsi, ikan dapat disediakan melalui berbagai sektor perikanan, termasuk perikanan tangkap, budidaya ikan, dan perikanan kecil.

Selain itu, karena ikan kaya akan mikronutrien, seperti vitamin dan mineral, mengonsumsi ikan secara teratur juga dapat membantu meningkatkan ketersediaan nutrisi dalam populasi penduduk tertentu. Dalam hal ini, penting untuk memastikan bahwa ikan yang dikonsumsi memiliki kualitas yang sesuai dan dapat diterima sesuai dengan budaya lokal.

Bahwa pentingnya kontribusi ikan dalam memenuhi kebutuhan pangan dan nutrisi manusia tidak boleh diabaikan, terutama dalam menghadapi tantangan ketersediaan pangan yang semakin meningkat. Selain itu, ikan juga memiliki potensi untuk meningkatkan penghidupan dan kesejahteraan masyarakat yang tergantung pada sektor perikanan, termasuk nelayan dan petani ikan. Oleh karena itu, peningkatan produksi dan akses ke ikan yang berkualitas harus menjadi prioritas dalam upaya mencapai ketahanan pangan dan nutrisi yang berkelanjutan.

### **Akses pangan dari ikan**

Akses pangan merujuk pada kemampuan seseorang untuk memperoleh makanan yang bergizi melalui produksi sendiri, berburu dan mencari makanan, atau membeli makanan (FAO, 2006). Dalam bagian ini, kami menyoroti tiga dimensi aksesibilitas sebagai berikut: pertama, bagaimana mata pencaharian yang tersedia dalam rantai nilai ikan membantu meningkatkan pendapatan dan memungkinkan masyarakat mengakses makanan yang bergizi; kedua, bagaimana ketimpangan ekonomi mempengaruhi kemampuan masyarakat untuk mengakses ikan; ketiga, bagaimana ketidaksetaraan gender memengaruhi peningkatan pendapatan dan aksesibilitas terhadap ikan.

Namun, akses pangan tidak hanya berkaitan dengan memperoleh makanan yang bergizi, tetapi juga melibatkan aspek-aspek lain seperti ketersediaan, keamanan, keberlanjutan, dan kualitas pangan. Selain itu, faktor geografis, politik, dan sosial juga dapat memengaruhi aksesibilitas pangan bagi masyarakat, terutama di daerah terpencil atau konflik. Oleh karena itu, untuk memastikan akses pangan yang berkelanjutan, diperlukan upaya kolaboratif dari pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta dalam memperbaiki sistem pangan yang ada dan mengatasi tantangan-tantangan yang dihadapi.

### **Pemanfaatan pangan dari ikan**

Pemanfaatan makanan merujuk pada penggunaan makanan yang dapat diakses oleh rumah tangga dan individu, dan mencakup beberapa tema dan bidang yang relevan, termasuk ketersediaan hayati nutrisi, keamanan nutrisi, sanitasi, pemberian makanan, praktik dan keamanan pangan (FAO, 2006). Dalam konteks ikan, terdapat tiga dimensi pemanfaatan makanan yang perlu diperhatikan, yaitu: (1) ketersediaan hayati nutrisi penting dalam ikan, seperti omega-3, vitamin D, dan asam lemak tak jenuh; (2) kontribusi ikan terhadap keamanan nutrisi untuk anak-anak, yang dapat membantu mencegah stunting dan kekurangan gizi; dan (3) masalah keamanan pangan terkait penanganan dan konsumsi ikan, seperti risiko keracunan atau kontaminasi yang dapat terjadi jika ikan tidak ditangani dan disimpan dengan benar (Reksten et al., 2020).

### **Stabilitas pangan dari ikan**

Stabilitas dalam konteks ketahanan pangan tercermin dalam ketersediaan dan akses yang dapat diandalkan, di mana setiap rumah tangga atau individu memiliki akses terhadap makanan bergizi yang

cukup sepanjang waktu dan mampu beradaptasi dengan krisis ekonomi, lingkungan, atau perubahan musiman seperti kerawanan pangan (FAO, 2006; Mandal et al., 2021). Dalam bagian ini, kami akan menyoroti tiga dimensi stabilitas, yaitu: (1) variasi musiman dan pengaruhnya terhadap ketersediaan ikan, (2) keseimbangan ikan dan strategi pemerintah dalam memastikan ketersediaan dan akses ikan di masa depan, serta (3) perubahan iklim dan dampaknya terhadap ketersediaan ikan dan industri perikanan.

Pentingnya ikan sebagai sumber makanan bagi manusia dan manfaatnya dalam memerangi malnutrisi dan defisiensi mikronutrien di negara-negara berkembang telah terbukti (Garlock et al., 2022). Namun, untuk memaksimalkan potensi nutrisi dari setiap jenis makanan, termasuk ikan, komposisi nutrisinya harus diketahui dengan baik. Hal ini terutama penting dalam kasus ikan, mengingat ikan merupakan sumber keanekaragaman hayati yang besar dengan variasi spesies dan perbedaan komposisi nutrisi yang signifikan (Mahonty et al., 2019; March dan Failer, 2021).

Mengingat pentingnya data makanan, sejumlah database komposisi makanan (FCDBs) atau tabel komposisi makanan (FCTs) telah dibangun di seluruh dunia (Rittenschober, et al., 2013). Basis data ini menyediakan informasi penting untuk pengembangan pedoman diet berbasis makanan dan pelabelan makanan yang diperlukan (Elmadfa & Meyer, 2010). Beberapa FCDB internasional yang penting antara lain Jaringan Internasional Sistem Data Pangan (INFOODS), Sumber Daya Informasi Pangan Eropa (EuroFIR), Basis Data Gizi untuk Referensi Standar-Departemen Pertanian AS, dan Pusat Koordinasi Gizi University of Minnesota, AS. Basis data ini telah membantu meningkatkan kesadaran di kalangan konsumen, menambah pentingnya ekonomi komponen makanan, dan menyediakan prosedur

perhitungan standar yang dibutuhkan untuk studi internasional tentang nutrisi dan penyakit guna menghitung asupan nutrisi di seluruh negara (Mohanty et al., 2015).

Ikan tidak hanya mengandung protein yang berkualitas tinggi (lihat Tabel 1), tetapi juga memiliki kandungan asam lemak tak jenuh ganda yang penting, yaitu asam eicosapentaenoic (EPA-C20:5  $\omega$ -3) dan docosahexaenoic (DHA-C22:6 $\omega$ -3). Kedua jenis asam lemak ini memiliki manfaat kesehatan bagi manusia, seperti mengurangi risiko terkena penyakit jantung, tekanan darah tinggi, peradangan, asma, radang sendi, psoriasis, dan beberapa jenis kanker. Kita memperoleh asam lemak  $\omega$ -3 dan  $\omega$ -6 terutama melalui makanan, karena tubuh manusia tidak dapat menghasilkan kedua jenis asam lemak tersebut (Fernandes et al., 2014; Mahonty et al., 2019).

Sebelum revolusi industrialisasi pertanian dan pangan, rasio asam lemak tak jenuh ganda  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 pada makanan manusia berkisar antara 1:1 dan 2:1. Namun saat ini, rasio ini bervariasi antara 15:1 dan 40:1, dan korelasinya yang kuat dengan peningkatan insiden penyakit kronis tidak menular telah terbukti (Simopoulos & DiNicolantonio, 2015). Oleh karena itu, diet barat yang tinggi daging merah, tepung terigu halus, dan produk industri sering kali memiliki kandungan  $\omega$ -6 yang tinggi dan kandungan  $\omega$ -3 yang rendah, sehingga dianggap sebagai diet yang tidak seimbang. Meningkatkan asupan  $\omega$ -3 dan mengurangi konsumsi  $\omega$ -6 telah disarankan sebagai cara yang bermanfaat bagi kesehatan (Kri-Etherton et al., 2010). Namun demikian, para ahli telah mempertanyakan validitas penggunaan hanya rasio  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 dalam praktik klinis sebagai indikator risiko kardiovaskular. Mereka menyarankan agar rekomendasi diet harus dibuat berdasarkan konsumsi total masing-masing asam lemak tak jenuh ganda. Komposisi nutrisi ikan sebagai

sumber makanan yang kaya akan asam lemak tak jenuh ganda dicantumkan pada Tabel 1.

Ikan laut merupakan sumber asam lemak tak jenuh ganda rantai panjang  $\omega$ -3 dan mengandung proporsi nutrisi ini lebih tinggi daripada ikan air tawar, yang biasanya dicirikan oleh kadar asam lemak tak jenuh ganda  $\omega$ -6 yang tinggi, terutama linoleat (18:2  $\omega$ -6) dan asam arakidonat (20:4,  $\omega$ -6) (Olaifa et al., 2022). Komposisi asam lemak dalam jaringan ikan laut dapat bervariasi antar spesies dan antar individu, tergantung pada makanan, ukuran, umur, jenis kelamin, kondisi lingkungan, musim, dan metode penangkapan (Rekstan et al, 2020).

Meskipun demikian, ikan air tawar tetap memiliki peran penting dalam asupan nutrisi manusia. Ikan air tawar adalah sumber protein berkualitas tinggi, vitamin, dan mineral seperti vitamin D dan selenium. Beberapa jenis ikan air tawar juga mengandung asam lemak tak jenuh ganda  $\omega$ -3, seperti ikan salmon dan ikan trout. Meskipun proporsi nutrisi ini mungkin tidak sebanyak ikan laut, konsumsi ikan air tawar masih dapat membantu memenuhi kebutuhan asupan nutrisi harian. Selain itu, produksi ikan air tawar dapat dilakukan secara lokal dan berkelanjutan, sehingga dapat memberikan manfaat ekonomi dan lingkungan yang positif bagi komunitas setempat.

Tabel 1. Komposisi kimia (%) pada ikan sebagai sumber pangan (Sumber: Mahonty et al., 2019)

<i>Species</i>	<i>Habitat</i>	<i>Moisture</i>	<i>Crude</i>	<i>Crude Fat</i>	<i>Ash</i>
<b><i>Ailia coila</i></b>	<b>Freshwater</b>	<b>82.8 ±</b>	<b>12.9 ± 0.5</b>	<b>1.8 ± 0.0</b>	<b>2.0 ± 0.0</b>
<i>Amblypharyngodon mola</i>	Freshwater	76.2 ± 1.1	16.3 ± 0.8	4.3 ± 0.0	4.0 ± 0.9
<i>Anabas testudineus</i>	Freshwater	68.0 ± 0.7	16.9 ± 0.5	6.9 ± 0.6	5.3 ± 0.2
<i>Catla catla</i>	Freshwater	76.2 ± 0.3	16.2 ± 0.5	2.8 ± 0.3	2.5 ± 0.1
<i>Cirrhinus mrigala</i>	Freshwater	75.3 ± 0.6	15.5 ± 0.5	2.8 ± 0.3	2.5 ± 0.1
<i>Chitala chitala</i>	Freshwater	74.2 ± 1.2	22.2 ± 0.7	4.0 ± 0.7	1.7 ± 0.1
<i>Clarius batrachus</i>	Freshwater	75.9 ± 0.7	16.4 ± 0.3	3.7 ± 0.4	2.3 ± 0.0
<i>Crassostrea madrasensis</i>	Marine	80.1 ± 0.7	16.8 ± 0.1	2.7 ± 0.2	1.3 ± 0.1
<i>Cyprinus carpio</i>	Coldwater	77.2 ± 0.3	17.9 ± 0.8	3.0 ± 0.0	1.3 ± 0.1
<i>Epinephelus spp.</i>	Marine	78.5 ± 1.5	18.1 ± 1.1	0.9 ± 0.5	1.5 ± 0.5
<i>Etroplus suratensis</i>	Brackishwater	74.2 ± 0.5	20.4 ± 0.8	4.7 ± 0.8	1.4 ± 0.1
<i>Euthynnus affinis</i>	Marine	75.7 ± 0.1	20.9 ± 0.1	1.9 ± 0.0	1.5 ± 0.0
<i>Fenneropenaeus indicus</i>	Brackishwater	82.2 ± 0.9	16.4 ± 0.3	0.7 ± 0.4	1.4 ± 0.1
<i>Gudusia chapra</i>	Freshwater	76.7 ± 0.3	14.1 ± 0.1	5.7 ± 0.0	2.9 ± 0.0
<i>Harpadon nehereus</i>	Marine	87.5 ± 2.0	8.20 ± 0.9	2.2 ± 0.2	1.1 ± 0.2
<i>Heteropneustes fossilis</i>	Freshwater	76.7 ± 1.1	16.3 ± 0.4	2.7 ± 0.5	2.6 ± 0.1
<i>Johnius coitor</i>	Freshwater	78.8 ± 1.9	20.6 ± 1.9	0.6 ± 0.2	1.0 ± 0.0
<i>Katsuwonus pelamis</i>	Marine	70.6 ± 7.4	22.4 ± 2.9	1.2 ± 1.1	1.9 ± 0.8
<i>Labeo rohita</i>	Freshwater	75.6 ± 0.5	15.9 ± 0.4	2.7 ± 0.2	2.6 ± 0.2
<i>Lates calcarifer</i>	Brackishwater	72.8 ± 0.6	21.1 ± 0.9	2.6 ± 0.5	1.6 ± 0.1
<i>Leiognathus splendens</i>	Marine	74.7 ± 3.7	17.2 ± 1.6	3.8 ± 3.7	3.1 ± 0.7
<i>Liza parsia</i>	Freshwater	76.4 ± 0.4	22.3 ± 0.8	0.9 ± 0.0	1.6 ± 0.0
<i>Macrobrachium</i>	Marine	73.5 ± 0.6	16.9 ± 0.4	4.4 ± 0.2	4.9 ± 0.2
<i>Mugil cephalus</i>	Brackishwater	75.6 ± 0.6	20.0 ± 0.9	3.3 ± 0.7	1.3 ± 0.1
<i>Nemipterus japonicus</i>	Marine	78.5 ± 0.1	15.4 ± 0.2	5.1 ± 0.0	1.0 ± 0.0
<i>Neolissochilus</i>	Coldwater	75.3 ± 0.1	18.2 ± 0.3	3.3 ± 0.1	1.4 ± 0.0
<i>Notopterus notopterus</i>	Freshwater	74.2 ± 1.2	22.2 ± 0.7	4.0 ± 0.7	1.7 ± 0.1
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Coldwater	74.7 ± 0.3	17.9 ± 0.0	3.8 ± 0.1	1.8 ± 0.0
<i>Pampus argentius</i>	Freshwater	76.2 ± 0.7	19.6 ± 0.6	4.0 ± 0.6	0.9 ± 0.2
<i>Penaeus monodon</i>	Brackishwater	76.3 ± 0.5	19.4 ± 0.2	0.7 ± 0.2	3.1 ± 0.1
<i>Perna viridis</i>	Marine	83.5 ± 0.5	11.0 ± 0.1	1.7 ± 0.0	1.4 ± 0.0
<i>Puntius sophore</i>	Freshwater	75.7 ± 1.9	16.3 ± 0.9	4.9 ± 0.5	3.4 ± 0.1
<i>Rastrelliger kanagurta</i>	Marine	78.2 ± 0.1	19.2 ± 0.1	1.7 ± 0.0	1.2 ± 0.0
<i>Rita rita</i>	Freshwater	77.7 ± 4.3	19.5 ± 1.2	1.6 ± 0.0	1.0 ± 0.1
<i>Sardinella longiceps</i>	Marine	71.3 ± 7.1	17.1 ± 1.4	9.2 ± 5.8	2.3 ± 0.6
<i>Schizothorax richardsonii</i>	Coldwater	77.3 ± 0.0	16.4 ± 0.1	2.5 ± 0.0	1.2 ± 0.0
<i>Sperata seenghala</i>	Freshwater	79.4 ± 1.2	19.0 ± 1.3	0.8 ± 0.4	0.9 ± 0.2
<i>Stolephorus commersonii</i>	Marine	79.4 ± 0.1	16.4 ± 0.1	1.2 ± 0.0	3.2 ± 0.2
<i>Stolephorus waitiei</i>	Marine	79.9 ± 0.1	20.3 ± 0.1	1.1 ± 0.0	3.3 ± 0.3
<i>Tenualosa ilisha</i>	Freshwater	66.9 ± 4.2	20.7 ± 2.7	10.5 ±	1.1 ± 0.5
<i>Thunnus albacares</i>	Marine	74.1 ± 0.1	23.9 ± 0.1	0.6 ± 0.0	1.4 ± 0.0
<i>Tor putitora</i>	Coldwater	74.9 ± 0.1	17.9 ± 0.5	4.3 ± 0.1	1.5 ± 0.1
<i>Trichiurus lepturus</i>	Marine	75.5 ± 3.6	17.9 ± 1.5	3.4 ± 4.1	1.6 ± 0.4
<i>Xenentodon cancila</i>	Freshwater	78.2 ± 0.7	15.7 ± 0.3	0.7 ± 0.0	3.6 ± 0.1

Adopted from Mahonty et al., (2016b), with modifications.

## Profil asam amino pada daging ikan

Asam amino (AA) secara tradisional diklasifikasikan sebagai nutrisi esensial (EAA), nonesensial (NEAA), atau esensial bersyarat (CEAA). Namun, baru-baru ini konsep asam amino fungsional (FAA) telah diusulkan untuk menjelaskan AA yang berpartisipasi dalam mengatur

jalur metabolisme kunci untuk meningkatkan kesehatan, kelangsungan hidup, pertumbuhan, perkembangan, laktasi, dan reproduksi organisme (Wu, 2013).

Salah satu hal yang umum dari komposisi asam amino pada ikan yang telah diteliti adalah bahwa jumlah EAA dan CEAA lebih tinggi daripada NEAA pada setiap spesies. Namun, komposisi asam amino pada daging ikan sangat bervariasi di antara spesies. Sebagai contoh, Indian major carps (IMCs) seperti *Labeo rohita*, *Cirrhinus mrigala*, dan *Catla catla*, serta lele, kaya akan asam glutamat, asam aspartat, dan glisin. Sementara itu, ikan laut seperti *Stolephorus waitei*, *Stolephorus commersonii*, dan *Rastrelliger kanagurta* juga kaya akan glisin dan asam glutamat selain leusin. Ikan air dingin *Tor putitora* dan ikan laut *Thunnus alba cares* kaya akan lisin. Ikan asli lokal (SIFs) kecil seperti *Puntius sophore* dan *Amblypharyngodon mola* mengandung jumlah histidin yang tinggi.

Secara umum, spesies ikan air dingin kaya akan lisin dan asam aspartat, ikan laut dalam leusin, ikan asli kecil dalam histidin, dan ikan mas dan lele dalam asam glutamat dan glisin (Mohanty et al., 2014).

Tabel 2 berisi informasi tentang profil asam amino bebas pada ikan sea bass yang dibudidayakan dan yang hidup liar di alam. Dari tabel tersebut, terlihat bahwa ikan sea bass yang dibudidayakan memiliki kadar asam glutamat, glisin, histidin, dan alanin yang lebih tinggi daripada ikan sea bass liar. Namun, ikan sea bass liar memiliki kadar serin, arginin, taurin, dan metionin yang lebih tinggi dibandingkan ikan sea bass budidaya. Selain itu, ikan liar menunjukkan kandungan FAA tertinggi dibandingkan dengan ikan budidaya. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti jenis diet, suhu, atau waktu penyimpanan.

Untuk mempermudah pemahaman, kami juga mencantumkan tabel yang berisi komposisi asam amino dari ikan sea bass yang dibudidayakan dan hidup liar di alam (Tabel 2).

Tabel 2. Komposisi asam amino ikan sea bass yang dibudidayakan dan hidup di alam secara liar (mg/kg flesh) (Fuentes et al, 2010).

	<b>Ikan sea bass budidaya</b>		<b>Hasil tangkapan</b>
	<b>Greece (G)</b>	<b>Spain (S)</b>	
Aspartic acid	1.03	1.25	1.48
Glutamic acid	24.42	18.58	5.23
Asparagine	0.69	1.29	2.78
Serine	5.83	4.31	12.88
Glycine	44.86	50.01	6.59
Histidine	18.45	15.02	2.56
Arginine	8.67	9.27	25.74
Taurine	168.11	178.51	243.53
Threonine	4.23	3.3	2.84
Alanine	18.36	13.58	2.49
Proline	2.86	3.58	4.6
Tyrosine	1.8	0.88	0.52
Valine	4.02	3.92	3.1
Methionine	3.9	5.5	9.82
Isoleucine	23.88	25.36	28.36
Leucine	6.46	6.24	7.64
Phenilalanine	0.65	0.42	1.25
Lysine	17.34	16.22	17.88
Total	355.38	357.24	379.29

## **Profil asam lemak pada daging ikan**

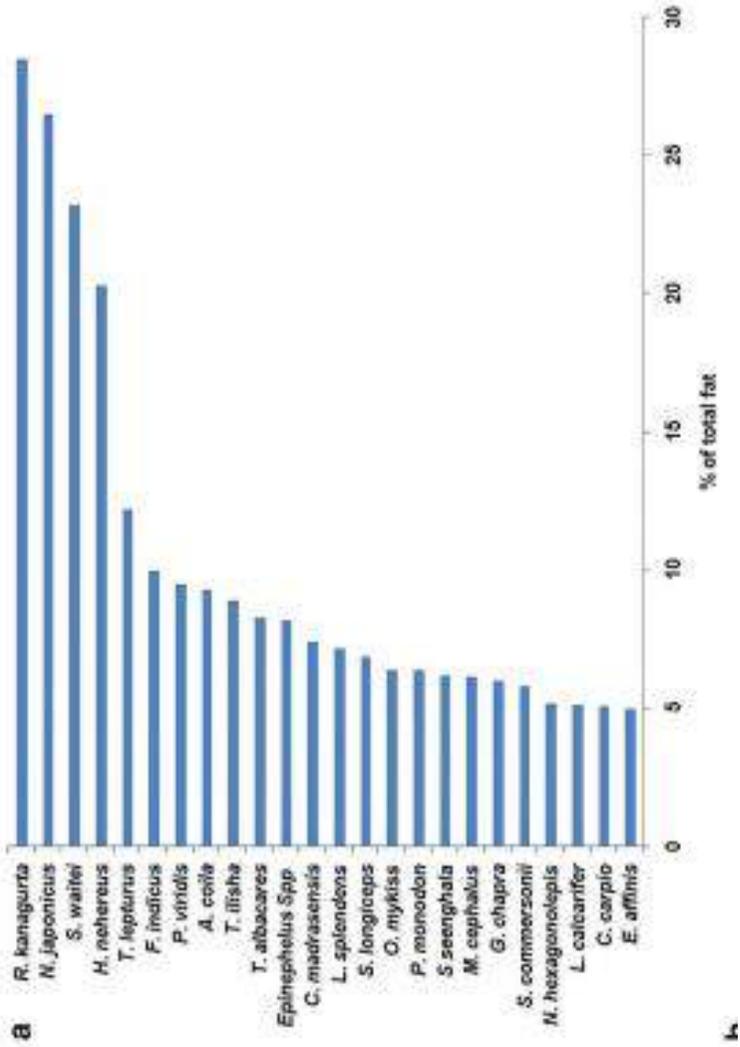
Profil asam lemak pada ikan menunjukkan bahwa sebagian besar spesies ikan mengandung jumlah asam lemak tak jenuh yang lebih tinggi (UFA) daripada asam lemak jenuh (SFA), kecuali beberapa spesies. Kandungan asam lemak tak jenuh ganda (PUFA), seperti asam docosahexaenoic (DHA) dan eicosapentaenoic acid (EPA), yang sangat baik untuk kesehatan, sangat bervariasi antara spesies. Kandungan DHA dapat bervariasi dari 0 hingga 28,5% dari total lemak, sedangkan kandungan EPA dapat bervariasi antara 0 hingga 10,6% dari total lemak. Ikan *Tenualosa ilisha* memiliki kandungan lemak tertinggi dengan masing-masing 42,8% SFA, 35,4% asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA), dan 22,1% PUFA (Mohanty et al., 2019). Dalam salmon Atlantik, kandungan lemak tak jenuh menyumbang sekitar 83% dari total asam lemak (United States Department of Agriculture (USDA, 2016). Ikan *Tenualosa ilisha* memiliki 57,0% dari total lemak sebagai asam lemak tak jenuh. Karena kandungan lemak total otot jauh lebih tinggi di *Tenualosa ilisha* daripada spesies lain, maka ini juga dapat berkontribusi pada konsumsi UFA rata-rata harian. Demikian pula, UFA menyumbang 80% dari total lemak di IMC, *Catla catla*, dan *Cirrhinus mrigala*. Mayoritas asam lemak dalam ikan adalah UFA seperti asam oleat dan asam linolenat. Asam linoleat (C18:2) dan asam linolenat (18:3) dianggap sebagai asam lemak esensial makanan karena tidak dapat disintesis dalam tubuh manusia. Jumlah asam linoleat yang tinggi terdapat pada *Thunnus albacares* dan *Oncorhynchus mykiss* sedangkan kandungan asam linolenat tinggi pada *Puntius sophore*. Level DHA dan EPA pada spesies ikan tercantum pada Gambar 2

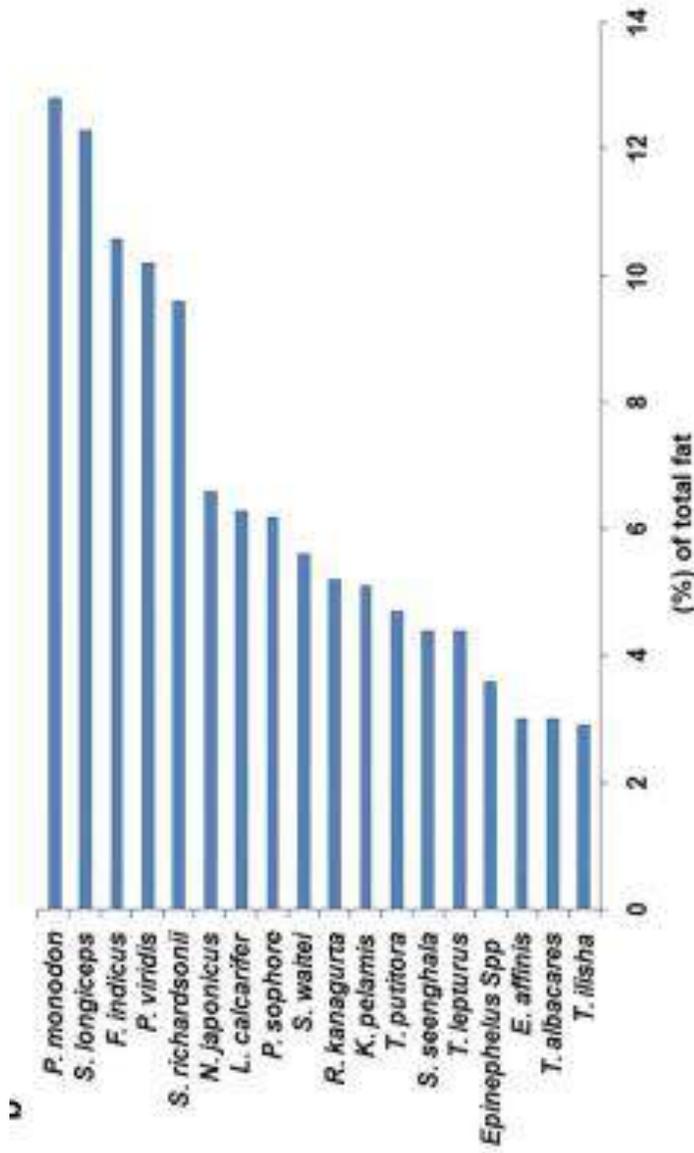
EPA (asam eicosapentaenoic) dan DHA (asam docosahexaenoic) adalah jenis lemak omega-3 yang terdapat dalam ikan dan produk ikan. EPA dan DHA diketahui memiliki banyak manfaat kesehatan bagi manusia, termasuk membantu mencegah penyakit kardiovaskular, meningkatkan fungsi kognitif, meningkatkan kesehatan mata, dan membantu mengurangi peradangan pada tubuh.

Menurut American Heart Association, asupan EPA dan DHA yang cukup pada diet manusia dapat membantu mengurangi risiko kematian akibat penyakit jantung koroner. Beberapa studi juga menunjukkan bahwa asupan EPA dan DHA dapat membantu meningkatkan kesehatan otak dan memori, serta membantu mengurangi risiko terkena depresi.

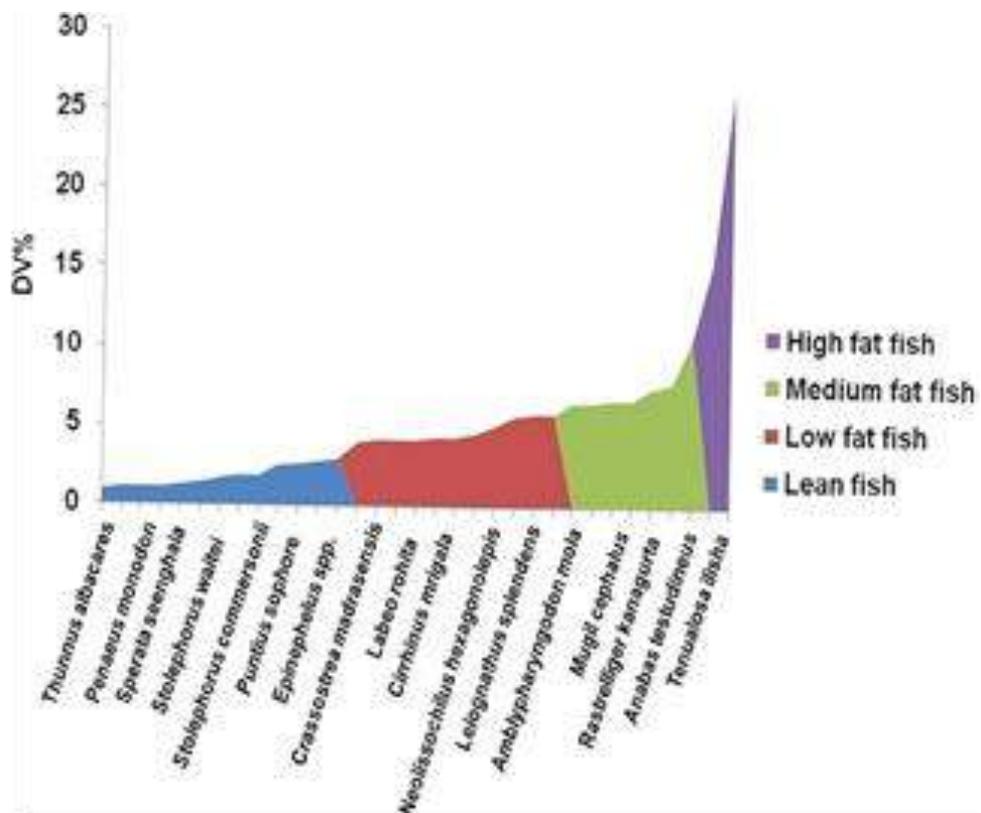
Selain itu, EPA dan DHA juga penting bagi ibu hamil dan bayi dalam kandungan, karena membantu dalam perkembangan otak dan mata janin. EPA dan DHA juga diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan anak-anak.

Namun, penting untuk diingat bahwa sumber EPA dan DHA yang terbaik berasal dari ikan laut, dan beberapa jenis ikan mengandung lebih banyak EPA dan DHA daripada yang lain. Oleh karena itu, penting untuk memilih jenis ikan yang sehat dan aman dikonsumsi, serta memasak ikan dengan benar untuk memastikan kandungan nutrisinya tetap terjaga.





Gambar 2. Kadar DHA (a) dan EPA (b) yang terkandung di dalam daging ikan. DHA berkisar antara 5-28,5%, EPA antara 2-12,5% dari total lemak (Sumber Mohanty et al., 2016b).



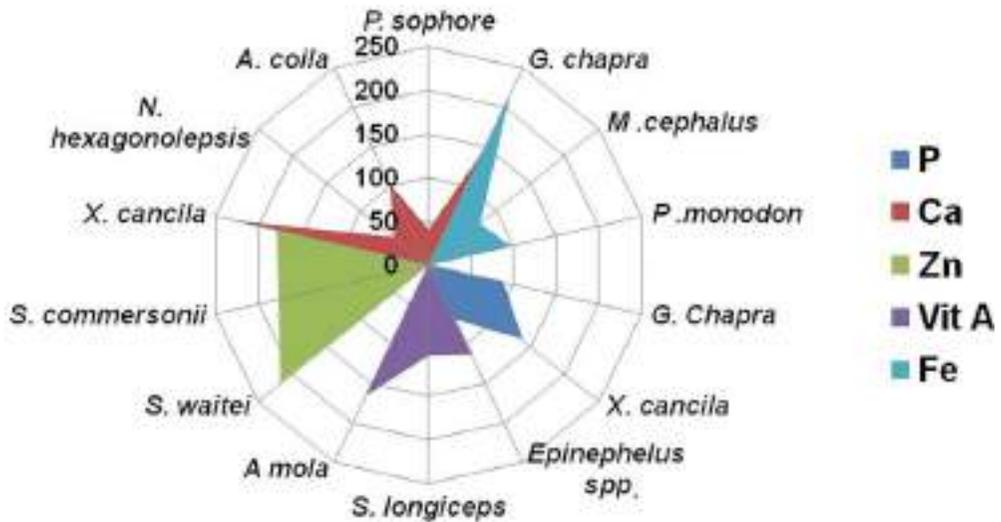
Gambar 3 menunjukkan kontribusi beberapa jenis ikan terpilih dalam memenuhi kebutuhan harian lemak, diukur dalam nilai harian % (DV%), yang dihitung menggunakan nilai analisis dan nilai rekomendasi harian (RDA) yang direkomendasikan untuk pria dewasa oleh US Food and Drug Administration (2013). Jenis ikan dikelompokkan berdasarkan kadar lemaknya, yaitu ikan berlemak tinggi (> 8% lemak), ikan berlemak sedang (4-8%), ikan rendah lemak (2-4%), dan ikan tanpa lemak (<2% lemak dari total berat badan) (Nurnadia et al., 2011). Data dalam gambar berasal dari sumber Mohanty et al. (2016b).

Defisiensi mikronutrien, yang juga dikenal sebagai "kelaparan tersembunyi", dapat memperburuk kondisi kesehatan dan kualitas hidup seseorang. Mikronutrien memainkan peran sentral dalam metabolisme dan pemeliharaan fungsi jaringan, dan ada sistem yang

sangat terintegrasi untuk mengontrol aliran mikronutrien dalam tubuh. Tiga masalah gizi yang serius dan membutuhkan perhatian khusus adalah kekurangan zat besi, vitamin A, dan yodium. Anemia defisiensi besi adalah konsekuensi paling parah dari kekurangan zat besi dan masih dianggap sebagai defisiensi nutrisi yang paling umum di seluruh dunia, mempengaruhi sekitar dua miliar orang, terutama wanita dan anak-anak. Kebutaan karena kekurangan vitamin A mempengaruhi 2,8 juta anak di bawah usia 5 tahun, sementara defisiensi yodium mempengaruhi 740 juta orang (Diaz, Sánchez, Bártolo, & Oliveira, 2003). Selain masalah kesehatan masyarakat ini, osteoporosis dan kepadatan tulang yang rendah karena kekurangan kalsium dan vitamin D juga merupakan masalah kesehatan yang serius dan perlu diperhatikan.

Defisiensi mikronutrien sering kali menjadi penyebab penyakit yang serius, dan memadai asupan dari masing-masing mikronutrien melalui makanan dapat mengurangi beban penyakit (Mohanty et al., 2016a). Oleh karena itu, penyediaan makanan yang kaya akan mikronutrien ini merupakan satu-satunya cara untuk mencapai tujuan ini. Database makanan menunjukkan bahwa beberapa ikan, seperti *Gudusia chapra*, *Ailia coila*, *Puntius sophore*, *Amblypharyngodon mola*, *Mugil cephalus*, dan kerang *Penaeus monodon*, kaya akan zat besi. Sedangkan *Gudusia chapra*, *Ailia coila*, *Puntius sophore*, dan *Amblypharyngodon mola* merupakan sumber vitamin A, kalsium, dan mikronutrien lainnya yang kaya (lihat Gambar 4). Ikan-ikan ini umumnya tersedia dengan harga murah dan terjangkau oleh semua kelompok masyarakat, dan oleh karena itu dapat memainkan peran penting dalam memberantas penyakit akibat kekurangan mikronutrien. Namun, kesadaran massal dan kebijakan yang mempromosikan konsumsi ikan-ikan ini sebagai

sumber mikronutrien harus dilakukan untuk memastikan pasokan yang stabil dan keberhasilan program ini.



Gambar 4. menunjukkan nilai harian (DV%) dari satu porsi ikan dan kerang untuk mikronutrien penting, yang dihitung berdasarkan nilai yang dianalisis dan tunjangan harian yang direkomendasikan (RDA) oleh US Food and Drug Administration (2013) untuk pria dewasa. Data diambil dari Mohanty et al. (2016a).

Kami membeli 300 g gula aren (Arenga menyirip M.) dari petani lokal dan memasaknya dalam 3.000 ml air tawar pada suhu 60 °C selama 15 menit. Setelah itu, larutan gula didinginkan selama 20 menit di ruang terbuka. Selanjutnya, kami mencampurkan 3.000 ml nira aren dengan 6.000 ml air kelapa tua (*Cocos nucifera* L.) untuk membuat total volume 9.000 ml produk. Produk tersebut dibagi menjadi tiga wadah masing-masing berisi 3.000 ml. Bagian pertama diberi 6 g *Aspergillus niger* (disebut P1), bagian kedua diberi 6 g *Rhizopus*

oligosporus (disebut P2), dan bagian ketiga diberi 6 g *Saccharomyces cerevisiae* (disebut P3). Setiap wadah (3.000 ml) difermentasi selama 48 jam dalam jerigen plastik berkapasitas 5 liter dengan aerasi yang dilakukan secara kontinu menggunakan Aerasi Fujimac MAC-40K-40L/mnt buatan Jepang.

Profil asam lemak ikan gurami (*Osphronemus goramy*) telah dipresentasikan pada Tabel 2 (Azrita et al., 2022). Empat jenis diet menunjukkan tingkat tinggi asam lemak jenuh (SFA), dengan asam palmitat (C16:0) dan asam stearat (C18:0) yang berlimpah. Konsentrasi asam lemak tak jenuh tunggal (MUFAs) pada diet P1, P2, dan P3 serupa, tetapi sangat rendah pada diet P4, dengan nilai tertinggi tercatat untuk asam oleat (C18:1 n-9) di semua jenis diet. Kami tidak menemukan asam myristoleic (C14-1 n-9) atau asam heptadecenoic (C17: 1 n-8) pada diet P4 dan pada komposisi pakan awal. Pada kelompok asam lemak tak jenuh ganda (PUFA), diet P2 memiliki nilai tertinggi, dengan asam linolenat (C18:3 n-3) yang dominan. Kami juga mencatat adanya EPA (C20:5 n-3) dan DHA (C22:6 n-3) pada diet P1, P2, dan P3, sedangkan pada diet P4, tidak terdeteksi (seperti yang terlihat pada Tabel 3).

Tabel 3. Profil asam lemak (% total FA) ikan gurami sago yang diberi pakan berbeda setelah masa percobaan 90 hari.

Type FA	Diet P1	Diet P2	Diet P3	Diet P4	P value
C12:0 (Lauric acid)	0.41±0.01	0.56±0.01	0.60±0.01	0.40±0.01	0.757
C13:0 (Tridecanoic acid)	n.d	n.d	n.d	n.d	
C14:0 (Myristic acid)	0.85±0.02	0.81±0.01	0.51±0.02	0.49±0.02	0.802
C15:0 (pentadecanoic acid)	0.57±0.01	0.88±0.02	0.65±0.02	0.60±0.02	0.802
C16:0 (Palmitic acid)	22.83±0.02	24.03±0.01	23.04±0.02	20.70±0.02	0.482
C17:0 (Heptadecanoic acid)	0.11±0.01	0.14±0.02	0.12±0.02	0.11±0.02	0.786
C18:0 (Stearic acid)	5.24±0.01	5.23±0.01	5.26±0.01	5.22±0.02	0.702
C20:0 (Arachidic acid)	0.59±0.01	0.76±0.01	0.48±0.02	0.56±0.02	0.702
C24:0 (Lignoceric acid)	0.07±0.01	0.09±0.01	0.05±0.02	0.03±0.01	0.757
∑ SFA	30.70±0.30 <sup>a</sup>	32.51±0.01 <sup>b</sup>	30.72±0.03 <sup>ac</sup>	30.51±1.64 <sup>c</sup>	0.612
C14:1 n-9 (Myristoleic acid)	n.d	n.d	n.d	n.d	
C16:1 n-7 (Palmitoleic acid)	2.48±0.01	2.42±0.01	2.43±0.02	2.08±0.02	0.797
C17:1 n-8 (heptadecenoic acid)	0.22±0.01	0.68±0.02	0.75±0.02	0.58±0.02	0.797
C18:1 n-9 (Oleic acid)	26.19±0.01	26.46±0.01	24.18±0.02	21.98±0.02	0.702
C20:1 n-7 (Eicosanoic acid)	0.26±0.01	0.39±0.02	0.29±0.02	0.25±0.02	0.786
∑ MUFA	29.15±0.0 <sup>a</sup>	29.95±0.02 <sup>b</sup>	27.65±0.0 <sup>a</sup>	24.89±0.03 <sup>d</sup>	0.098
C18:2 n-6 (Linoleic acid)	27.39±0.01	29.48±0.01	24.11±0.02	20.15±0.02	0.670
C18:3 n-3 (Linolenic acid)	1.72±0.01	1.79±0.01	3.19±0.02	3.03±0.02	0.629
C20:2 n-6 (Eicosadienoic acid)	0.36±0.0	0.42±0.01	0.28±0.01	0.27±0.01	0.532
C20:4 n-6 (Arachidonic acid)	0.31±0.01	0.46±0.02	0.38±0.01	0.36±0.02	1.000
C20:5 n-3 (EPA)	0.22±0.02	0.50±0.01	0.25±0.02	0.11±0.01	0.983
C22:6 n-3 (DHA)	2.08±0.01	2.11±0.02	2.14±0.01	2.08±0.01	0.546
∑ PUFAs	32.08±0.02 <sup>a</sup>	34.76±0.02 <sup>b</sup>	30.35±0.01 <sup>c</sup>	26.00±0.02 <sup>d</sup>	0.467
∑ ndFA	8.07±0.0	2.79±0.0	11.25±0.0	21.01±0.0	
∑ FA (%)	100	100	100	100	
∑ n-3	4.02±0.01 <sup>a</sup>	4.4±0.03 <sup>b</sup>	5.59±0.3 <sup>c</sup>	5.22±0.02 <sup>d</sup>	0.482
∑ n-6	28.06±0.96 <sup>a</sup>	30.36±0.02 <sup>b</sup>	24.77±0.44 <sup>c</sup>	20.73±0.03 <sup>d</sup>	0.001
∑n-6/ ∑n-3	7.12±0.21 <sup>a</sup>	6.74±0.31 <sup>b</sup>	4.43±0.03 <sup>d</sup>	3.97±0.03 <sup>d</sup>	0.007
PUFA/SFA	1.03±0.01 <sup>a</sup>	1.07±0.01 <sup>b</sup>	0.99±0.01 <sup>c</sup>	0.92±0.0 <sup>d</sup>	0.067
DHA/ EPA	9.35±0.65 <sup>a</sup>	4.08±0.11 <sup>b</sup>	8.63±0.69 <sup>a</sup>	18.54±2.54 <sup>d</sup>	0.063
AI	1.78±0.16 <sup>a</sup>	1.75±0.0 <sup>b</sup>	1.87±0.01 <sup>c</sup>	1.79±0.02 <sup>d</sup>	0.009
TI	0.60±0.0 <sup>a</sup>	0.56±0.05 <sup>b</sup>	0.43±0.02 <sup>c</sup>	0.72±0.02 <sup>d</sup>	0.006
Lipid content (%)	2.90±0.02 <sup>a</sup>	4.42±0.01 <sup>b</sup>	2.98±0.01 <sup>c</sup>	2.76±0.03 <sup>d</sup>	0.786

a b c d - significant differences in rows

Values are % total fatty acid expressed as mean ± SD, of three separate determinations.

NdFA= Unidentified fatty acids, SFA= Saturated fatty acids; MUFA= Monounsaturated fatty acids; PUFA= Polyunsaturated fatty acid; FA= Fatty acids. Diet P1= Pakan komersial dikayakan dengan produk air kelapa, gula arean dan fermentasi dengan *Aspergillus niger*, Diet P2= Pakan komersial dikayakan dengan produk air kelapa, gula arean dan fermentasi dengan *Rhizopus oligosporus*, Diet P3= Pakan komersial dikayakan dengan produk air kelapa, gula arean dan fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae*, Diet P4 (kontrol).

Selain itu, komposisi asam lemak ikan sea bass (*Dicentrarchus labrax*) yang dibudidayakan dan hidup liar di alam dicantumkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi asam lemak ikan sea bass yang dibudidayakan dan hidup di alam secara liar (mg/kg flesh) (Fuentes et al, 2010)

	Farmed		Wild	$\alpha$
	G	S		
<i>Saturated fatty acids (SAFAs)</i>				
14:0	3.35 ± 0.41 <sup>a</sup>	3.27 ± 0.09 <sup>a</sup>	2.08 ± 0.07 <sup>b</sup>	***
15:0	0.73 ± 0.09 <sup>a</sup>	0.59 ± 0.08 <sup>b</sup>	0.92 ± 0.04 <sup>c</sup>	*
16:0	21.50 ± 1.64 <sup>a</sup>	22.24 ± 0.36 <sup>a</sup>	24.57 ± 0.96 <sup>b</sup>	***
17:0	0.29 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.24 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.50 ± 0.14 <sup>b</sup>	***
18:0	4.51 ± 0.21 <sup>a</sup>	4.58 ± 0.11 <sup>a</sup>	9.31 ± 0.34 <sup>b</sup>	***
Total SAFAs	30.38	30.57	37.38	
<i>Monounsaturated fatty acids (MUFAs)</i>				
16:1 n-7	4.19 ± 0.16 <sup>a</sup>	4.58 ± 0.09 <sup>a</sup>	5.12 ± 0.56 <sup>b</sup>	*
18:1 n-9	28.27 ± 0.36 <sup>a</sup>	27.96 ± 0.71 <sup>a</sup>	16.47 ± 0.42 <sup>b</sup>	***
20:1 n-9	4.01 ± 0.15 <sup>a</sup>	5.66 ± 1.01 <sup>a</sup>	1.95 ± 0.10 <sup>b</sup>	***
Total MUFAs	36.47	36.32	23.54	
<i>Polyunsaturated fatty acids (PUFAs)</i>				
18:2 n-6	13.56 ± 1.52 <sup>a</sup>	9.91 ± 0.35 <sup>b</sup>	2.73 ± 0.06 <sup>c</sup>	***
18:3 n-3	1.15 ± 0.55 <sup>a</sup>	1.19 ± 0.31 <sup>a</sup>	1.13 ± 0.31 <sup>a</sup>	ns
20:2 n-6	1.98 ± 0.48 <sup>a</sup>	2.10 ± 0.92 <sup>a</sup>	1.06 ± 0.53 <sup>a</sup>	ns
20:4 n-6	0.33 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.48 ± 0.01 <sup>a</sup>	5.37 ± 0.30 <sup>b</sup>	***
20:5 n-3 (EPA)	7.81 ± 0.85 <sup>a</sup>	9.26 ± 0.81 <sup>b</sup>	12.17 ± 0.13 <sup>c</sup>	***
22:6 n-3 (DHA)	8.33 ± 1.11 <sup>a</sup>	7.36 ± 0.26 <sup>b</sup>	16.62 ± 0.81 <sup>c</sup>	***
Total PUFAs	33.16	30.30	39.08	
∑n-3	17.29	17.81	29.92	
∑n-6	15.87	12.49	9.16	
∑n-3: ∑n-6	1.09	1.43	3.27	
EPA:DHA	0.94	1.26	0.73	

Mean ± SD (n = 9) with different letters in the same row are significantly different. Level of significance ( $\alpha$ ): \*\*\*p < 0.001; \*p < 0.05; ns: non-significant.

Tabel 4 menunjukkan komposisi asam lemak ikan bass yang serupa dengan yang dilaporkan oleh perusahaan lain, di mana profil asam lemak berbeda antara ikan yang hidup di alam liar dan yang dibudidayakan. Tidak ditemukan perbedaan dalam sampel budidaya, karena komposisi asam lemak yang sama dalam diet yang digunakan di kedua peternakan (lihat Tabel 4). Asam lemak jenuh (SAFA) dan lemak tak jenuh ganda asam (PUFA) lebih tinggi pada bass laut liar, sementara spesimen yang dibudidayakan menunjukkan kandungan asam lemak tak jenuh tunggal yang lebih tinggi (MUFA). Hasil ini konsisten dengan hasil untuk bass laut dan ikan lainnya. Selain itu, Tabel 5 mencantumkan komposisi dari 19 spesies ikan yang hidup di Sri Lanka dan potensi untuk keamanan pangan (Reksten et al., 2020).

Tabel 5. Nilai komposisi asam lemak dari 19 spesies ikan di Sri lanka  
(Sumber: Reksten et al., 2020)

Species	n	Sum SFA, g/100 g (%)	Sum MUFA, g/100 g (%)	Sum PUFA, g/100 g (%)	Sum n-3, g/100 g (%)	Sum n-6, g/100 g (%)	EPA, g/100 g (%)	DHA, g/100 g (%)
<b>Ikan kecil</b>								
Amblygaster sirm	3	0.6	0.19	0.76	0.65	0.104	0.129	0.46
Auxis thazard	3	0.43	0.12	0.71	0.61	0.09	0.13	0.4
Decapterus macrosoma (1)	3	0.13	0.15	0.43	0.33	0.09	0.05	0.24
Decapterus macrosoma (2)	3	0.66	0.27	0.85	0.7	0.14	0.24	0.34
Encrasicholina devisi	3	0.54	0.18	0.63	0.53	0.14	0.12	0.34
Equulites elongatus	3	0.55	0.21	0.8	0.54	0.14	0.12	0.36
Leiognathus dussumieri	3	0.76	0.36	0.71	0.48	0.22	0.16	0.22
Photopectoralis bindus (1)	3	0.64	0.25	0.69	0.51	0.18	0.13	0.3
Photopectoralis bindus (2)	3	0.67	0.25	0.75	0.55	0.19	0.14	0.32
Rastrelliger kanagurta	3	0.89	0.33	0.96	0.78	0.3	0.25	0.42
Sillago ingenuua	3	0.33	0.15	0.38	0.27	0.11	0.05	0.17
Stolephorus indicus	3	0.38	0.11	0.48	0.4	0.07	0.07	0.29
<b>Ikan besar</b>								
Carangoides fulvoguttatus	3	0.28	0.15	0.25	0.15	0.1	0.04	0.07
Diagramma pictum	3	0.28	0.15	0.15	0.08	0.06	0.02	0.04
Lethrinus olivaceus	3	0.19	0.13	0.22	0.17	0.04	0.03	0.14
Lutjanus lutjanus	3	0.14	0.07	0.19	0.16	0.04	0.02	0.12
Nemipterus bipunctatus	3	0.29	0.11	0.39	0.29	0.09	0.05	0.21
Selar crumenophthalmus	3	0.46	0.19	0.612	0.48	0.12	0.08	0.34
Sphyraena jello	3	0.07	0.03	0.12	0.08	0.03	0.02	0.07

Berikut adalah data nilai komposisi asam lemak ikan air tawar dan air asin, termasuk DHA (asam docosahexaenoic) dan EFA (asam lemak esensial):

Ikan air tawar:

Ikan nila: DHA 0,27g/100g, EFA 1,59g/100g

Ikan lele: DHA 0,30g/100g, EFA 1,61g/100g

Ikan patin: DHA 0,20g/100g, EFA 1,31g/100g

Ikan mas: DHA 0,24g/100g, EFA 1,07g/100g

Ikan bawal: DHA 0,22g/100g, EFA 1,17g/100g

Ikan air asin:

Ikan salmon: DHA 1,53g/100g, EFA 2,39g/100g

Ikan sarden: DHA 0,88g/100g, EFA 2,10g/100g

Ikan teri: DHA 0,36g/100g, EFA 1,46g/100g

Ikan makarel: DHA 1,39g/100g, EFA 1,93g/100g

Ikan tuna: DHA 0,52g/100g, EFA 1,43g/100g

Ikan kerapu (grouper): DHA 0,8-1,0g/100g, EFA 1,8-2,2g/100g

Ikan kakap merah (red snapper): DHA 0,3-0,7g/100g, EFA 1,1-1,5g/100g

Ikan tenggiri (mackerel): DHA 0,4-0,7g/100g, EFA 1,4-1,6g/100g

Ikan layang (skipjack tuna): DHA 0,2-0,5g/100g, EFA 0,8-1,1g/100g

Ikan selar (yellowtail scad): DHA 0,3-0,5g/100g, EFA 1,1-1,3g/100g

Perlu dicatat bahwa jumlah DHA dan EFA pada ikan dapat bervariasi tergantung pada jenis ikan, lokasi dan kondisi tempat hidup, serta makanan yang dikonsumsi. Meskipun demikian, ikan masih merupakan sumber yang baik dari asam lemak omega-3 seperti DHA dan EFA, yang penting untuk menjaga kesehatan jantung, otak, dan sistem saraf.

## **Kesimpulan**

Ikan merupakan sumber nutrisi yang kaya, namun karbohidratnya terbatas bagi sebagian besar penduduk di negara berkembang dan terbelakang yang memerangi malnutrisi kalori protein dan defisiensi mikronutrien. Di negara maju, ikan diminati karena mengandung asam lemak omega-3 (EPA dan DHA) yang baik untuk kesehatan jantung. Oleh karena itu, spesies ikan yang kaya protein, minyak, dan nutrisi mikro dapat dijadikan spesies nutrismart dalam program nutrisi

masyarakat. Ikan laut cenderung mengandung omega-3 ( $\omega$ -3) lebih tinggi, sedangkan ikan air tawar cenderung mengandung omega-6 ( $\omega$ -6) lebih tinggi. Beberapa spesies kecil asli (small indigenous species) juga dapat memberikan nutrisi yang sehat bagi konsumen. Menjamin ketersediaan spesies nutrismart melalui akuakultur dapat memberikan kontribusi yang signifikan pada ketahanan pangan global serta membantu mencapai ketahanan pangan dan gizi bagi masyarakat.

Tidak hanya ikan air laut, tetapi ikan air tawar juga mengandung EPA dan DHA yang bermanfaat bagi kesehatan manusia. Beberapa jenis ikan air tawar yang dikenal mengandung kandungan EPA dan DHA yang tinggi adalah ikan salmon, trout, ikan kakap, ikan lele, dan ikan nila. Kandungan EPA dan DHA dalam ikan air tawar ini bisa membantu menjaga kesehatan jantung, meningkatkan fungsi otak, mengurangi risiko penyakit kardiovaskular, meningkatkan kesehatan tulang dan persendian, serta membantu mengurangi risiko terkena depresi dan kecemasan. Oleh karena itu, konsumsi ikan air tawar yang mengandung EPA dan DHA dapat menjadi bagian dari diet sehat dan seimbang untuk meningkatkan kesehatan manusia.

Selain manfaatnya untuk kesehatan jantung, konsumsi ikan air tawar juga dapat membantu mencegah stunting. Stunting adalah kondisi gagal tumbuh yang terjadi pada anak akibat kurang gizi kronis dalam jangka waktu yang lama. Ikan air tawar mengandung nutrisi penting seperti protein berkualitas tinggi, omega-3, vitamin D, dan mineral seperti kalsium dan fosfor yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan anak. Beberapa studi telah menunjukkan bahwa asupan ikan air tawar dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan fisik serta kognitif anak-anak, dan dapat membantu mencegah terjadinya stunting. Oleh karena itu, konsumsi ikan air

tawar secara teratur dapat memberikan manfaat kesehatan yang holistik bagi manusia.

### **Daftar Pustaka**

1. Béné, C., Macfayden, G., & Allison, E. H. (2007). Increasing the contribution of small-scale fisheries to poverty alleviation and food security. FAO Fisheries Technical paper no. 481, FAO, Rome.
2. Chan CY, Tran N, Pethyagoda, et al., 2019. Prospects and chalallenges of fish for food security in Africa. *Global Food Security*, 20: 17-25.
3. Mohanty BP, Mahanty A, Ganguly, et al. 2019. Nutritional composition of food fishes and their importance and providing food and nutritional security. *Food Chem*, 293: 561-570.
4. Mohanty, B. P., Sankar, T. V., Ganguly, S., Mahanty, A., Anandan, R., Chakrabarty, K., et al. (2016b). DHA, EPA content and fatty acid profile of 39 food fishes from India. *Biomed Research International*, 2016.
5. Hasselberg AE, Aakre IA, Scholtens J, et al., 2020. Fish for food and nutrition security in Ghana: Challenges and opportunities. *Global Food Security*, 26:100380.
6. Tran N, Chu L, Chan CY, et al., 2022. Prospects of fish supply-demand and its implications for food and nutrition security in Egypt. *Marine Policy*, 146: 105333.
7. FAO, 2016. The state of food and agriculture. Climate change, Agriculture and Food and Security. Rome, Italy
8. FAO. 2020., The state of world fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
9. FAO, 2006. Food Security. Policy Brief Issue 2. Rome

10. Reksten AM, Somasundaram T, Kjellefjord M, et al., 2020. Nutrient composition of 19 fish species from Sri Lanka and potential contribution to food and nutrition security. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 103508
11. Mandal SC, Boidya P, Haque M.I.M, 2021. The impact of the COVID-19 pandemic on fish consumption and household food security in Dhaka city, Bangladesh
12. Garlock TG, Asche F, Anderson J, et al., 2022. Aquaculture: The missing contributor in the food security agenda. *Global Food Security*. 32:100620.
13. March A, Failer P, 2022. Small-scale fisheries development in Africa: Lessons learned and best practices for enhancing food security and livelihoods. *Marine Policy*, 136: 104925.
14. Doris Rittenschober D, Nowak V, Charrondiere UR, 2013. Review of availability of food composition data for fish and shellfish. *Food Chem*, 141(4)4303-10.
15. Elmadfa I, Meyer AL, 2014. Developing suitable methods of nutritional status assessment: A continuous challenge. SUPPLEMENT Proceedings of the IUNS 20th International Congress of Nutrition (Part 2).
16. Mohanty BP, Karunakaran, Mahanty A, 2015. Database on nutritional composition of food fishes from India. *Current Science*, 109, 11:1915-1917.
17. Fernandes CE, Vasconcelos, MA, Ribeiro MA, 2014. Nutritional and lipid profiles in marine fish species from Brazil. *Food Chem*, 160:67-71.
18. Simopoulos AP, and DiNicolantonio, 2015. The importance of a balanced  $\omega$ -6 to  $\omega$ -3 ratio in the prevention and management of obesity. *BMJ journal, Openheart*, 3(2). Editorial

19. Kris-Etherton P, Fleming J, Harris WS, 2010. The debate about n-6 polyunsaturated fatty acid recommendations for cardiocavascular health. *J. Am Diet Assoc*, 110(2) 201-4.
20. Olaifa ES, Osabouhien ES, Issahaku H, 2022. Enhancing fish production for food security in Nigeria. *Materialstoday Proceeding*, 65 Part 3: 2208-2214.
21. Mohanty BP, Mahanty A, Ganguly A, Sankar TV et al., 2014. Amino acid compositions of 27 food fishes from India and their importance in clinical nutrition. *Journal of Amino Acids*,
22. Hwang DF, Chen TY, Shiau CY et al., 2002. Seasonal variations of free amino acids and nucleotide-related compounds in the muscle of cultured Taiwanese puffer *Takifugu rubripes*. *Fisheries Science*, 66(6):1123-1129.
23. Fuentes A, Isabel ES, Serra JA, et al., 2010. Comparison of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) quality. *Food Chem*, 119: 1514-1518.
24. Azrita, Syandri H, Aryani N et al., 2022. The utilization of new products formulated from water coconut, palm sap sugar, and fungus to increase nutritional feed quality, feed efficiency, growth, and carcass of gurami sago (*Osphronemus goramy* Lacepède, 1801) juvenile. *F1000 Research*, 10:1121.



# **CHAPTER 2**

## **PROSPEK DAN TANTANGAN PERAN IKAN DALAM MENINGKATKAN KETAHANAN PANGAN GLOBAL**

### **Ikan dan ketahanan pangan global**

Ikan memiliki peran penting dalam meningkatkan ketahanan pangan global karena ikan adalah sumber protein hewani yang bergizi tinggi dan dapat diakses oleh masyarakat yang kurang mampu. Selain itu, ikan juga kaya akan asam lemak omega-3 yang berperan dalam menjaga kesehatan jantung dan otak. Namun, saat ini terdapat tantangan dalam memanfaatkan potensi ikan sebagai sumber pangan yang lebih optimal. Beberapa tantangan yang dihadapi antara lain adanya penurunan stok ikan di alam liar akibat eksploitasi yang berlebihan, perubahan iklim yang memengaruhi ketersediaan pakan dan habitat ikan, serta masalah keamanan pangan terkait dengan kontaminasi dan pengawetan ikan. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan produksi ikan melalui pengembangan akuakultur yang berkelanjutan dan efisien serta pengelolaan perikanan yang berwawasan lingkungan. Dengan memanfaatkan potensi ikan secara optimal dan mengatasi tantangan yang dihadapi, diharapkan peran ikan dalam meningkatkan ketahanan pangan global dapat semakin terwujud.

Posisi Indonesia dalam Indeks Ketahanan Pangan Global 2020 (Global Food Security Index 2020) berada pada peringkat 65 dari 113 negara. Sementara itu, negara-negara tetangga seperti Singapura, Malaysia,

Thailand, dan Vietnam berada pada posisi 20, 43, 51, dan 63. Ketahanan pangan sangat penting dalam menentukan apakah seseorang dapat hidup aktif dan sehat, karena menentukan akses mereka terhadap pangan yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan gizi. Chapter 2 membahas definisi ketahanan pangan, konsekuensi dari kerawanan pangan, indikator yang digunakan untuk mengukur ketahanan pangan berdasarkan tingkatannya, serta kaitannya dengan gizi, kesehatan, mata pencaharian, dan faktor-faktor yang dipengaruhi oleh kerawanan pangan. Bab ini juga membahas langkah-langkah untuk mengurangi penyebab dan konsekuensi dari kerawanan pangan. Perlu diberikan perhatian khusus pada pentingnya mencakup perkiraan sejauh mana kebutuhan gizi terpenuhi dalam penilaian ketahanan pangan, serta pendekatan dan indikator yang dapat digunakan untuk tujuan tersebut.

### **Kerangka dan definisi Ketahanan pangan**

Menurut definisi yang dihasilkan pada KTT Pangan Dunia pada tahun 1996, Ketahanan pangan berarti setiap orang harus memiliki akses fisik dan ekonomi ke makanan yang cukup, aman, dan bergizi untuk memenuhi kebutuhan makanan dan preferensi makanan mereka agar dapat menjalani kehidupan yang aktif dan sehat. Kerawanan pangan menyebabkan dampak yang signifikan pada ratusan juta rumah tangga di seluruh dunia, dan faktor utama yang menyebabkan pandemi ini adalah kemiskinan dan ketidakadilan sosial. Lebih lanjut, kerawanan pangan dapat menyebabkan dampak negatif yang serius pada kesehatan fisik dan mental manusia, seperti yang telah disebutkan oleh Pérez-Escamilla pada tahun 2017 dan Pérez-Escamilla et al. pada tahun 2020.

Ketahanan pangan mencakup aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan yang saling terkait. Kerangka dan definisi ini membantu kita untuk memahami hubungan antara ketahanan pangan, pengelolaan sumber daya alam, kesejahteraan sosial, dan ekonomi berkelanjutan. Dengan demikian, kerangka dan definisi ini menjadi penting dalam merumuskan kebijakan dan strategi yang holistik untuk mencapai ketahanan pangan yang berkelanjutan.

Konsep ekonomi biru atau blue economy adalah tentang pengelolaan sumber daya laut dan pesisir yang berkelanjutan dan inovatif, dengan tujuan menciptakan nilai ekonomi yang tinggi sambil menjaga kelestarian lingkungan. Dalam konteks ketahanan pangan, ekonomi biru dapat berkontribusi dengan cara berikut:

- [1] Meningkatkan produksi ikan dan makanan laut secara berkelanjutan melalui pengelolaan perikanan yang bijaksana dan budidaya laut yang inovatif.
- [2] Mendorong industri perikanan dan makanan laut untuk mengadopsi teknologi yang ramah lingkungan dan efisien dalam penggunaan energi.
- [3] Membangun rantai pasok makanan laut yang berkelanjutan dan adil, dengan memberikan nilai tambah pada produk-produk makanan laut lokal.
- [4] Meningkatkan akses ke pasar bagi nelayan kecil dan komunitas pesisir, dengan membantu mereka mengembangkan keterampilan dan membangun jejaring dengan pemangku kepentingan terkait.
- [5] Membangun infrastruktur yang mendukung industri perikanan dan makanan laut, seperti pelabuhan, gudang, dan fasilitas pengolahan, yang efisien dalam penggunaan energi dan meminimalkan dampak negatif pada lingkungan.

Dengan pendekatan ekonomi biru yang berkelanjutan dan inovatif, ketahanan pangan dapat ditingkatkan di wilayah pesisir dan laut. Di samping itu, ekonomi biru juga dapat membantu mengurangi kemiskinan dan meningkatkan kesejahteraan ekonomi bagi komunitas pesisir dan nelayan kecil.

Dalam konteks ketahanan pangan, ekonomi hijau dapat memberikan kontribusi signifikan dalam bidang perikanan. Beberapa contoh kontribusi tersebut adalah:

- [1] Pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan: Ekonomi hijau mendorong pengelolaan sumber daya perikanan secara berkelanjutan, termasuk dengan membatasi kapasitas tangkapan ikan dan mengurangi penangkapan ikan yang tidak terkendali. Hal ini dapat membantu menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan dan mencegah kerusakan lingkungan laut yang berdampak pada ketersediaan ikan dan makanan laut lainnya.
- [2] Mendorong budidaya perikanan yang ramah lingkungan: Ekonomi hijau dapat mendorong pengembangan budidaya perikanan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, seperti aquaponik atau sistem budidaya ikan yang berkelanjutan. Dengan cara ini, produksi ikan dapat ditingkatkan tanpa merusak lingkungan laut dan sumber daya alam lainnya.
- [3] Peningkatan akses pasar dan nilai tambah produk perikanan: Ekonomi hijau dapat membantu meningkatkan akses pasar bagi produk perikanan dan memberikan nilai tambah pada produk-produk perikanan, seperti dengan membantu pengembangan koperasi nelayan atau produsen lokal dalam pengolahan dan pemasaran produk mereka.
- [4] Pengembangan infrastruktur perikanan yang ramah lingkungan: Ekonomi hijau juga dapat mendorong pengembangan infrastruktur

perikanan yang ramah lingkungan, seperti pelabuhan perikanan yang efisien dalam penggunaan energi atau fasilitas pengolahan ikan yang mengurangi limbah dan emisi karbon.

Dengan pendekatan ekonomi hijau yang berkelanjutan, sektor perikanan dapat berkontribusi pada ketahanan pangan dengan cara yang berkelanjutan dan inovatif, serta meningkatkan kesejahteraan ekonomi bagi komunitas nelayan dan produsen lokal.

Ketahanan pangan memiliki banyak dimensi dan dapat dipelajari pada berbagai tingkat. Dimensi yang berbeda mencakup ketersediaan, aksesibilitas, dan pemanfaatan pangan. Namun, ketahanan pangan juga dipengaruhi oleh stabilitas pasokan pangan yang merupakan dimensi penting yang harus diperhatikan. Pemanfaatan pangan meliputi alokasi di antara anggota keluarga, persiapan makanan, dan pencernaan, yang berkaitan erat dengan kesehatan dan status fisiologis individu. Ketahanan pangan dapat dipelajari pada tingkat individu, rumah tangga, masyarakat, kabupaten, provinsi, negara, dan wilayah. Pada setiap tingkat fokus, dimensi, aspek, dan indikator yang berbeda dapat digunakan untuk mengukur ketahanan pangan.

### **Kebutuhan nutrisi untuk kehidupan**

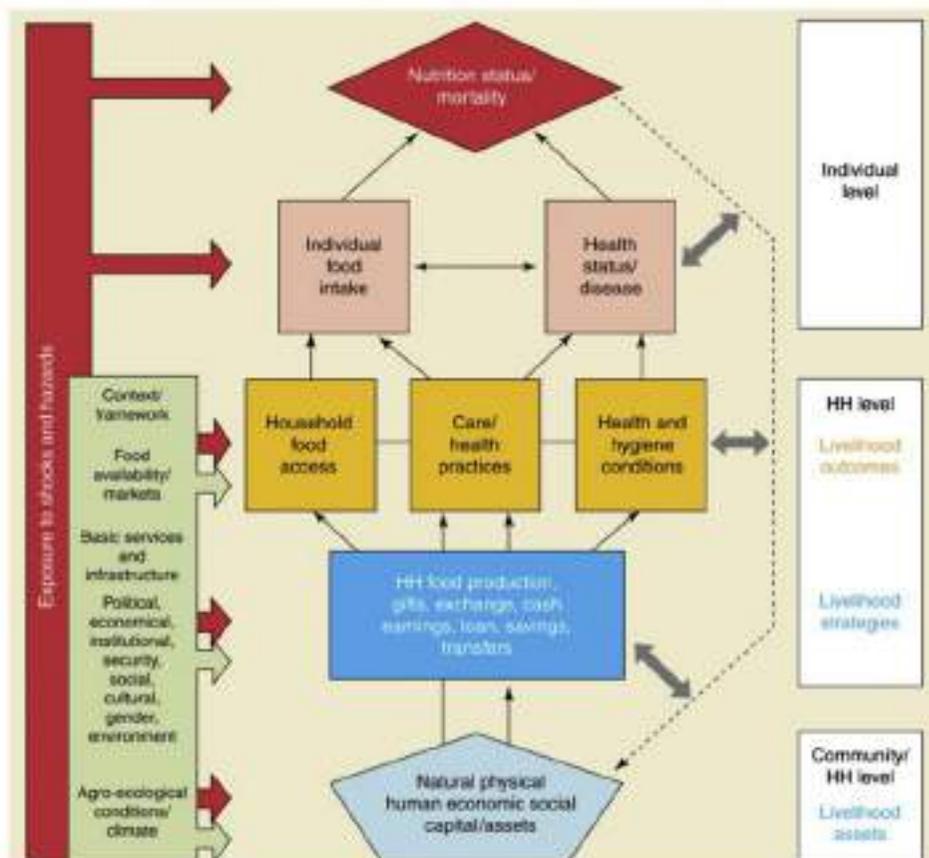
Penting untuk dicatat bahwa definisi ketahanan pangan secara eksplisit mengacu pada pentingnya makanan yang aman dan bergizi dalam memenuhi kebutuhan diet individu. Kebutuhan nutrisi setiap individu harus terpenuhi melalui asupan makanan yang sehat dan bergizi agar dapat menjalani kehidupan yang aktif dan sehat. Namun, konsumsi makanan saja tidak cukup memastikan kebutuhan nutrisi terpenuhi karena penyakit juga dapat mempengaruhi kebutuhan nutrisi individu. Penyakit dapat meningkatkan kebutuhan nutrisi dan mempengaruhi cara nutrisi dimetabolisme dan digunakan oleh tubuh.

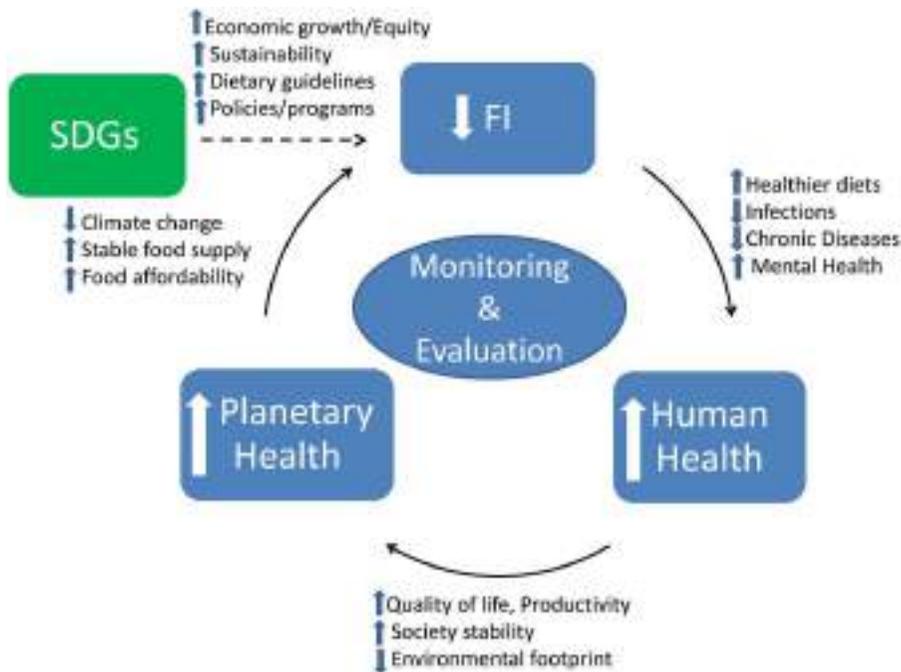
Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan aspek kesehatan dan keamanan pangan dalam memastikan terpenuhinya kebutuhan nutrisi individu.

Dalam kerangka Dana Anak-anak Perserikatan Bangsa-Bangsa (UNICEF) untuk penyebab malnutrisi, fokusnya adalah pada tingkat individu dan telah terintegrasi ke dalam Gambar 1. Definisi ini menegaskan bahwa konsumsi makanan dan kesehatan atau penyakit adalah penyebab langsung dari kekurangan gizi; sementara akses ke makanan, praktik perawatan, kondisi kebersihan, dan layanan perawatan kesehatan adalah penyebab yang mendasarinya; dan faktor manusia, sumber daya dan kontrol ekonomi, serta organisasi termasuk pendidikan, pemerintahan, dan sebagainya adalah penyebab dasarnya. Akses ke pangan sangat menentukan konsumsi makanan dan asupan gizi, sedangkan kondisi kebersihan dan layanan perawatan kesehatan mempengaruhi kesehatan dan penyakit, serta kebutuhan dan pemanfaatan nutrisi. Praktik perawatan juga mempengaruhi bagaimana makanan yang mudah diakses digunakan, seperti distribusi makanan di antara anggota rumah tangga, persiapan makanan, frekuensi pemberian makan, praktik menyusui, dan penggunaan layanan perawatan kesehatan. Dalam kesimpulannya, praktek peduli mencerminkan pilihan yang tersedia bagi individu atau rumah tangga dan dipengaruhi oleh pengetahuan dan pemberdayaan, seperti yang dijelaskan dalam Gambar 5.

Dalam bidang nutrisi ikan, salah satu penyebab malnutrisi adalah kualitas pakan yang kurang baik, yang dapat mengakibatkan kekurangan nutrisi atau bahkan racun bagi ikan. Selain itu, praktik budidaya ikan yang buruk seperti kepadatan populasi yang terlalu tinggi, kondisi lingkungan yang tidak terjaga, dan penggunaan bahan kimia atau obat-obatan yang berlebihan juga dapat mempengaruhi

kesehatan dan nutrisi ikan. Semua faktor ini dapat mempengaruhi kualitas dan nutrisi ikan yang dihasilkan dan pada akhirnya mempengaruhi kesehatan dan nutrisi manusia yang mengonsumsinya. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan praktek budidaya ikan yang baik dan memastikan kualitas pakan dan lingkungan yang baik untuk memastikan ikan yang sehat dan berkualitas.





Gambar 6. Kerangka konseptual FI dan SDGs: dari kesehatan manusia ke planet. FI, kerawanan pangan; SDG; Tujuan Pembangunan Berkelanjutan PBB

### **Tantangan Perikanan dan akuakultur untuk ketahanan pangan**

Tantangan dalam bidang perikanan dan akuakultur ikan merupakan salah satu isu penting dalam mencapai ketahanan pangan yang berkelanjutan. Perikanan dan akuakultur tetap menjadi sumber penting makanan, nutrisi, pendapatan, dan mata pencaharian bagi ratusan juta orang di seluruh dunia. Pada tahun 2014, pasokan ikan per kapita dunia mencapai rekor tertinggi baru sebanyak 20 kg, berkat pertumbuhan pesat dalam budidaya ikan. Sekarang, budidaya menyediakan setengah dari semua ikan untuk konsumsi manusia, dan stok ikan tertentu mengalami sedikit perbaikan berkat peningkatan

pengelolaan perikanan. Ikan juga terus menjadi salah satu komoditas pangan yang paling banyak diperdagangkan di dunia, dengan lebih dari setengah nilai ekspor ikan berasal dari negara berkembang. Laporan terbaru dari para ahli tingkat tinggi, organisasi internasional, industri, dan perwakilan masyarakat sipil semuanya menyoroti potensi luar biasa dari lautan dan perairan pedalaman sekarang dan di masa depan untuk memberikan kontribusi yang signifikan terhadap ketahanan pangan dan nutrisi yang memadai untuk populasi global yang diperkirakan akan mencapai 9,7 miliar pada tahun 2050. Dalam konteks ini, terbitan *The State of World Fisheries and Aquaculture* edisi 2016 diluncurkan oleh FAO dengan harapan yang tinggi sebagai penyedia informasi, analisis yang seimbang, dan komprehensif dari perikanan global, data budidaya, dan isu-isu terkait, yang semakin diperkuat oleh beberapa perkembangan internasional utama baru-baru ini.

Kontribusi yang meningkat pesat dari akuakultur terhadap pasokan makanan akuatik global sering kali terhalang oleh retorika tentang keberlanjutan dan perdagangan internasional. Dalam sebuah laporan oleh Garlock et al. (2022), disebutkan adanya hubungan positif antara produksi akuakultur tingkat negara dan konsumsi per kapita makanan akuatik di 163 negara. Peningkatan 1% dalam produksi akuakultur domestik dikaitkan dengan peningkatan 0,9% konsumsi per kapita, yang menguatkan temuan studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa konsumsi makanan akuatik telah meningkat di antara orang miskin karena berkembangnya akuakultur domestik. Temuan ini memberikan wawasan penting tentang peran akuakultur dalam ketahanan pangan global dan menyoroti pentingnya memajukan pengembangan akuakultur di wilayah dengan tingkat malnutrisi dan kerawanan pangan yang tinggi.

Peran akuakultur dalam ketahanan pangan sangat penting karena akuakultur dapat memberikan pasokan makanan akuatik yang andal dan berkelanjutan bagi masyarakat global. Dengan meningkatnya permintaan akan produk-produk akuatik, terutama di negara-negara berkembang, akuakultur dapat membantu mengatasi defisit protein dan vitamin yang ada dalam masyarakat yang kurang mampu secara ekonomi. Selain itu, akuakultur dapat membantu mengurangi tekanan terhadap stok ikan alami di perairan laut dan sungai, yang semakin terancam oleh kegiatan perikanan yang tidak bertanggung jawab dan perubahan lingkungan.

Dengan demikian, pengembangan akuakultur yang berkelanjutan dapat membantu memperkuat ketahanan pangan dan mengurangi kemiskinan di wilayah-wilayah yang bergantung pada sektor perikanan dan akuakultur. Namun, penting untuk diingat bahwa pengembangan akuakultur harus dilakukan dengan memperhatikan dampaknya terhadap lingkungan dan kesejahteraan hewan, serta memastikan bahwa sumber daya akuatik digunakan secara efisien dan bertanggung jawab.

Beberapa milenium setelah produksi makanan terrestrial bergeser dari aktivitas pemburu-pengumpul ke pertanian, produksi makanan akuatik telah mengalami transisi dari yang awalnya didasarkan pada penangkapan ikan liar menjadi budidaya yang meningkatkan jumlah spesies yang dibudidayakan. Sebuah tonggak sejarah dicapai pada tahun 2014 ketika sektor perikanan budidaya menyediakan lebih banyak ikan untuk konsumsi manusia daripada ikan tangkapan liar. Pertemuan antara permintaan ikan yang terus berkembang sebagai bahan pangan dan Agenda 2030 yang menuntut keberlanjutan produksi makanan akan sangat penting, namun juga sangat menantang.

Dengan produksi perikanan tangkap yang relatif statis sejak akhir 1980-an, akuakultur telah memimpin pertumbuhan yang mengesankan dalam pasokan ikan untuk konsumsi manusia (Gambar 7). Pada tahun 1974, akuakultur hanya menyediakan 7 persen ikan untuk konsumsi manusia, namun bagian ini telah meningkat menjadi 26 persen pada tahun 1994 dan bahkan mencapai 39 persen pada tahun 2004. Pertumbuhan ini dipimpin oleh Cina yang memproduksi lebih dari 60 persen dari total produksi akuakultur dunia (FAO, 2016).

**WORLD CAPTURE FISHERIES AND AQUACULTURE PRODUCTION**



Namun, manfaat dari pertumbuhan akuakultur dalam pasokan ikan untuk konsumsi manusia telah dirasakan di seluruh dunia, tidak hanya di Cina. Sejak tahun 1995, pangsa akuakultur dalam pasokan ikan secara keseluruhan telah meningkat lebih dari dua kali lipat.

Menurut laporan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2020, produksi budidaya ikan di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 18,49 juta ton dengan nilai produksi mencapai Rp 163,83 triliun.

Data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) tahun 2021 menunjukkan bahwa sektor akuakultur memberikan kontribusi sekitar

49% dari total produksi perikanan di Indonesia, yang mencapai 21,4 juta ton pada tahun 2020.

Berdasarkan data dari Asosiasi Pengusaha Budidaya Perairan Indonesia (APB Perikanan) pada tahun 2019, pangsa pasar produk akuakultur di Indonesia didominasi oleh ikan konsumsi seperti nila, lele, dan patin dengan pangsa pasar mencapai sekitar 80-85% dari total produksi akuakultur.

Data dari Kementerian Perdagangan (Kemendag) pada tahun 2020 menunjukkan bahwa ekspor produk akuakultur Indonesia mencapai USD 3,38 miliar, dengan pangsa pasar terbesar adalah ikan konsumsi seperti udang, lobster, tuna, dan salmon.

Pertumbuhan pasokan ikan global untuk konsumsi manusia telah melebihi pertumbuhan penduduk dalam lima dekade terakhir, dengan rata-rata tingkat tahunan 3,2 persen pada periode 1961-2013, dua kali lipat dari pertumbuhan penduduk. Hal ini menghasilkan peningkatan ketersediaan per kapita rata-rata. Konsumsi ikan per kapita di seluruh dunia jelas meningkat dari rata-rata 9,9 kg pada tahun 1960-an menjadi 14,4 kg pada tahun 1990-an dan 19,7 kg pada tahun 2013. Perkiraan awal untuk tahun 2014 dan 2015 menunjukkan pertumbuhan lebih lanjut melebihi 20 kg (Tabel 1, semua data yang disajikan tunduk pada pembulatan). Selain peningkatan produksi, faktor-faktor lain yang berkontribusi terhadap peningkatan konsumsi antara lain pengurangan pemborosan, pemanfaatan yang lebih baik, saluran distribusi yang lebih baik, dan permintaan yang tumbuh terkait dengan pertumbuhan penduduk, pendapatan yang meningkat, dan urbanisasi. Perdagangan internasional juga memainkan peran penting dalam memberikan pilihan yang lebih luas kepada konsumen.

## **Sumberdaya perikanan yang beragam dan unik berkontribusi besar terhadap ketahanan pangan**

Sumber daya perikanan yang beragam dan unik, termasuk ikan bersirip, krustasea, dan moluska, semakin diakui perannya dalam ketahanan pangan, peningkatan gizi, dan mengakhiri segala bentuk malnutrisi, yang merupakan tantangan untuk mencapai tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals, SDGs). Menurut definisi Organisasi Pangan dan Pertanian (FAO), ketahanan pangan mencakup banyak faktor mendasar dalam empat dimensi utama (FAO, 2006): ketersediaan pangan, akses pangan, pemanfaatan, dan stabilitas. Ikan dapat memberikan kontribusi pada keempat dimensi tersebut karena ikan merupakan sumber zat gizi mikro yang kaya akan protein, lipid, mineral, dan vitamin (Mohanty et al., 2019; Azrita et al., 2021; Jabeen dan Chaudhary, 2011; Youn et al., 2014). Selain itu, ikan mudah ditemukan sepanjang tahun dan berbiaya rendah (Reksten et al., 2019; March and Failer, 2022).

Ketersediaan pangan di sektor perikanan budidaya mengacu pada kemampuan untuk memproduksi ikan dan produk perikanan lainnya dalam jumlah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan konsumsi manusia dan memasok pasar lokal dan internasional. Ketersediaan pangan dalam sektor perikanan budidaya juga bergantung pada faktor seperti teknologi budidaya, ketersediaan benih, pakan, dan ketersediaan air untuk budidaya ikan.

Dalam beberapa tahun terakhir, perikanan budidaya telah menjadi sumber penting dari pasokan ikan dan produk perikanan lainnya di seluruh dunia. Budidaya ikan telah terus berkembang dan meningkatkan kontribusinya terhadap pasokan ikan global. Menurut data FAO, pada tahun 2020, produksi perikanan budidaya mencapai 82,2 juta ton atau sekitar 52% dari total produksi ikan dunia. Produksi

perikanan budidaya yang meningkat juga membantu mengurangi tekanan pada stok ikan liar yang mengalami penurunan karena pengambilan yang berlebihan.

Ketersediaan pangan dalam sektor perikanan budidaya dapat terus ditingkatkan dengan pengembangan teknologi yang lebih baik, manajemen yang lebih efektif, dan peningkatan ketersediaan sumber daya seperti benih dan pakan. Hal ini juga dapat membantu meningkatkan kesejahteraan petani ikan dan kontribusi sektor perikanan budidaya terhadap pembangunan ekonomi dan sosial di daerah-daerah perkotaan dan pedesaan.

Akses pangan di sektor akuakultur mencakup kemampuan masyarakat untuk memperoleh dan mengonsumsi ikan dan produk akuakultur dengan mudah dan terjangkau. Hal ini dapat dipengaruhi oleh faktor seperti lokasi geografis, infrastruktur, kebijakan, dan faktor sosial-ekonomi. Beberapa tantangan yang dihadapi dalam menciptakan akses pangan yang memadai di sektor akuakultur meliputi:

**Ketersediaan ikan yang terbatas:** Meskipun produksi akuakultur terus meningkat, ketersediaan ikan masih terbatas di beberapa wilayah, terutama di negara-negara berkembang yang mungkin mengalami keterbatasan sumber daya dan infrastruktur yang memadai.

**Transportasi dan distribusi yang terbatas:** Transportasi dan distribusi yang kurang memadai dapat menghambat akses masyarakat terhadap ikan dan produk akuakultur. Hal ini terutama terjadi di wilayah yang terpencil atau sulit dijangkau, yang membutuhkan biaya lebih tinggi untuk transportasi dan distribusi.

**Harga yang tinggi:** Harga produk akuakultur seringkali lebih mahal dibandingkan dengan sumber protein lainnya seperti daging atau ayam. Hal ini dapat membuat produk akuakultur menjadi tidak terjangkau bagi sebagian masyarakat.

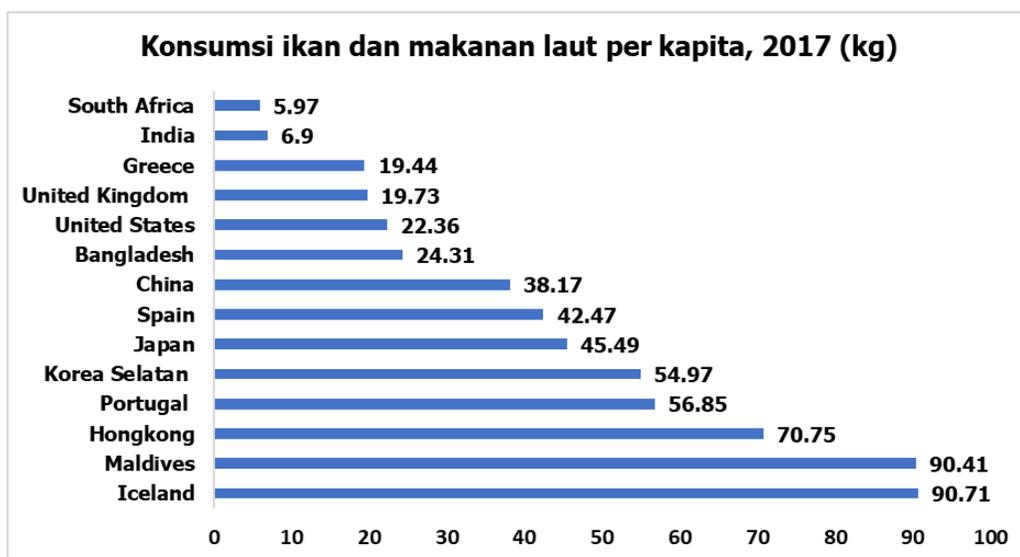
Perubahan iklim dan bencana alam: Perubahan iklim dan bencana alam dapat mempengaruhi produksi dan distribusi produk akuakultur, sehingga mempengaruhi akses masyarakat terhadap produk tersebut. Untuk mengatasi tantangan tersebut, beberapa langkah yang dapat diambil adalah meningkatkan produksi ikan secara berkelanjutan, meningkatkan aksesibilitas dan distribusi produk akuakultur, serta meningkatkan pemahaman masyarakat akan manfaat kesehatan yang dapat diperoleh dari konsumsi ikan dan produk akuakultur.

Oleh karena itu, permintaan ikan secara keseluruhan meningkat secara signifikan selama beberapa dekade terakhir. Pada 2018, produksi ikan dunia mencapai total sebesar 179 juta ton (MT), dengan 46 persennya berasal dari produksi akuakultur (Food and Agricultural Organization, FAO, 2020). Dari total tersebut, sebanyak 156 MT digunakan untuk konsumsi manusia, setara dengan perkiraan pasokan tahunan sebesar 20,5 kg per kapita (FAO, 2020). Namun, di masa depan, produksi ikan dari perikanan tangkap kemungkinan akan stagnan karena penangkapan ikan yang tidak selektif (Tran et al., 2017), dan keempat dimensi kunci ketahanan pangan tidak terjamin. Oleh karena itu, satu-satunya prospek untuk memenuhi permintaan ikan dunia adalah dengan memanfaatkan potensi budidaya ikan di lingkungan yang terbatas (FAO, 2018).

Pada tahun 2018, ikan budidaya di Indonesia berkontribusi sebesar 6,61% dari total produksi dunia (FAO, 2020). Total produksi perikanan budidaya di Indonesia mencapai 16.032.122 metrik ton (MT), dengan 3.374.924 MT (21,05%) dari produksi budidaya air tawar, 9.884.670 MT (61,65%) dari produksi budidaya air laut, dan 2.772.568 MT (17,29%) dari produksi budidaya air payau (Sistem Data Pusat Informasi, CDSI, 2018). Pada dekade terakhir, jenis ikan air tawar yang berkembang di Indonesia adalah ikan nila, lele clarias,

lele patin, gurame, dan gurami, dengan kontribusi produksi masing-masing sebesar 37,39%, 33,35%, 12,38%, 9,28%, dan 6,98% dari total produksi budidaya air tawar (CDSI, 2018). Meskipun demikian, upaya untuk mendorong budidaya perikanan di Indonesia masih dihadapkan dengan beberapa kendala, seperti rendahnya jumlah spesies yang dibudidayakan, kualitas benih yang buruk, dan pakan yang mahal (Aryani et al., 2020; Syandri et al., 2020; Junaidi et al., 2022).

Pada tahun 2017, tingkat konsumsi ikan per kapita di Indonesia mencapai 47,12 kg per tahun, lebih rendah dibandingkan dengan beberapa negara di Asia, seperti Malaysia dengan 70 kg per kapita/tahun, Singapura dengan 80 kg per kapita/tahun, dan Jepang dengan 100 kg per kapita/tahun. Gambar 6 menunjukkan perbandingan konsumsi ikan dan makanan laut per kapita di beberapa negara pada tahun 2017.



Gambar 6. Konsumsi ikan dan makanan laut per kapita, 2017

Rekomendasi berbagai nasional dan badan internasional mengenai jumlah konsumsi ikan yang bermanfaat bagi kesehatan telah didasarkan pada properti ini, dengan contoh yang ditemukan berkisar antara 97 hingga 550 g/kapita/minggu.

Rekomendasi konsumsi ikan per minggu untuk beberapa negara:

**Amerika Serikat:** Menurut Departemen Kesehatan dan Layanan Kemanusiaan Amerika Serikat, orang dewasa sebaiknya mengonsumsi 8-12 ons (227-340 gram) ikan per minggu. Dalam jumlah ini, sekitar 2-3 ons (57-85 gram) harus berasal dari ikan yang kaya akan omega-3 asam lemak, seperti salmon, sarden, dan tuna.

**Kanada:** Canadian Food Guide merekomendasikan bahwa orang dewasa seharusnya mengonsumsi setidaknya dua porsi ikan per minggu, di mana satu porsi sama dengan 75-gram atau sekitar setengah cangkir ikan.

**Inggris:** Food Standards Agency di Inggris merekomendasikan bahwa orang dewasa seharusnya mengonsumsi setidaknya dua porsi ikan per minggu, di mana satu porsi sama dengan 140-gram ikan.

**Australia:** National Health and Medical Research Council di Australia merekomendasikan bahwa orang dewasa seharusnya mengonsumsi setidaknya 2-3 porsi ikan per minggu, di mana satu porsi sama dengan 100-150-gram ikan.

**Indonesia:** Departemen Kesehatan Indonesia merekomendasikan bahwa orang dewasa sebaiknya mengonsumsi setidaknya dua kali seminggu ikan atau produk olahan ikan, dengan setiap porsi sekitar 100-200 gram.

**Malaysia:** Kementerian Kesehatan Malaysia merekomendasikan bahwa orang dewasa seharusnya mengonsumsi setidaknya dua porsi ikan per minggu, di mana satu porsi sama dengan 150-200-gram ikan.

**Singapura:** Kementerian Kesehatan Singapura merekomendasikan bahwa orang dewasa seharusnya mengonsumsi setidaknya dua porsi ikan per minggu, di mana satu porsi sama dengan 1/4 bagian dari sepotong ikan dewasa ukuran sedang atau 1/2 bagian dari sepotong ikan dewasa ukuran kecil.

Penting untuk diingat bahwa rekomendasi ini bersifat umum dan dapat bervariasi tergantung pada kondisi kesehatan individu. Jika Anda memiliki masalah kesehatan tertentu, disarankan untuk berkonsultasi dengan dokter atau ahli gizi untuk menentukan jumlah konsumsi ikan yang tepat untuk Anda.

## **Kesimpulan**

Kerawanan pangan mempengaruhi ratusan juta rumah tangga di seluruh dunia, dan faktor utama yang mendasari pandemi kerawanan pangan adalah kemiskinan dan ketidakadilan sosial. Dampak negatif yang kuat dari kerawanan pangan terlihat pada kesehatan fisik dan mental manusia.

Ketahanan pangan meliputi banyak dimensi, termasuk ketersediaan pangan, akses, pemanfaatan pangan, dan stabilitas pasokan pangan. Ikan dapat menjadi salah satu sumber pangan yang penting dalam mencapai ketahanan pangan. Peran sumber daya perikanan yang beragam dan unik, seperti ikan bersirip, krustasea, dan moluska semakin diakui dalam memperbaiki ketahanan pangan, meningkatkan

gizi, dan mengatasi berbagai bentuk malnutrisi yang menjadi tantangan dalam mengakhiri kelaparan.

Akuakultur memiliki peran penting dalam mengatasi kerawanan pangan, di antaranya:

- [1] Meningkatkan ketersediaan pangan: Akuakultur dapat meningkatkan ketersediaan pangan dengan menghasilkan ikan dan produk-produk perikanan lainnya. Hal ini membantu meningkatkan pasokan pangan dan mengurangi kerawanan pangan.
- [2] Meningkatkan akses pangan: Akuakultur juga dapat membantu meningkatkan akses pangan, terutama bagi masyarakat di daerah terpencil atau sulit dijangkau. Dengan budidaya ikan di lokasi yang dekat dengan konsumen, pasokan pangan menjadi lebih mudah diakses
- [3] Peningkatan gizi: Ikan mengandung protein, asam lemak omega-3, vitamin, dan mineral yang penting untuk kesehatan manusia. Akuakultur dapat membantu meningkatkan asupan gizi masyarakat dengan menghasilkan ikan dan produk perikanan berkualitas tinggi.
- [4] Peningkatan pendapatan dan penghidupan: Akuakultur dapat memberikan peluang untuk meningkatkan pendapatan dan penghidupan bagi petani ikan dan nelayan, terutama di daerah yang sulit untuk menangkap ikan dari laut atau sungai.

## Daftar Pustaka

1. Rafel Perez-Escamila, 2017. Food Security and the 2015-2030 Sustainable Development Goals: From Human to Planetary Health: Perspectives and Opinions. *Current Development in Nutrition*, 1(7): e000513.
2. Escamilla RP, Cunningham K, Moran VH, 2020. COVID-19 and maternal and child food and nutrition insecurity: a complex syndemic. *Maternal & Child Nutrition*, Editorial.
3. FAO, 2006. Food Security. Policy Brief Issue 2. Rome Mohanty et al., 2019;
4. Azrita, Syandri H, Aryani N, et al. 2022. The utilization of new products formulated from water coconut, palm sap sugar, and fungus to increase nutritional feed quality, feed efficiency, growth, and carcass of gurami sago (*Osphronemus goramy* Lacepède, 1801) juvenile. *F1000Research* 2022, 10:1121
5. Jabeen F, Chaudhary AS., 2011. Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species. *Food Chem*, 124: 991-996.
6. Reksten AM, Somasundaram T, Kjellevold M, et al., 2020. Nutrient composition of 19 fish species from Sri Lanka and potential contribution to food and nutrition security. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 103508.
7. March A, Failer P, 2022. Small-scale fisheries development in Africa: Lesson learned and best practices for enhancing food security and livelihoods. *Marine Policy*, 136: 104925
8. FAO. 2020., The state of world fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. Tran et al., 2017

9. FAO, 2018. The future of food and agriculture. Alternative pathways to 2050. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. CDSI, 2018, CDSI: Center for data, statistics and information (CSI). Marine and Fisheries in Figures. Ministry of Marine and Fisheries Republic of Indonesia.
10. Aryani N, Suharman I, Azrita, Syandri H, Mardiah A. 2020. Diversity and distribution of fish fauna of upstream and downstream areas at Koto Panjang Reservoir, Riau Province, Indonesia. F1000 Research, 8:1435Syandri et al., 2020;
11. Junaidi, Hafrijal Syandri , Azrita , Abdullah Munzir. 2022. Floating cage aquaculture production in Indonesia: Assessment of opportunities and challenges in Lake Maninjau. AIMS Environmental Science, 9(1):1-5.
12. Thurstan and Roberts, 2014. The past and future of fish consumption: Can supplies meet healthy eating recommendations



## **CHAPTER 3**

# **DAMPAK PANDEMI COVID-19 TERHADAP KETAHANAN PANGAN**

### **Dampak Covid-19 pada Mata Pencarian Pelaku Perikanan**

Pandemi COVID-19 telah memberikan dampak serius terhadap mata pencaharian petani dan nelayan yang terlibat dalam kegiatan budidaya dan penangkapan ikan di seluruh dunia (FAO, 2020; FAO, 2021; Jamwal dan Phulia, 2020; Kumaran et al., 2021; Rafiquzzaman, 2020; Senten dkk., 2020; Waiho dkk., 2020; Islam dkk., 2021; Mangano et al., 2022). Kegiatan terkait perikanan sangat terpengaruh oleh langkah penguncian terkait COVID-19 di India, Banglades dan Malaysia (Gopal et al., 2020; Azra et al., 2021; Sara et al., 2021), menyebabkan biaya ekonomi dan dampak sosial yang besar terhadap masyarakat di perkotaan dan pedesaan, termasuk sub sektor akuakultur (Kiruba-Sankar et al., 2022; Azra et al., 2021; Waiho et al., 2020; Belton et al., 2021).

Selain itu, terjadinya penjualan hasil produksi yang tidak konsisten dan terbatasnya akses ke pinjaman bank juga menyebabkan industri pakan akuakultur terpinggirkan karena permintaan pakan dari petani ikan menurun (Hoque et al., 2021; Hasan et al., 2021). Hal ini mengkhawatirkan, terutama mengingat peran penting sektor akuakultur dalam ketahanan pangan nasional, dan diduga juga terjadi di Indonesia (Tran et al., 2017; Hendriksson et al., 2017; Syandri et al., 2021).

Selama periode 2012-2018 sebelum COVID-19, produksi akuakultur di Indonesia mengalami pertumbuhan rata-rata sebesar 11,47% per tahun (Kelautan dan Perikanan Dalam Angka, 2018), dengan Sumatera Barat mencatat pertumbuhan rata-rata 8,84%, yang sebagian besar berasal dari budidaya ikan keramba jaring apung (KJA) di danau Maninjau (Dinas Kelautan dan Perikanan Sumatera Barat, 2018). Meskipun demikian, dampak COVID-19 dan pembatasan yang diakibatkannya terhadap pertumbuhan akuakultur dan ketenagakerjaan di sektor perikanan budidaya masih belum jelas. Sub-sektor ini memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia melalui peningkatan pendapatan, diversifikasi mata pencaharian, penyediaan protein hewani, dan kontribusi terhadap pendapatan negara (Tran et al., 2017).

Di Danau Maninjau, terdapat 1710 rumah tangga perikanan yang terlibat dalam kegiatan budidaya ikan KJA, termasuk sebagai petani ikan KJA, pedagang pakan dan ikan, pedagang sarana dan prasarana alat perikanan, pemanen ikan, pemberi pakan ikan, dan pembenih ikan di sepanjang danau (Syandri et al., 2015; Syandri et al., 2016; Syandri et al., 2021). Spesies ikan yang dibudidayakan di KJA meliputi ikan nila, mas majalaya, gurami, dan lele (Aryani et al., 2017; Syandri et al., 2017; Syandri et al., 2018; Azrita et al., 2020; Syandri et al., 2021), dengan pakan pellet komersial tipe terapung dan terbenam yang diberikan kepada ikan di KJA (Syandri et al., 2018). Lockdown yang dilakukan pemerintah RI selama tahap awal munculnya virus dan masa new normal mengakibatkan perlambatan pada produksi, penjualan pakan dan obat-obatan, sarana perikanan, produksi ikan, transportasi, dan sektor lainnya. Oleh karena itu, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami dampak COVID-19 terhadap pelaku perikanan budidaya ikan KJA di Danau Maninjau.

Pandemi COVID-19 berdampak signifikan pada sub sektor akuakultur. Ketakutan akan COVID-19 dan ketidakpastian tentang masa depan telah membuat banyak orang yang bekerja di sektor akuakultur kewalahan, baik secara langsung maupun tidak langsung (Rahman et al., 2021; Hoque et al., 2021). Pandemi juga menyebabkan penurunan pendapatan pembudidaya ikan selama pasca wabah COVID-19 di India [Kiruba-Sankar et al., 2021] yang mengakibatkan dampak sosial ekonomi yang luas (Sowman et al., 2020; Russo et al., 2021). COVID-19 telah sangat memengaruhi mata pencaharian global dan mengganggu rantai pasokan makanan, termasuk industri akuakultur dan perikanan di pesisir Banglades (Hoque et al., 2021). Meskipun COVID-19 tidak menginfeksi spesies akuatik, namun berdampak besar pada sistem pangan perikanan dan akuakultur [Luengo-Alonso, 2020]. Misalnya 85% ekspor udang beku dari Bangladesh yang ditujukan ke Eropa terhenti selama masa pandemic COVID-19 (Rahman et al., 2021), sementara di India selama pandemic COVID-19 produksi udang turun hingga 40% (Kumaran et al., 2021), sehingga menurunkan harga jual udang (Sunny et al., 2021), dan berdampak negatif terhadap petani kecil pada semua tingkat rantai pasokan makanan yang mudah rusak dan mempengaruhi ke empat pilar utama ketahanan pangan yaitu ketersediaan, aksesibilitas, pemanfaatan dan stabilitas harga (Mangano et al., 2022). Krisis COVID lebih lanjut mempengaruhi pembudidaya ikan: 54% mengalami kesulitan mengakses input, 56% mengalami kesulitan menjual ikan, dan harga ikan di tingkat petani turun pada bulan April–Agustus 2020 (Ragasa et al., 2022).

## **Dampak COVID-19 terhadap pendidikan anak**

COVID-19 telah mengakibatkan pergeseran pekerjaan orang tua yang berdampak negatif pada hubungan keluarga (Russell et al., 2020; Gorbalenyal et al., 2020). dan psikologis individu anak (Gasmsman-Piness et al., 2020), terutama bagi mereka yang menghadapi kemiskinan atau ketidakpastian ekonomi [Martin et al., 2020; Janssen et al, 2021]. Di Amerika Serikat banyak orang tua mengalami kehilangan pekerjaan selama COVID-19, yang lain telah beralih ke pengaturan kerja dari rumah (Ruseel et al., 2020). Para peneliti telah memeriksa prediktor dan implikasinya perubahan pekerjaan (Vaziri et al, 2020); Remaja dari keluarga yang menghadapi kesulitan ekonomi dan pergeseran pekerjaan selama COVID-19 mengalami perubahan dalam dinamika relasional orang tua-anak yang memengaruhi kesejahteraan emosional mereka (Wang et al, 2020) dan berpengaruh terhadap kesehatan mental dan pendidikan mereka (Veger et al., 2019). Disisi lain di Afganistan siswa tidak mengalami belajar mengajar online yang konstan selama pandemi COVID-19 (Noori, 2021). Fasilitas internet yang terbatas di daerah terpencil dan pedesaan di Nepal adalah tantangan lainnya untuk kegiatan akademik virtual (Pal et al, 2021).

## **Dampak Covid-19 terhadap konsumsi ikan**

Di Kota Dhaka, Bangladesh, hasil penelitian Mandal et al. (2021) menyatakan bahwa 75% responden melaporkan kenaikan harga ikan di kota tersebut selama pandemi COVID-19. Untuk mengatasi situasi tersebut, berbagai strategi dilakukan seperti mengurangi frekuensi belanja bahan makanan, beralih ke belanja online, mengurangi konsumsi komoditas dengan harga tinggi, mengurangi konsumsi junk food, membersihkan ikan dan daging dengan air panas dan cuka,

serta meningkatkan konsumsi protein dan makanan kaya vitamin C. Sebelum pandemi, 80% rumah tangga yang disurvei membeli ikan dari pasar tradisional, namun selama pandemi angka ini menurun menjadi 45%. Banyak rumah tangga mengganti ikan dan daging dengan unggas, telur, dan ikan kering. Selain itu, sekitar setengah dari rumah tangga menimbun beras, lentil, dan kentang selama puncak pandemi. Namun, jika pandemi terus berlangsung dalam waktu yang lama, rumah tangga berpenghasilan rendah dan menengah di daerah perkotaan mungkin akan mengalami kerawanan pangan karena pendapatan yang berkurang atau kehilangan pekerjaan.

Studi ini mengevaluasi dampak pandemi Coronavirus Disease 19 (COVID-19) terhadap pendapatan rumah tangga dan ketahanan pangan di dua negara di Afrika Timur, yaitu Kenya dan Uganda, dengan menggunakan data survei online dari 442 responden. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lebih dari dua pertiga responden mengalami penurunan pendapatan akibat krisis COVID-19. Selain itu, ketahanan pangan dan kualitas pangan semakin memburuk, diukur dari skala pengalaman kerawanan pangan dan frekuensi konsumsi pangan bergizi. Proporsi responden yang rawan pangan masing-masing meningkat 38% dan 44% di Kenya dan Uganda, serta di kedua negara, konsumsi buah-buahan secara teratur menurun sekitar 30% selama pandemi COVID-19, dibandingkan dengan periode normal sebelum pandemi.

Hasil dari regresi probit menunjukkan bahwa rumah tangga miskin pendapatan dan mereka yang bergantung pada pendapatan tenaga kerja lebih rentan terhadap guncangan pendapatan, dan memiliki konsumsi makanan yang lebih buruk selama pandemi COVID-19 dibandingkan dengan kategori responden lainnya. Dengan demikian,

mereka lebih cenderung menggunakan strategi koping berbasis makanan dibandingkan dengan mereka yang mengejar mata pencaharian alternatif, yang umumnya mengandalkan tabungan. Petani cenderung tidak mengalami memburuknya ketahanan pangan dibandingkan dengan kategori responden lain yang sangat bergantung pada sumber pasar untuk pangan. Di kedua negara, partisipasi dalam skema jaminan sosial nasional cenderung mengurangi guncangan pendapatan responden selama periode COVID-19. Sebaliknya, keanggotaan dalam kelompok simpan pinjam berkorelasi dengan lebih kecilnya kemungkinan menderita guncangan pendapatan dan pengurangan konsumsi makanan. Hasilnya menunjukkan bahwa tanggapan pemerintah yang sedang berlangsung dan di masa depan harus fokus pada perubahan struktural dalam jaminan sosial dengan mengembangkan paket responsif untuk melindungi anggota yang terjerumus ke dalam kemiskinan oleh pandemi semacam itu sambil membangun lembaga keuangan yang kuat untuk mendukung pemulihan bisnis dalam jangka menengah, dan memastikan ketahanan rantai pasokan makanan terutama yang menyediakan makanan padat nutrisi.

Implikasi pandemi Coronavirus Disease 19 (COVID-19) terhadap pendapatan rumah tangga dan ketahanan pangan di dua negara Afrika Timur – Kenya dan Uganda, menggunakan data survei online dari 442 responden. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lebih dari dua pertiga responden mengalami guncangan pendapatan akibat krisis COVID-19. Ketahanan pangan dan kualitas pangan semakin memburuk, yang diukur dari skala pengalaman kerawanan pangan dan frekuensi konsumsi pangan kaya gizi. Proporsi responden rawan pangan masing-masing meningkat 38% dan 44% di Kenya dan Uganda, dan di kedua negara, konsumsi buah-buahan secara teratur

menurun sekitar 30% selama pandemi COVID-19, dibandingkan dengan periode normal (sebelum pandemi). Hasil dari regresi probit menunjukkan bahwa rumah tangga miskin pendapatan dan mereka yang bergantung pada pendapatan tenaga kerja lebih rentan terhadap guncangan pendapatan, dan memiliki konsumsi makanan yang lebih buruk selama pandemi COVID-19 dibandingkan dengan kategori responden lainnya. Dengan demikian, mereka lebih cenderung menggunakan strategi berbasis makanan dibandingkan dengan mereka yang mengejar mata pencaharian alternatif, yang umumnya mengandalkan tabungan. Petani cenderung tidak mengalami memburuknya ketahanan pangan dibandingkan dengan kategori responden lain yang sangat bergantung pada sumber pasar untuk pangan. Di kedua negara, partisipasi dalam skema jaminan sosial nasional cenderung mengurangi guncangan pendapatan responden selama periode COVID-19. Sebaliknya, keanggotaan dalam kelompok simpan pinjam berkorelasi dengan lebih kecilnya kemungkinan menderita guncangan pendapatan dan pengurangan konsumsi makanan. Hasilnya menunjukkan bahwa tanggapan pemerintah yang sedang berlangsung dan di masa depan harus fokus pada perubahan struktural dalam jaminan sosial dengan mengembangkan paket responsif untuk melindungi anggota yang terjerumus ke dalam kemiskinan oleh pandemi semacam itu sambil membangun lembaga keuangan yang kuat untuk mendukung pemulihan bisnis dalam jangka menengah, dan memastikan ketahanan rantai pasokan makanan terutama yang menyediakan makanan padat nutrisi (Kansiime et al., 2021).

Nyawang et al. (2022) melaporkan hasil studinya tentang dampak pandemi COVID-19 pada komunitas nelayan skala kecil pesisir di Kamerun dan Liberia. Dalam studi ini, para penulis melakukan

wawancara kualitatif dengan pemanen ikan skala kecil, pengolah ikan, pedagang, dan konsumen. Hasilnya menunjukkan bahwa penerapan inisiatif protokol keselamatan dan kesehatan COVID-19 berdampak pada seluruh rantai nilai ikan, yang menyebabkan kecemasan sosial dan berdampak negatif pada kesejahteraan sosial mereka yang bergantung pada perikanan skala kecil untuk pekerjaan dan mata pencaharian. Terjadi penurunan tangkapan ikan, melebarnya kesenjangan antara pasokan dan permintaan, serta lonjakan harga ikan yang signifikan di kedua negara. Melalui pembahasan dengan menggunakan literatur Mata Pencaharian Berkelanjutan, penulis membahas interaksi antara COVID-19 dengan aspek kerentanan dan kurangnya kapasitas masyarakat yang ada, sambil menyoroti bagaimana masyarakat menemukan cara untuk merespons tantangan pandemi dengan aman. Kedepannya, perikanan skala kecil ini membutuhkan penilaian holistik terhadap dampak sosial, ekologi, dan ekonomi jangka panjang dari pandemi. Dalam hal ini, fasilitas pemrosesan dan penyimpanan ikan yang lebih baik serta struktur kelembagaan yang lebih kuat di sekitar pasar dan pengelolaan perikanan akan meningkatkan kapasitas adaptif masyarakat dalam komunitas ini, yang tanpa ragu akan menghadapi tantangan masa depan terkait dengan isu-isu seperti perubahan iklim.

### **Dampak COVID-19 terhadap kesehatan manusia**

Populasi manusia diperkirakan mencapai 10 miliar pada tahun 2050 yang menimbulkan kekhawatiran yang signifikan terhadap keamanan dan pasokan pangan yang berkelanjutan. Permintaan daging, susu, dan makanan olahan meningkat terutama di daerah perkotaan yang lebih tinggi (FAO, 2017). Skenario ini telah sangat meningkatkan proses industrialisasi produk hewani dan kegiatan pertanian untuk

memenuhi permintaan pangan global. Sementara permintaan diproyeksikan akan sangat meningkat, munculnya penyakit zoonosis juga terjadi pada tingkat yang semakin cepat. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memperkirakan bahwa penularan zoonosis dari hewan ke manusia menyumbang 75% dari penyakit infeksi baru yang muncul (WHO, 2014). Penggerak pertanian dilaporkan terkait dengan lebih dari 50% penyakit menular zoonosis (Rohr et al., 2019). Ini karena peningkatan substansial dalam produksi tanaman dan hewan yang memperluas penggunaan pertanian air, pupuk, dan antibiotik, termasuk sering kontak antara manusia dan hewan, yang memungkinkan munculnya patogen menular. Produksi hewan ternak telah terbukti meningkatkan risiko infeksi zoonosis karena seringnya interaksi hewan-manusia yang erat (Lowenstein et al., 2016). Penularan tersebut terjadi melalui kontak langsung dengan hewan yang terinfeksi selama penanganan dan penyembelihan, atau konsumsi daging dan produk hewan yang kurang matang. Produsen ternak juga terpapar patogen saat menggunakan kotoran hewan sebagai pupuk pada tanaman mereka dan selama menangani hewan yang sakit atau mati (Goodwin et al., 2012). Hewan yang dibesarkan di pertanian pinggiran kota memiliki risiko lebih tinggi untuk penyakit zoonosis.

Efek COVID-19 terus meningkat di seluruh dunia saat pandemi merenggut ribuan nyawa. Indonesia tidak terkecuali dan sangat terpengaruh oleh SARS-CoV-2. Terlepas dari jumlah orang yang atau telah langsung terinfeksi penyakit ini, jutaan orang secara langsung atau tidak langsung menghadapi banyak tantangan untuk mata pencaharian mereka dan keamanan pasokan makanan dan gizi mereka, bersama dengan masalah sosial lainnya yang diciptakan oleh pandemi. Dalam studi ini, pendekatan hibrida dari survei kuesioner

online dan telepon digunakan untuk menyelidiki ketahanan pangan penduduk kota Dhaka di tingkat rumah tangga. Sekitar 80% responden melaporkan penurunan pendapatan, dan seperempat responden kehilangan pekerjaan antara Maret dan Juni 2020. Frekuensi konsumsi ikan, komponen penting makanan Bangladesh, berkurang secara signifikan selama pandemi. Ini terutama terlihat di segmen masyarakat yang kaya. Dari responden, 75% melaporkan kenaikan harga ikan di kota Dhaka. Berbagai strategi koping diamati: termasuk mengurangi frekuensi belanja bahan makanan, beralih ke belanja online, mengurangi konsumsi komoditas harga tinggi, mengurangi konsumsi junk food, membersihkan ikan dan daging dengan air panas dan cuka, dan meningkatkan konsumsi protein dan makanan kaya vitamin C. Sebelum COVID-19, 80% rumah tangga yang disurvei membeli ikan dari pasar tradisional. Jumlah ini turun menjadi 45% selama pandemi. Banyak rumah tangga mengganti ikan dan daging dengan unggas, telur, dan ikan kering. Sekitar setengah dari rumah tangga menimbun beras, lentil dan kentang selama puncak pandemi. Namun, jika pandemi berlangsung dalam waktu yang lama, mereka yang hidup dengan pendapatan rendah di daerah perkotaan akan mengalami kerawanan pangan pada tingkat tertentu dari pendapatan yang berkurang atau kehilangan pekerjaan. Oleh karena itu, kebijakan keberlanjutan skala besar harus dilakukan untuk mengamankan ketahanan pangan dan gizi rumah tangga berpenghasilan rendah dan menengah.

## **Kesimpulan**

Dampak pandemi COVID-19 terhadap konsumsi ikan dan ketahanan pangan telah menyebabkan biaya ekonomi dan dampak sosial yang signifikan bagi masyarakat di perkotaan dan pedesaan. Selain itu,

sub-sektor akuakultur juga mengalami gelombang kejut yang besar. Banyak pekerja di sektor ini merasa kewalahan karena ketakutan akan COVID-19 dan ketidakpastian masa depan. Dampak pandemi juga menyebabkan penurunan pendapatan bagi pembudidaya ikan di India, yang berdampak pada banyak aspek sosial dan ekonomi. Pandemi COVID-19 mengganggu rantai pasokan makanan secara global, termasuk di industri akuakultur dan perikanan, serta berdampak pada konsumsi ikan, penyakit tidak menular, dan ekonomi masyarakat pelaku perikanan.

Terdapat beberapa solusi untuk mengurangi dampak Covid-19 dalam usaha budidaya ikan, antara lain:

- [1] Menerapkan protokol kesehatan yang ketat, termasuk menjaga jarak sosial, menggunakan masker, dan menjaga kebersihan.
- [2] Mengoptimalkan penggunaan teknologi, seperti penerapan sistem kontrol otomatis, sensor, dan alat monitoring lainnya untuk mengurangi risiko penyebaran virus.
- [3] Menerapkan sistem pembibitan dan budidaya ikan yang berkelanjutan, dengan memperhatikan faktor lingkungan, kesehatan ikan, dan kesejahteraan masyarakat.
- [4] Meningkatkan kerjasama dengan pihak terkait, seperti pemerintah, universitas, dan asosiasi budidaya ikan untuk memperoleh informasi terbaru tentang pandemi dan strategi penanggulangannya.
- [5] Diversifikasi produk budidaya ikan, dengan mengembangkan produk olahan ikan yang lebih bernilai tambah, serta memasarkan produk secara online melalui platform digital untuk memperluas jangkauan pasar.

[6] Meningkatkan literasi dan edukasi tentang pentingnya budidaya ikan yang berkelanjutan dan memperkenalkan teknologi yang inovatif bagi masyarakat di sekitar wilayah usaha budidaya ikan.

## **Daftar Pustaka**

1. FAO. The impact of COVID-19 on the aquaculture value chain. Value Chain Report No. 2. FAO Rome, 2020, p.5.
2. FAO. The impact of COVID-19 fisheries and aquaculture food system. Possible Responses Information paper, 2021, p.38.
3. Jamwal A, Phulia V. Multisectoral one health approach to make aquaculture and fisheries resilient to a future pandemic-like situation. *Fish Fish.*2020; 1–15.
4. Kumaran M, Geetha R, Antony J, et al. Prospective impact of Coronavirus disease (COVID-19) related lockdown on shrimp aquaculture sector in India- a sectoral assessment. *Aquaculture.*2021; 531, 735922.
5. Rafiquzzaman SM. Case study on the impact of Pandemic COVID-19 in Aquaculture with its recommendation. *Am. J. Pure. Appl. Sci.* 2020; 2 (2), 36–38.
6. Senten VA, Smith MA, Engle CR. Impact of COVID-19 on US aquaculture, aquaponics, and allied businesses. *J. World Aquacult. Soc.*2020; 51, 574–577.
7. Waiho K, Fazhan H, Ishak SD, et al. Potential impacts of COVID-19 on the aquaculture sector of Malaysia and its coping strategies. *Aquac. Rep.* 2020;18, 100450.
8. Islam MM, Khan MI, Barman A. Impact of novel coronavirus pandemic on aquaculture and fisheries in developing countries

- and sustainable recovery plans: case of Bangladesh. *Mar. Policy*, 2021; 131, 104611.
9. Mangano MC, Berlino M, Corbari L. The aquaculture supply chain in the time of covid-19 pandemic: Vulnerability, resilience, solutions and priorities at the global scale.2022; 127:98-110.
  10. Gopal N, Edwin L, Ravishankar C.N. Covid-19 throws the Indian fisheries sector out of Gear. *INFOFISH Int.*2020; 4, 21–28.
  11. Azra MN, Kasan NA, Othman R, et al. Impact of COVID-19 on aquaculture sector in Malaysia: Findings from the first national survey. *Aquac. Rep*, 2021;19: 100568.
  12. Sara G, Mangano MC, Berlino M, et al. The synergistic impacts of anthropogenic stressors and COVID-19 on aquaculture: a current global perspective. *Rev. Fish. Sci. Aquac.*2021; 30(1):123-135.
  13. Kiruba-Sankar R, Saravanan K, Haridas H, et al. Policy framework and development strategy for freshwater aquaculture sector in the light of COVID-19 impact in Andaman and Nicobar archipelago, India. *Aquaculture*, 2022; 548: 737596.
  14. Belton B, Rosen L, Middleton L, et al. COVID-19 impacts and adaptations in Asia and Africa’s aquatic food value chains. *Marine Policy*, 2021;129: 104523.
  15. Tran N, Rodriguez UP, Chan CY, et al. Indonesian aquaculture futures: An analysis of fish supply and demand in Indonesia to 2030 and role of aquaculture using the AsiaFish model. *Marine Policy*. 2017; 79:25-32.
  16. Henriksoon PJG, Tran N, Mohan CV, et al. Indonesian aquaculture futures-Evaluating environmental and socioeconomic potentials and limitations. *J. Clean. Prod.* 2017; 162:1482-1490.
  17. Hoque MdS, Bygviraa DA, Pike K, et al. Knowledge, practice, and economic impacts of COVID-19 on small-scale coastal fishing

- communities in Bangladesh: Policy recommendations for improved livelihoods. *Marine Policy*. 2021; 131: 104647.
18. Hasan NA, Heal RD, Bashar A, et al. Impacts of COVID-19 on the finfish aquaculture industry of Bangladesh: A case study. *Marine Policy*,2021; 130:104577.
  19. Syandri H, Azrita, Elfiondri, et al. Nutrient loading and farm characteristics of giant gourami fish aquaculture systems in Lake Maninjau, Indonesia: basic knowledge of production performance. *F1000 Research*, 2021; 10:378.
  20. CDSI (Central Data System Information). Ministry of Marine and Fisheries, Republic of Indonesia. (In Indonesian). 2018
  21. Dinas Kelautan dan Perikanan Sumatera Barat Laporan Tahunan Produksi Perikanan Provinsi Sumatera Barat. 2018.
  22. Syandri H, Elfiondri, Junaidi, Azrita. Social status of the fish-farmers of floating-net-cages in Lake Maninjau, Indonesia. *J. Aquac. Res. Dev.*,2015; 7:1.
  23. Syandri H, Elfiondri, Mardiah A, Azrita. Social status of Nile Tilapia hatchery Fish-farmers at Maninjau Lake Areas, Indonesia. *J Fish Aquat Sci*; 2016; 11 (6): 411-417.
  24. Aryani N, Azrita, Mardiah A, Syandri H. Influence of feeding rate on the growth, feed efficiency and carcass composition of the giant gourami (*Osphronemus goramy*). *Pak J Zool*; 2017; 49(5): 1775–1781.
  25. Syandri H, Azrita, Junaidi, et al. Levels of available nitrogen-phosphorus before and after fish mass mortality in Lake Maninjau of Indonesia. *J Fish Aquatic Sci*. 2017; 12 (4): 191-196. 10.3923/jfas.2017.191.196
  26. Syandri H, Azrita, Niagara. Tropic status and load capacity of water pollution waste fish culture with floating net cages in Lake Maninjau. *Eco Env & Cons*. 2016; 22(1): 469-476.

27. Syandri H, Azrita, Mardiah A. Nitrogen and phosphorus waste production from different fish species cultured at floating net cages in Lake Maninjau, Indonesia. *Asian J. Sci. Res.*2018; 11 (2): 287-29.
28. Azrita, Aryani N, Mardiah A, Syandri H. Growth, production, and feed conversion performance of the gurami sago (*Osphronemus goramy* Lecepède, 1801) strain in different aquaculture systems. *F1000Res.*2020, 9:161.
29. Syandri H, Azrita, Mardiah A. Effect of feed types and estimation of nitrogen-phosphorus loading caused by common Carp (*Cyprinus carpio*) in Lake Maninjau, Indonesia. *Pak. J. Nutr.*2018; 17 (9): 454-46.
30. Junaidi, Syandri H, Azrita, Muzir A. Floating cage aquaculture production in Indonesia: Assessment of opportunities and challenges in Lake Maninjau. *AIMS Environmental Science*, 2022; 9(1): 1-15.
31. Syandri H, Junaidi, Azrita, Yunus T. State of aquatic resources Maninjau lake west Sumatra Province, Indonesia. *Journal of Ecology and Environmental Sciences.*2014; 5, (1): 109-113.
32. Syandri H, Azrita A, Mardiah A. Water Quality Status and Pollution Waste Load from Floating Net Cages at Maninjau Lake, West Sumatera Indonesia. *Proceeding IOP.*2020. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/430/1/012031>
33. Silvianun, Analysis of floating net cage fish farming in LautTawar Lake Aceh Province, Indonesia. Thesis, Department of Geography Education Faculty of Social Sciences, State University of Medan. 2013.

34. Nwabeze GO, Ifejika PI, Tafida AA, Ayanda JO, Erie AP, et al. Gender and fisheries of Lake Kanji, Nigeria: A Review. *J Fish Aquatic Sci.*2013; 8: 9-13. <file:///C:/Users/S433FL/Downloads/9-13.pdf>
35. Holzlöhner S, Nwosu FM, Fisheries survey in Cross River State, Nigeria. *J Fish Aquat Sci*,2014; 9: 221-228.
36. Rahman Md S, Majumber MK, Sujan Md HK, et al. Livelihood status of coastal shrimp farmers in Bangladesh: Comparison before and during COVID-19. *Aquac. Rep*, 2021; 21: 100895.
37. Sawman M, Sunde J, Pereira T, et al. Unmasking governance failures: The impact of COVID-19 on small-scale fishing communities in South Africa. *Marine Policy*, 2021; 133: 104713.
38. Luengo-Alonso G, Pérez-Tabernerero FG, Tovar-Bazaga M, et al. Critical adjustments in a department of orthopaedics through the COVID-19 pandemic *International Orthopaedics*, 2020; 44:1557–1564.
39. Sunny A R, Sazzad S A, Prodhan S H, et al. Assessing impacts of COVID-19 on the aquatic food system and small-scale fisheries in Bangladesh. *Marine Policy*; 2021;126: 104422.
40. Ragasa C, Aqyahwah S, Asma. R, et al. Accelerating pond aquaculture development and resilience beyond COVID: Ensuring food and jobs in Ghana. *Aquaculture*, 2022; 547: 737476.
41. Russell BS, Hutchison M, Tambling R, et al. Initial challenges of caregiving during COVID-19: Caregiver Burden, Mental Health, and the Parent-Child Relationship. *Child Psychiatry Hum. Dev*; 2020; 51:671–682. <https://doi.org/10.1007/s10578-020-01037-x>.

42. Macale-Mancadog D, Predo CD, Campang JG, et al. Socio-economic and environmental impacts of COVID-19 pandemic: Building resilience of the seven lakes of San Pablo city, Philippines. *Environmental Resilience and Transformation in Times of COVID-19*. 2021:255-270.
43. Gorbalenyal AE, Baker SC, Baric SS, et al. The species Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. *Nature Microbiology*, 2020; 5: 536–544.
44. Gassman-Pines A, Elizabeth OA, John FH. COVID-19 and Parent-Child Psychological Well-being. *PEDIATRICS*, 2020; 146, 4: e2020007294. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32764151/>
45. Miriam M and Jerome CM. Pathological inflammation in patients with COVID-19: a key role for monocytes and macrophages. *Nature Reviews, immunology*. 2020; 20: 355.
46. Janssens W, Pradhan M, de Groot D, et al. The short-term economic effects of COVID-19 on low-income households in rural Kenya: An analysis using weekly financial household data. *World Development*, 2021; 138: 105280.
47. Senol F. and Ustandag A. The effect of child neglect and abuse information studies on parents' awareness levels during the COVID-19 pandemic. *Children and Youth Services Review*.2021; 131: 106271.
48. Vaziri H, Gasper WJ, Wayne JH, et al. Changes to the Work–Family Interface During the COVID-19 Pandemic: Examining Predictors and Implications Using Latent Transition Analysis. *Journal of Applied Psychology*, 2020; 105(10): 1073-1087.
49. Wang M, Hendry DA, Toro JD, et al. COVID-19 Employment Status, Dyadic Family Relationships, and Child Psychological

- Well-Being. *J Adolesc Health*; 2021; 69: 705e712.  
<https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2021.07.016>
50. Veger A, Parcerisa L, Fondevila C. The growth and spread of large-scale assessments and test-based accountabilities: a political sociology of global education reforms. *Educational Review*, 2019; 71(1): 5-30.
51. Noori AQ. The impact of COVID-19 pandemic on students' learning in higher education in Afghanistan. *Heliyon*, 2021; 7(10): e08113.
52. Pal KB, Busnet BB, Pant RJ, et al. Education system of Nepal: impacts and future perspectives of COVID-19 pandemic. *Heliyon*, 2021; 7 (9): e08014.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08014>
53. Kaliszewski A, Kozłowski A, Dabrowski J, Klimek H. Survey data on global shipping lines assessing factors of container port competitiveness. *Data in Brief*, 2020; 30: 105444.  
<https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105444>
54. Buchanan EA, Hvizdak EE. Online Survey Tools: Ethical and Methodological Concerns of Human Research Ethics Committees. *J Empir Res Hum Res Ethics*, 2009; 4(2):37-48.  
[DOI:10.1525/jer.2009.4.2.37](https://doi.org/10.1525/jer.2009.4.2.37)

# **CHAPTER 4**

## **MASA DEPAN AKUAKULTUR INDONESIA UNTUK KETAHANAN PANGAN DAN KESEHATAN**

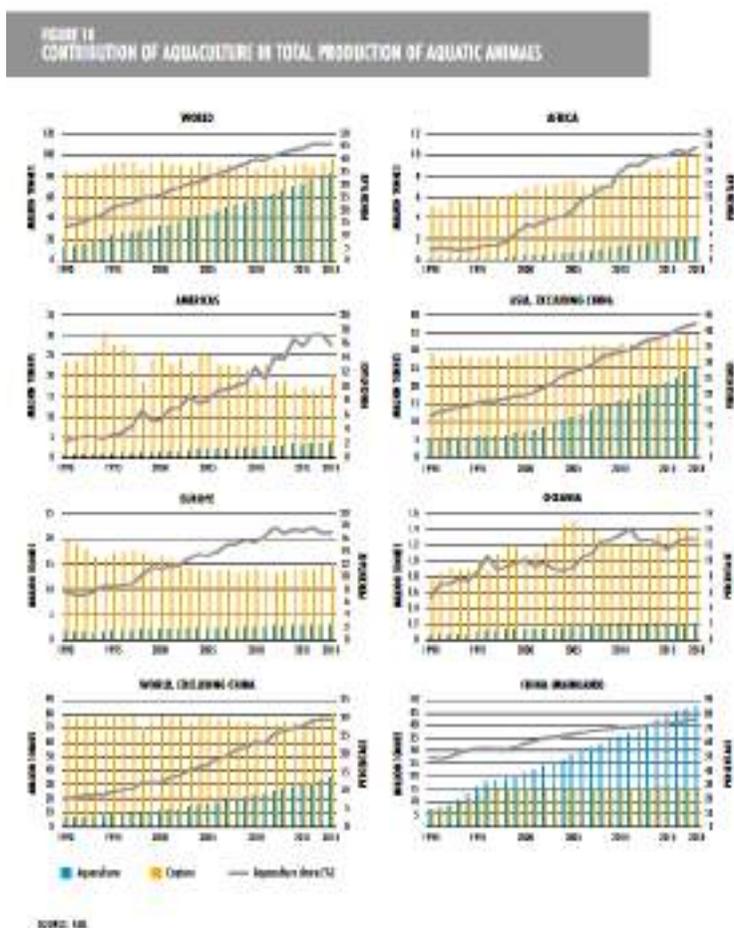
### **Peranan akuakultur dalam sektor perikanan**

Masa depan akuakultur Indonesia adalah kunci untuk meningkatkan ketahanan pangan dan kesehatan, karena akuakultur dapat menyediakan sumber protein hewani yang berkualitas, serta menciptakan peluang ekonomi yang berkelanjutan bagi masyarakat di sektor perikanan.

Sektor perikanan memainkan peran penting dalam perekonomian Indonesia melalui peningkatan pendapatan, diversifikasi mata pencaharian, pasokan protein hewani, dan pendapatan dari hasil ekspor. Sektor ini berkontribusi 3,1% terhadap total produk domestik bruto nasional (PDB) dan 21,0% terhadap total PDB pertanian, menciptakan lapangan pekerjaan bagi 6,4 juta tenaga kerja di Indonesia (**Trans et al, 2017**).

Akuakultur telah mengalami pertumbuhan yang spektakuler dalam beberapa dekade terakhir, rata-rata 8% setiap tahun sejak tahun 1990-an. Sekarang hampir menyalip perikanan tangkap sebagai sumber utama makanan akuatik untuk konsumsi manusia, dan memberikan kontribusi besar bagi ketahanan pangan global. Permintaan dunia untuk makanan akuatik saat ini sebesar 131 juta ton diproyeksikan akan tumbuh menjadi 204 juta ton pada tahun

2030. Hampir semua peningkatan ini akan datang dari akuakultur, karena kontribusi perikanan tangkap terhadap pasokan makanan global tidak mungkin tumbuh secara signifikan (**Joffre et al., 2021**). Indonesia adalah produsen makanan laut terbesar kedua di dunia, tetapi pendaratan perikanan tangkap telah mengalami stagnasi selama dekade terakhir. Sebagai tanggapan, pemerintah Indonesia telah menetapkan target ambisius untuk memperluas sektor akuakultur hingga tahun 2030 (Hendriksson et al, 2017). Review kontribusi akuakultur dunia dari total produksi hewan akuatik dipresentasikan pada Gambar 7.



Akuakultur di Indonesia dilakukan di air tawar, payau dan asin, dengan produksi terbatas pada sejumlah kecil spesies ikan dibandingkan dengan hasil perikanan tangkap. Tahun 2015 produksi akuakultur Indonesia (tidak termasuk rumput laut) sebesar 764.279 ton yang disumbangkan oleh sembilan spesies yaitu: nila (25,84%), patin (11,18%) lele (17,29%), mas (9,93%), gurame (2,96%), kakap (0,14%), kerapu (0,39%), bandeng (10,08%) dan udang (14,19%). Kebutuhan produksi ikan dari sektor akuakultur pada tahun 2030 diprediksi sebesar 19,72 juta ton. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, ekspansi global yang cepat dari industri akuakultur membutuhkan teknologi budidaya ramah lingkungan dan sebaliknya teknologi yang tidak tepat akan menyebabkan banyak masalah lingkungan, seperti pencemaran air, degradasi ekosistem, dan wabah penyakit.

### **Teknologi akuakultur masa depan untuk ketahanan pangan**

Aktifitas akuakultur diproyeksikan akan terus tumbuh pada masa yang akan datang karena pertambahan penduduk dunia, termasuk pertambahan penduduk di Indonesia (Tran et al, 2017; FAO, 2016). Masyarakat dunia pada masa yang akan datang akan lebih cenderung mengkonsumsi sumber pangan dari ikan karena memberikan dampak yang luar biasa terhadap kesehatan manusia.

Produksi ikan dari hasil penangkapan yang dilakukan di air asin (laut) dan air tawar (danau, sungai, waduk dan tasik) akan terus berkurang karena penangkapan yang tidak selektif. Selain itu, ada ancaman serius terhadap keanekaragaman hayati ikan, karena penambangan pasir secara ilegal, perburuan ikan secara ilegal, penggundulan hutan yang luas, perubahan penggunaan lahan, bendungan PLTA, dan

perubahan iklim. Padahal peningkatan produksi ikan dari akuakultur secara global diprediksi sebesar 50% pada tahun 2050 (FAO, 2017). Pada tahun 2030 permintaan terhadap produksi akuakultur akan meningkat di kawasan Asia Pasifik, terutama pada 22 kota besar, termasuk Indonesia. Pertumbuhan yang berkelanjutan dalam jangka panjang dari akuakultur, seperti halnya pertanian tradisional membutuhkan banyak air dengan kualitas yang memadai. Saat sekarang banyak budidaya ikan yang dilaksanakan di kolam, waduk, dan danau atau di pesisir di lingkungan perkotaan dan pedesaan (mis., Danau Maninjau, Sumatera Barat), secara sadar atau tidak sadar menggunakan air yang sudah tercemar berat (air limbah atau limbah cair yang diolah). Sejauh mana praktek penggunaan air seperti yang sekarang terjadi untuk akuakultur dimasa depan secara umum tidak dapat diprediksi. Oleh karena itu teknologi akuakultur untuk masa depan harus berbasis luas lahan yang ideal dan air yang memiliki kelentingan yang lebih baik setara dengan daya tampung beban pencemaran air. Sebagai alternatif pilihan kami sajikan beberapa teknologi yang akan dikembangkan dalam praktek akuakultur.

### **Teknologi berbasis luas lahan ideal di perairan**

Budidaya ikan dengan keramba jaring apung (KJA) pada beberapa danau dan waduk masih dominan di daerah litoral dengan jarak 25-100 m dari pantai danau. Misalnya budidaya ikan dengan KJA di Danau Maninjau masih dominan ditempatkan pada jarak 25-50 m dari pantai, sedangkan luas lahan yang digunakan untuk 20.608 petak KJA adalah 113,7 hektar. Semestinya berdasarkan ukuran ikan, padat tebar dan kebutuhan ikan terhadap oksigen dibutuhkan lahan seluas 1.416,04 hektar (Tabel 7).

Table 7. Total KJA, luas lahan terpakai dan luas lahan yang ideal tahun 2018

Nagari	Jumlah KJA (petak)	Lahan terpakai di lapangan (ha)	Lahan yang ideal (ha)*	Lahan yang ideal (ha)**
Maninjau	1.234	3,09	28,24	141,22
Bayur	1.718	4,30	39,32	196,61
II Koto	623	1,56	14,26	71,30
Koto Kaciek	1.353	3,38	30,97	154,84
Koto Gadang	723	3,15	28,79	143,97
Koto Malintang	3.837	9,59	87,82	439,11
Tanjung Sani	3.560	8,90	81,48	407,41
Sungai Batang	2.325	5,81	53,22	266,08
Total	15.373	39,78	394,1	1.820,53

Sumber : Survei data Maret 2019.

\*) ukuran ikan rata-rata 20 g/ekor; \*\*) ukuran ikan rata-rata 100 g/ekor, padat tebar masing-masing 5.000 ekor.

### **Teknologi kolam terpal sistem bioflok di lahan darat**

Akuakultur berbasis lahan darat menghasilkan volume air yang banyak dan kaya nutrisi. Air ini dibuang ke lingkungan alami dan akan menyebabkan eutrofikasi dari badan air penerima. Hal ini membutuhkan penilaian ulang terhadap praktek saat ini yang digunakan dalam budidaya guna mempertahankan tingkat produksi ikan yang tinggi dan kualitas air yang lebih baik di dalam kolam, serta pada tempat pembuangan air dari hasil akuakultur.

Terlepas dari biaya yang digunakan, dan dampak lingkungan yang potensial, tingginya tingkat pertukaran air yang digunakan untuk mempertahankan tingkat kualitas air yang dapat diterima dalam sistem budidaya mungkin menjadi titik masuk penting bagi organisme patogen. Oleh karena itu, sistem pertukaran air nol atau terbatas

harus dianggap sebagai opsi yang layak. Di antaranya, sistem teknologi bioflok (BFT) dianggap sangat efisien dalam budidaya intensif tertutup, karena teknologi ini memungkinkan menjaga kualitas air yang lebih baik dan membatasi beban organik air limbah pada saat panen. Teknologi bioflok (BFT) telah berkembang di Brasil dan di Negara lain di dunia (Avnimelech, 2015). Ini adalah sistem ramah lingkungan karena praktis nol pertukaran air dan rasio pemberian makan buatan berkurang, karena komunitas mikroba bioflok berfungsi sebagai sumber makanan alami (Maicá et al., 2011).

Adopsi teknologi ini meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan, karena metabolit organik dan anorganik, serta makanan yang tidak digunakan atau digunakan sebagian, didaur ulang oleh mikroorganisme menjadi mikroalga dan biomassa bakteri, yang cenderung menyatu menjadi bahan flokulasi (bioflocs). Ini digunakan oleh organisme dalam proses akuakultur sebagai sumber makanan kaya protein dan lipid (Avnimelech, 2015; Souza et al., 2019), bahkan dalam budidaya udang intensif berkontribusi antara 18 dan 29% terhadap total konsumsi makanan harian (Burford et al., 2004). Teknologi Bioflocs di berbagai Negara sudah diaplikasikan, seperti untuk budidaya ikan carp (*Carassius auratus gibelio*) untuk menghindari serangan herpesvirus (Qiao et al., 2018). Di Indonesia sudah diaplikasikan untuk pembesaran ikan lele dan nila.

### **Teknologi busmetik untuk budidaya udang**

Di Indonesia, ada banyak tambak udang terlantar yang tidak kurang dari 1,2 juta hektar dan hanya digunakan sebanyak 37,5% (Aliah, dan Sachoemar, 2017). Penggunaan tambak ini untuk membudidayakan spesies udang dan ikan sangat dimungkinkan asalkan teknologi budidinya ramah lingkungan dapat menyesuaikan dengan

perubahan iklim. Menyesuaikan perikanan pesisir dengan perubahan iklim akan membutuhkan kombinasi strategi dan kebijakan. Teknologi budidaya udang vaname yang sedang mulai dikembangkan di Indonesia adalah teknologi budidaya udang skala mini empang plastik atau yang dikenal dengan sebutan "BUSMETIK". Teknologi ini adalah kegiatan budidaya udang windu atau udang vaname dengan ukuran tambak kecil/mini yang dilapisi plastik. Di wilayah Kabupaten Padang Pariaman Provinsi Sumatera Barat lahan yang potensial untuk dijadikan teknologi Busmetik adalah 245,72 ha, sedangkan yang sudah ada seluas 17,15 ha (Balitbangda Kab. Padang Pariaman, 2018)

Keuntungan memakai teknologi Busmetik adalah biaya terjangkau oleh pembudidaya menengah-kecil, pengelolaan tambak mudah karena ukuran petakan tambak kecil (400 m<sup>2</sup>), sehingga resiko serangan penyakit kecil. Dapat dilakukan di berbagai tipe lahan, termasuk pada lahan dengan jenis tanah porous. Masa pemeliharaan relative singkat (100 hari), penggunaan pakan lebih efisien (FCR =1,3), dan tidak menggunakan antibiotik yang dilarang pemakaiannya.

### **Teknologi Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA)**

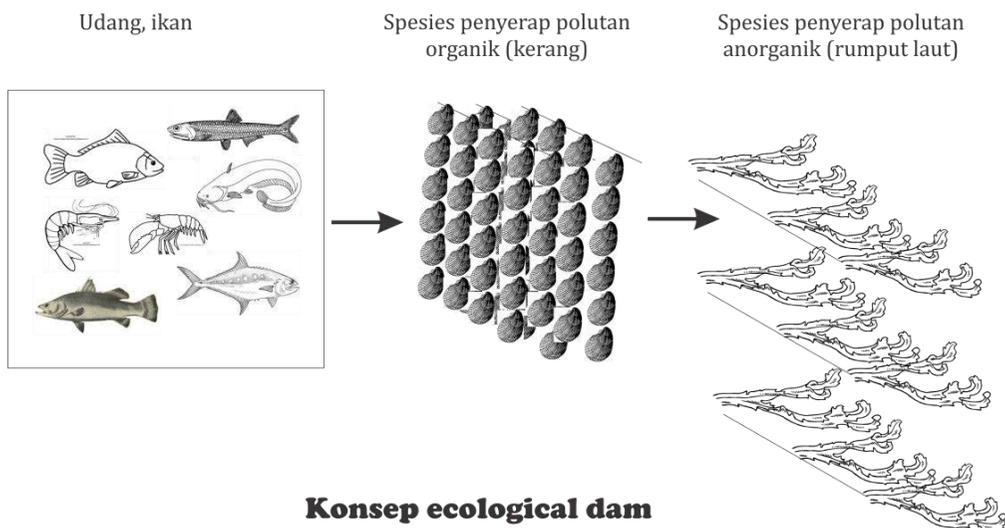
Akuakultur multi-trofik terpadu (IMTA) suatu teknologi akuakultur lebih ramah lingkungan dengan memelihara spesies ikan pada tingkat tropic yang berbeda, misalnya proses menumbuhkan berbagai spesies ikan dan udang dengan rumput laut secara terintegrasi di tambak. IMTA adalah praktek di mana produk sampingan dari satu spesies didaur ulang untuk menjadi input (pakan, nutrisi) untuk spesies yang lain dengan prinsip dapat mengurangi limbah organik dan anorganik (Ahmed dan Glaser, 2016; Ellisa and Tiller, 2019). Konsep IMTA adalah untuk menciptakan sistem yang seimbang untuk kelestarian

lingkungan, kelayakan ekonomi, dan kesejahteraan sosial. IMTA saat ini dioperasikan di lebih dari 40 negara secara komersial, termasuk Kanada, Chili, Cina, Jepang, Amerika Serikat, dan banyak negara Eropa, termasuk di Bangladesh (Chopin, 2011; Ahmed dan Glaser, 2016).

Kawasan pesisir Indonesia dapat saja mengalami perubahan akibat perubahan kondisi iklim. Fenomena perubahan iklim lokal yang terjadi di Indonesia adalah meningkatnya jumlah curah hujan, meningkatnya jumlah hari hujan, meningkatnya jumlah hari atau bulan kering ketika musim kemarau, meningkatnya suhu rata-rata, perubahan salinitas, meningkatnya ketinggian banjir dan intensitas pasang dan meningkatnya intensitas banjir. Perubahan iklim yang terjadi menyebabkan gagal panen dan kerugian terhadap petani tambak udang, serta penurunan produktifitas tambak udang. Penurunan produktifitas yang terjadi akan menyebabkan terjadinya penurunan volume produksi udang 25-50% (Syahbana, 2011).

Menurut para pakar bahwa perubahan iklim akan dapat mengurangi produksi oksigen ( $O_2$ ) diperairan dan meningkatkan emisi Karbondioksida ( $CO_2$ ) (Ahmed dan Diana, 2015). IMTA diperairan terbuka dapat meningkatkan produksi  $O_2$  dari hasil fotosintesa rumput laut. Selain itu, IMTA dapat mengurangi konsumsi  $O_2$  dengan penguraian mikroorganisme bahan organik sebagai hasil dari bio-filtrasi.  $O_2$  terlarut dari rumput laut dapat membantu meningkatkan aktivitas mikroba di dalam sedimen, yang pada gilirannya juga merupakan nutrisi yang harus didaur ulang secara efisien dari organisme yang telah mati (Björk et al., 2008). IMTA juga dapat memainkan peran penting dalam mengurangi emisi  $CO_2$  karena rumput laut dapat menyerap  $CO_2$  untuk fotosintesis. Carbon yang dihasilkan dari proses budidaya dengan memakai IMTA dapat diserap

oleh rumput laut (Sanz-Lazaro and Sanchez-Jerez, 2017; Yang et al, 2018). Perubahan salinitas air yang ekstrim akibat perubahan iklim dapat dinetralkan dengan teknologi IMTA, karena rumput laut, udang dan ikan yang dikultur mampu mentolerir perubahan salinitas. Demikian pula, IMTA dapat beradaptasi dengan peningkatan suhu air karena filtrasi partikel limbah oleh ikan, kerang dan rumput laut yang pada gilirannya menghindari proses mineralisasi dan suhu air yang lebih tinggi (Seejariva et al, 2011). Sistem IMTA dapat membantu menjaga temperatur air tetap stabil karena penyerapan polutan, sedimen dan zat beracun oleh rumput laut (Chung et al., 2013). Teknologi ini lebih dikenal dengan "Ecological Dam" (Gambar 8).



Gambar 8. Model IMTA dengan konsep ecological dam

Beberapa teknologi budidaya ikan berbasis akuakultur biru yang sedang berkembang:

[1]Sistem akuaponik: Sistem ini menggabungkan budidaya ikan dengan budidaya tanaman dalam satu sistem tertutup yang saling

bergantung. Air limbah yang dihasilkan oleh ikan digunakan sebagai nutrisi untuk tanaman, sedangkan tanaman membantu menyaring air untuk kembali ke kolam ikan. Sistem ini secara efektif memanfaatkan sumber daya dan menghasilkan produk yang lebih sehat.

- [2] Pembenihan ikan dengan teknologi rekayasa genetika: Teknologi ini memungkinkan untuk menghasilkan ikan dengan karakteristik yang diinginkan seperti resistensi terhadap penyakit atau pertumbuhan yang lebih cepat. Namun, penggunaan teknologi rekayasa genetika dalam budidaya ikan masih menjadi perdebatan di beberapa negara karena risiko terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.
- [3] Sistem budidaya ikan berkelanjutan: Teknologi ini berfokus pada pengurangan dampak lingkungan dan peningkatan kesejahteraan ikan. Contohnya, penggunaan pakan berbasis tumbuhan dan pengurangan limbah budidaya ikan.
- [4] Sistem budidaya ikan dengan energi terbarukan: Budidaya ikan dapat memanfaatkan sumber energi terbarukan seperti energi surya dan energi angin untuk mengoperasikan pompa air dan sistem aerasi. Hal ini dapat mengurangi biaya operasional dan dampak lingkungan.
- [5] Teknologi pemantauan dan pengelolaan kolam ikan: Teknologi seperti sensor air, sistem pengukuran suhu dan kelembapan, serta software untuk mengelola kualitas air dapat membantu petani ikan untuk memantau dan mengoptimalkan lingkungan kolam ikan. Hal ini dapat meningkatkan produktivitas dan kesehatan ikan.

Demikianlah beberapa contoh teknologi budidaya ikan berbasis akuakultur biru yang sedang berkembang. Teknologi ini dapat membantu meningkatkan produktivitas dan kualitas produksi ikan, sekaligus mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan kesejahteraan ikan.

Untuk budidaya ikan dapat digunakan **blue water dan green water**. **Blue water** adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan sumber daya air tawar yang digunakan dalam kegiatan budidaya ikan. Blue water dapat didefinisikan sebagai air yang berasal dari sumber air permukaan atau air tanah yang tersedia secara alami, seperti sungai, danau, waduk, dan sumur. Blue water juga dapat mencakup air hujan yang diambil dari tempat penampungan air.

Dalam budidaya ikan, blue water sangat penting untuk memenuhi kebutuhan air tawar yang dibutuhkan oleh ikan dalam kegiatan pertumbuhan dan produksi. Blue water juga digunakan sebagai media untuk menyebar nutrisi dan oksigen yang diperlukan oleh ikan, serta untuk menghilangkan limbah yang dihasilkan oleh ikan. Oleh karena itu, ketersediaan air tawar yang cukup dan berkualitas baik sangat penting dalam budidaya ikan yang sukses.

**Green water** adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan sumber daya air yang diperoleh dari lingkungan budidaya ikan itu sendiri. Green water biasanya berasal dari sumber air tanah, dan digunakan dalam kegiatan budidaya ikan, seperti pembesaran ikan dalam kolam atau keramba jaring apung.

Green water adalah sumber daya air yang penting dalam budidaya ikan karena mengandung nutrisi alami yang diperlukan oleh ikan. Nutrisi yang terkandung dalam green water terutama berasal dari limbah yang dihasilkan oleh ikan, seperti feses dan sisa makanan ikan.

Limbah tersebut kemudian diubah oleh mikroorganisme dalam air menjadi nutrisi yang dapat diserap oleh ikan. Selain itu, green water juga berfungsi sebagai media yang membantu menjaga kualitas air dalam lingkungan budidaya ikan dengan menyediakan oksigen dan menyebarkan nutrisi.

Namun, penggunaan green water dalam budidaya ikan perlu dilakukan dengan hati-hati karena kualitas air yang buruk dapat menyebabkan masalah kesehatan bagi ikan dan dapat mempengaruhi kinerja pertumbuhan ikan. Oleh karena itu, penggunaan green water harus dilakukan dengan memperhatikan prinsip-prinsip pengelolaan sumber daya air yang baik dan menjaga kebersihan dan keseimbangan lingkungan budidaya ikan

Penting untuk diperhatikan bahwa pengambilan air dari sumber blue water juga dapat mempengaruhi keseimbangan ekologi dan ketersediaan air bagi masyarakat yang tinggal di sekitar sumber air. Oleh karena itu, pengambilan air blue water harus dilakukan dengan memperhatikan prinsip-prinsip keberlanjutan dan pengelolaan sumber daya air yang bertanggung jawab.

### **Spesies ikan pada akuakultur dan kontribusi produksi 2030**

Berdasarkan data produksi ikan dari Kementerian Kelautan dan Perikanan RI 2010 - 2015 ada sembilan spesies dan sepuluh sistem produksi yang relevan untuk meningkatkan produksi perikanan budidaya saat ini. Kontribusi produksi pada tahun 2015 dan prediksi produksi tahun 2030 dipresentasikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Prediksi kontribusi produksi ikan berdasarkan spesies tahun 2030

Spesies	Kontribusi 2015 (%)	Kontribusi 2030 (%)	Sistem produksi
Nila	25,84	34,60	Kolam, keramba, KJA
Patin	11,18	21,07	Kolam, keramba
Lele	17,29	31,81	Kolam
Mas	9,93	2,79	Keramba, KJA
Gurame	2,96	3,56	Kolam
Kakap	0,14	0,26	Keramba
Kerapu	0,39	0,02	keramba
Bandeng	10,08	5,66	Kolam (tambak)
Udang	14,19	5,53	Kolam (tambak)

Tren produksi yang meningkat pada tahun 2030 adalah dari ikan nila, patin, lele, gurame dan kakap, sementara produksi yang menurun terjadi pada spesies ikan mas, kerapu, bandeng dan udang. Penyebab penurunan prediksi produksi ikan dan udang pada tahun 2030 adalah karena penyakit. Misalnya pada ikan mas adalah akibat penyakit Koi Herves Virus (KHV). Kontribusi ikan nila pada tahun 2030 adalah 34,60% dengan catatan tidak ada serangan penyakit. Namun akhir-akhir ini ikan nila juga sudah diserang oleh virus disebut Tilapia Lake Virus (Til V). Di Egypt misalnya, pada tahun 2015 dampak kematian pada budidaya nila yang diduga disebabkan oleh TilV, diperkirakan mencapai 98.000-ton dengan nilai USD 100 juta yang mempengaruhi 37% produksi ikan di negara itu (Fathi et al., 2017).

## **Dampak lingkungan akibat akuakultur intensif**

Tugas utama dalam pengembangan akuakultur di masa depan di wilayah Indonesia adalah memastikan keberlanjutan dan menyeimbangkan risiko terhadap kesehatan masyarakat atau lingkungan dengan manfaat ekonomi yang substansial. Selama dekade terakhir, status kesuburan perairan yang dipengaruhi oleh kegiatan budidaya ikan yang intensif telah dipelajari. Sebagai contoh, dampak lingkungan perairan akibat kegiatan budidaya ikan keramba jaring apung di Danau Maninjau dapat dilihat dari aliran fosfor dan nitrogen ke dalam badan air.

Aliran nutrisi dari aktifitas KJA yang terus menerus ke permukaan air telah menghasilkan eutrofikasi yang mengurangi keanekaragaman hayati dan membatasi berbagai penggunaan air tawar, termasuk untuk budidaya perikanan. Telah dinyatakan bahwa eutrofikasi yang disebabkan oleh kelebihan aliran fosfor dan nitrogen adalah salah satu masalah kualitas air yang paling buruk dan perlu ditindaklanjuti pengelolannya (Syandri et al, 2017).

Pembebanan bahan organik yang terdiri atas unsur nitrogen (N) dan fosfor (P) di Danau Maninjau lebih besar bersumber dari autochtonus. terutama dari limbah proses produksi ikan pada sistem KJA jika dibandingkan dengan pembebanan bahan organik allochtonus yang bersumber dari inlet lainnya.

Senyawa N dan P adalah unsur yang dapat menyebabkan terjadi peningkatan kesuburan perairan (eutrofikasi). Senyawa N dan P tersebut terkandung di dalam pakan ikan dan daging ikan. Syandri et al (2018a) melaporkan bahwa berdasarkan kepada kadar N dan P pada pakan dan kadar N dan P pada daging ikan, maka setiap 1 ton produksi ikan nila dari KJA di Danau Maninjau melepaskan N sebesar 49,90 kg dan P sebesar 20,01 kg. Sedangkan setiap 1 (satu) ton

pakan yang dikonsumsi oleh ikan akan melepaskan N ke badan air sebanyak 35,68 kg dan P sebanyak 9,11 kg (Syandri et al, 2018b).

Total N dan P yang masuk ke badan air semestinya tidak melampaui daya tampung beban pencemaran air. Daya tampung beban pencemaran air adalah batas kemampuan sumber daya air untuk menerima masukan beban pencemaran yang tidak melebihi batas syarat kualitas air untuk berbagai peruntukannya. Penghitungan daya tampung beban pencemaran air Danau Maninjau dianalisis dengan formula yang dituangkan di dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 28 Tahun 2009 Tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau Dan/Atau Waduk. Indikator perhitungan daya tampung beban pencemaran air adalah kadar fosfor yang terkandung pada sampel air. Hasil perhitungan produksi ikan, kuota pakan dan jumlah KJA sesuai dengan daya tampung beban pencemaran.

Ikan nila adalah produksi terbesar dari usaha budidaya ikan dengan KJA di beberapa perairan kolam, danau dan waduk di Indonesia (Henriksson et al, 2017), termasuk di Danau Maninjau (Syandri et al, 2016). Dampak dari kualitas air yang buruk telah menimbulkan wabah penyakit mematikan yang disebabkan oleh virus dinamakan Tilapia Lake Virus (TiLV) saat ini mungkin sudah mengancam produksi ikan nila di Danau Maninjau sehingga berdampak terhadap sosial ekonomi pembudidaya ikan. Til V ditularkan secara horizontal antara ikan yang terinfeksi dengan ikan yang masih hidup di lingkungan perairan mulai dari ukuran fingerling sampai ukuran konsumsi dan berpotensi sebagai penyakit hewan lintas batas yang mempengaruhi perdagangan. Penyakit TiLV saat ini dikonfirmasi telah berjangkit di delapan negara seperti Ekuador, Israel, Kolombia, Mesir, Thailand, Taiwan, India dan Malaysia (Hounmanou et al, 2018). Di Egypt

misalnya, pada tahun 2015 dampak kematian pada budidaya nila yang diduga disebabkan oleh TiLV, diperkirakan mencapai 98.000 ton dengan nilai USD 100 juta yang memengaruhi 37% pembudidaya ikan di negara itu (Fathi et al., 2017).

Akuakultur intensif selain memberikan dampak negative terhadap kualitas air, status tropic perairan dan kesehatan ikan. Dampak kegiatan budidaya intensif juga berpengaruh terhadap kandungan sedimen disekitar lokasi kegiatan akuakultur. Farmaki et al (2014) menemukan logam berat (Cu, Cd, Pb, Hg, Ni, Fe, Mn, Zn, As) pada sedimen di bawah lokasi keramba wilayah pantai di Yunani. Demikian juga Grigorakis dan Rigos (2011) telah melaporkan logam berat seperti seng (Zn), tembaga (Cu), besi (Fe), cadmium (Cd), timbal (Pb) dan nikel (Ni) di kolom air dan sedimen di bawah keramba ikan. Studi lain tentang akumulasi logam berat pada ikan, air dan sedimen telah dipublikasikan oleh Syandri et al (2015).

Logam berat merupakan salah satu pencemar serius di habitat perairan karena logam berat ini fleksibel untuk masuk ke dalam rantai makanan suatu ekosistem perairan (Censi et al., 2006, Pandiyan et al., 2020). Logam berat tersebut sangat mempengaruhi habitat perairan dan menjadi ancaman besar karena sebagian besar logam berat tersebut memiliki efek toksik yang parah pada beberapa organisme (MacFarlane dan Burchett, 2000). Sedimen menerima logam berat melalui proses kimia dan fisika batuan, perkolasi tanah dan fisiologis. proses ical dari berbagai tanaman (Al-Saad et al., 1997). Selain urbanisasi itu, kegiatan industri dan pertanian juga dapat mendukung kontaminasi tanah oleh logam berat (Heba et al., 2000). Namun kedua proses ini yaitu buatan manusia dan alami proses adalah perjalanan utama menuju kontaminasi logam berat di habitat perairan termasuk di sedimen pesisir. Sebagai tambahan-

Sehubungan dengan ekosistem perairan, logam berat sangat diendapkan ke dalam sedimen melalui proses adsorpsi, presipitasi, difusi, reaksi kimia, aktivitas biologis dll., (Ramirez et al., 2005), logam berat menyebar ke air kolom melalui sedimen (Jones dan Turki, 1997)

Dilain hal, Hendriksson et al (2017) mengkuantifikasi dampak lingkungan akibat budidaya intensif menggunakan penilaian siklus hidup (LCA), dan beberapa indikator sosial ekonomi. Dengan asumsi bisnis yang dilakukan seperti saat sekarang, maka hingga tahun 2030, dampak / indikator pemanasan global (terjadi peningkatan 3,3 kali lipat), hujan asam (peningkatan 3,3 kali lipat), eutrofikasi (peningkatan 3,5 kali lipat), penggunaan lahan (peningkatan 3,6 kali lipat), konsumsi air tawar ( peningkatan 4 kali lipat), penggunaan energi (peningkatan 3,4 kali lipat), ketergantungan pada ikan liar (peningkatan 3,4 kali lipat), total output ikan (peningkatan 3,3 kali lipat), dan pekerjaan penuh waktu (peningkatan 3,3 kali lipat). Berikut ini kami menjelaskan tentang dampak pemanasan global, hujan asam dan eutrofikasi terhadap budidaya ikan intensif.

**Pemanasan global** memiliki dampak yang signifikan terhadap budidaya ikan intensif. Berikut adalah beberapa dampak yang mungkin terjadi:

Suhu air yang lebih tinggi: Peningkatan suhu air laut dan air tawar dapat mempengaruhi kondisi budidaya ikan. Beberapa spesies ikan membutuhkan suhu air tertentu untuk tumbuh dengan baik, dan jika suhu air terlalu tinggi, maka ikan mungkin mengalami stres atau bahkan mati.

Perubahan ketersediaan oksigen: Pemanasan global dapat menyebabkan penurunan ketersediaan oksigen di air. Hal ini dapat

mengancam kehidupan ikan dan mempengaruhi pertumbuhan serta kesehatan ikan. Untuk mengatasi hal ini, peternak ikan harus menggunakan teknologi aerator yang lebih baik untuk menjaga oksigen di dalam air tetap cukup.

Perubahan ketersediaan makanan: Pemanasan global juga dapat mempengaruhi ketersediaan makanan bagi ikan. Beberapa spesies ikan memakan plankton, yang mungkin berkurang populasi jika suhu air terus meningkat. Hal ini dapat berdampak pada pertumbuhan dan produksi ikan.

Peningkatan penyakit: Pemanasan global juga dapat memicu munculnya penyakit baru pada ikan. Kondisi air yang buruk dan suhu air yang tidak ideal dapat membuat ikan lebih rentan terhadap infeksi penyakit. Peternak ikan harus melakukan pengawasan yang ketat terhadap kondisi kesehatan ikan dan melaksanakan langkah-langkah pencegahan dan pengobatan yang tepat jika terjadi penyakit.

Peningkatan biaya produksi: Dampak pemanasan global pada budidaya ikan intensif dapat menyebabkan biaya produksi ikan meningkat. Peternak harus melakukan perawatan ekstra pada ikan dan menggunakan teknologi yang lebih baik untuk menjaga kondisi air dan lingkungan yang sesuai bagi pertumbuhan ikan. Hal ini dapat membutuhkan investasi yang lebih besar dan meningkatkan biaya produksi secara keseluruhan.

Dengan demikian, pemanasan global dapat berdampak negatif pada budidaya ikan intensif. Untuk mengatasi hal ini, peternak ikan harus mengadopsi praktik-praktik yang berkelanjutan dan ramah lingkungan untuk mengurangi dampak pemanasan global pada lingkungan dan budidaya ikan.

**Hujan asam** adalah fenomena yang terjadi ketika gas seperti sulfur dioksida dan nitrogen oksida yang terkandung dalam emisi industri dan kendaraan bercampur dengan uap air dan terbawa oleh angin ke atmosfer. Ketika hujan turun, gas tersebut bereaksi dengan air dan membentuk asam sulfat dan asam nitrat. Dampak hujan asam pada budidaya ikan intensif antara lain sebagai berikut:

Kualitas air menurun: Hujan asam dapat mengasamkan air, yang dapat mempengaruhi kualitas air yang diperlukan bagi ikan. Air yang terlalu asam dapat menyebabkan stres pada ikan dan bahkan kematian. Selain itu, kadar logam berat dalam air juga bisa meningkat akibat hujan asam.

Menurunkan produksi ikan: Hujan asam juga dapat mempengaruhi produksi ikan. Jika air terlalu asam, maka pertumbuhan dan perkembangan ikan dapat terhambat atau bahkan mati. Hal ini akan berdampak pada produksi dan pendapatan peternak ikan.

Merusak peralatan budidaya: Hujan asam juga dapat merusak peralatan budidaya ikan. Misalnya, tangki ikan yang terbuat dari logam seperti besi atau aluminium dapat korosi karena air yang terlalu asam. Hal ini memerlukan biaya tambahan untuk perawatan dan penggantian peralatan.

Menurunkan kualitas pakan: Hujan asam dapat mempengaruhi kualitas pakan ikan. Jika kualitas air buruk, maka plankton atau mikroorganisme yang menjadi sumber pakan ikan bisa menurun populasi. Hal ini mempengaruhi kualitas pakan ikan dan pertumbuhan ikan secara keseluruhan.

Menyebabkan stres pada ikan: Hujan asam juga dapat menyebabkan stres pada ikan. Sama seperti manusia, stres pada ikan dapat mengurangi sistem kekebalan tubuhnya dan membuatnya lebih rentan terhadap penyakit.

Dampak hujan asam pada budidaya ikan intensif sangat signifikan. Oleh karena itu, peternak ikan harus melakukan tindakan pencegahan dan pengendalian pencemaran lingkungan. Misalnya, dengan menggunakan teknologi yang lebih ramah lingkungan dan mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya dalam produksi. Selain itu, peternak juga harus melakukan pemantauan terhadap kualitas air dan memberikan perawatan yang tepat pada ikan. Dengan begitu, budidaya ikan dapat dilakukan secara berkelanjutan dan mengurangi dampak hujan asam terhadap ikan dan lingkungan.

**Eutrofikasi** adalah proses peningkatan kandungan nutrisi, terutama nitrogen dan fosfor, di dalam air. Hal ini dapat terjadi karena aliran limbah pertanian, industri, dan domestik yang mengandung banyak nutrisi, serta penggunaan pupuk dan limbah dari pemeliharaan ternak. Dampak eutrofikasi pada budidaya ikan intensif adalah sebagai berikut:

Pertumbuhan ganggang berlebihan: Nutrisi yang berlebihan di dalam air dapat memicu pertumbuhan ganggang yang berlebihan. Hal ini dapat memblokir sumber cahaya matahari yang masuk ke dalam air dan mengganggu pertumbuhan fitoplankton. Jika keadaan ini terus berlanjut, maka ganggang akan membusuk dan mengurangi kadar oksigen di dalam air.

Kematian ikan akibat kekurangan oksigen: Kekurangan oksigen di dalam air dapat menyebabkan kematian ikan karena ikan membutuhkan oksigen untuk bernapas. Jika kadar oksigen di dalam air terlalu rendah, maka ikan akan kekurangan oksigen dan akhirnya mati.

Penurunan kualitas air: Kandungan nutrisi yang berlebihan di dalam air dapat menyebabkan peningkatan jumlah bakteri dan virus. Hal ini

dapat mengurangi kualitas air dan menyebabkan ikan lebih rentan terhadap penyakit. Selain itu, air yang terlalu kotor juga dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kualitas ikan.

Menurunkan produksi ikan: Eutrofikasi dapat mengurangi produksi ikan karena ikan membutuhkan air yang bersih dan sehat untuk tumbuh dan berkembang. Jika kualitas air buruk, maka ikan akan sulit tumbuh dan perkembangannya akan terhambat. Hal ini dapat berdampak pada produksi ikan dan pendapatan peternak ikan.

Biaya tambahan untuk pengolahan limbah: Dalam budidaya ikan intensif, seringkali diperlukan penggunaan pupuk dan pakan yang mengandung nutrisi. Namun, jika tidak diolah dengan baik, maka limbah tersebut dapat menjadi sumber eutrofikasi. Oleh karena itu, peternak ikan harus melakukan pengolahan limbah yang tepat, sehingga memerlukan biaya tambahan untuk mengurangi dampak eutrofikasi pada budidaya ikan.

Dampak eutrofikasi pada budidaya ikan intensif sangat signifikan. Oleh karena itu, peternak ikan harus melakukan tindakan pencegahan dengan mengurangi penggunaan pupuk dan limbah yang mengandung nutrisi, serta melakukan pengolahan limbah yang tepat. Selain itu, penggunaan teknologi yang ramah lingkungan, seperti sistem pengolahan air, dapat membantu mengurangi dampak eutrofikasi pada budidaya ikan.

## **Kesimpulan**

Bahwa aktivitas akuakultur diproyeksikan akan terus tumbuh pada masa yang akan datang karena penambahan penduduk dunia termasuk di Indonesia, sementara produksi ikan dari hasil penangkapan di alam terus menurun akibat penangkapan yang tidak selektif dan ancaman terhadap keanekaragaman hayati ikan. Permintaan terhadap produksi akuakultur di Asia Pasifik, termasuk Indonesia, diperkirakan akan meningkat pada tahun 2030. Namun, pertumbuhan yang berkelanjutan dalam jangka panjang dari akuakultur membutuhkan banyak air dengan kualitas yang memadai. Saat ini, banyak budidaya ikan menggunakan air yang sudah tercemar berat. Oleh karena itu, teknologi akuakultur untuk masa depan harus berbasis pada lahan yang ideal dan air yang memiliki kelentingan yang lebih baik setara dengan daya tampung beban pencemaran air. Beberapa teknologi baru juga disajikan sebagai alternatif pilihan untuk dikembangkan dalam praktek akuakultur.

Kami berharap buku yang disajikan di sini akan mendukung upaya di masa depan untuk memajukan praktek akuakultur yang lebih berkelanjutan sambil melindungi kesehatan masyarakat dan lingkungan.

Adopsi teknologi bioflocs dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan dalam akuakultur. Teknologi ini memanfaatkan metabolit organik dan anorganik, serta makanan yang tidak digunakan atau digunakan sebagian, yang didaur ulang oleh mikroorganisme menjadi mikroalga dan biomassa bakteri, yang kemudian menyatu menjadi bahan flokulasi (bioflocs). Teknologi ini sudah diaplikasikan di berbagai negara, termasuk di Indonesia untuk pembesaran ikan lele dan nila. Teknologi bioflocs juga telah terbukti efektif dalam meningkatkan produktivitas dan kesehatan ikan, bahkan dalam

budidaya udang intensif, di mana kontribusinya bisa mencapai antara 18 dan 29% terhadap total konsumsi makanan harian.

Pencemaran air dapat memiliki dampak yang merusak pada produksi akuakultur. Praktik budidaya ikan yang menggunakan air yang tercemar dapat mengakibatkan masalah kesehatan pada ikan yang dipelihara. Selain itu, kualitas air yang buruk juga dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan ikan, sehingga mengurangi produktivitas akuakultur. Oleh karena itu, penggunaan teknologi dan praktek budidaya yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, serta pengendalian polusi air, sangat penting untuk menjaga keberlangsungan produksi akuakultur.

Logam berat merupakan salah satu pencemar serius di habitat perairan karena mudah masuk ke dalam rantai makanan suatu ekosistem perairan. Hal ini dapat mempengaruhi habitat perairan dan menjadi ancaman besar karena sebagian besar logam berat tersebut memiliki efek toksik yang parah pada beberapa organisme di perairan.

### **Daftar Pustaka**

- Ahmed, N. J.S. Diana. 2015. Threatening white gold: Impact of climate change on shrimp farming in coastal Bangladesh. *Ocean Coast Manag*, 114: 42-52.
- Ahmed. N and M.Glaser. 2016. Can "Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA)" adapt to climate change in coastal Bangladesh. *Ocean & Coastal Management*, 132:120-131.
- Avnimelech, Y., 2015. *Biofloc Technology - A Practical Guide Book*, 3. ed. The World Aquaculture Society, Baton Rouge: Louisiana, EUA.
- Balitbangda Kab. Padang Pariaman, 2018. *Kajian potensi dan pemetaan lahan wilayah pesisir Kabupaten Padang Pariaman*.

- Björk, M., F. Short, E. Mcleod, S. Beer. 2008. Managing Seagrasses for resilience to climate change. International Union for Conservation of Nature. *Glad*.
- Burford, M.A., Thompson, P.J., McIntosh, R.P., Bauman, R.H., Pearson, D.C., 2004. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity, zero-exchange system. *Aquaculture* 232:525-537.
- Chopin, T., 2011. Progression of the integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) concept and upscaling of IMTA systems towards commercialization. *Aquac. Eur.* 36 (4), 5-12.
- Ellisa, J. and R. Tiller, 2019. Conceptualizing future scenarios of integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in the Norwegian salmon industry. *Marine Policy*, 104: 198-209.
- FAO, 2016. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to Food Security and Nutrition for All*. Rome.
- FAO, 2017. *The Future of Food and Agriculture-Trends and Challenges*. Rome.
- Fathi, M., Dickson, C., Dickson, M., Leschen, W., Baily, J., Muir, F., Ulrich, K., Weidmann, M., 2017. Identification of Tilapia Lake Virus in Egypt in Nile tilapia affected by 'summer mortality' syndrome. *Aquaculture* 473, 430–432.
- Farmaki E.G, N.S Thomaidis, I.N, Pasiadis et al (2014). Environmental impact of intensive aquaculture: Investigation on the accumulation of metals and nutrients in marine sediments of Greece. *Science of the Total Environment*, 485-486:554-562.
- Grigorakis dan Rigos (2011). Aquaculture effects on environmental and public welfare – The case of Mediterranean mariculture. *Chemosphere*, 855:899-911.

- Henriksson, P.J.G. N. Tran, C.V. Mohan et al, 2017. Indonesian aquaculture futures evaluating environmental and socioeconomic potentials and limitations. *Journal of Cleaner Production*, 162:1482-1490.
- Hounmanou, Y.M.G, R.H. Mdegela, T.V. Dougnon, M.E. Achoh, O.J. Mhongole, H. Agadjihouèdé, L. Gangbè, A. Dalsgaard. 2018. Tilapia lake virus threatens tilapiines farming and food security:Socio-economic challenges and preventive measures in SubSaharan Africa. *Aquaculture*, 493:123-129.
- Joffre O, Bush S, Belton B, Aquaculture will be key to global food and nutrition security. *iD4D, Sustainable Development New*.
- Sahbana, N. 2012. Analisis dampak perubahan iklim local terhadap kesejahteraan petambak udang (Studi kasus di Kecamatan Muaragembong Kabupaten Bekasi Jawa Barat). Skripsi Departemen Ekonomi Sumbledaya dan Lingkungan. IPB Bogor.
- Sanz-Lazaro, C and P.Sanchez-Jerez. 2017. Mussels do not directly assimilate fish farm wastes: Shifting the rationale of integrated multi-trophic aquaculture to a broader scale. *Journal of Environmental Managemen*, 201:82-88.
- Souza,J, A..Cardozo, W.Wasielesky, P.C.Abreu. 2019. Does the biofloc size matter to the nitrification process in Biofloc Technology (BFT) systems?. *Aquaculture*, 500: 443-450.
- Syandri. H, Azrita, Junaidi, Elfiondri. 2015. Heavy metals in Maninjau Lake, Indonesia: water column, sediment and biota. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 3(2): 273-278.
- Syandri. H, Azrita and Niagara. 2016. Trophic status and load capacity of water pollution waste fish culture with floating net cages in Maninjau Lake, Indonesia. *Eco. Env. & Cons.* 22 (1): 469-476.

- Syandri. H, Azrita, Junaidi and A.Mardiah. 2017. Levels of Available Nitrogen-Phosphorus Before and After Fish Mass Mortality in Maninjau Lake of Indonesia. *J. Fish. Aquat. Sci.*, 12 (4): 191-196.
- Syandri,H, Azrita and A.Mardiah. 2018a. Effect of feed types and estimation of nitrogen-phosphorus loading caused by Common carp (*Cyprinus carpio*) in Lake Maninjau, Indonesia. *Pak. J. Nutr.*, 17 (9): 454-461.
- Syandri. H, Azrita and A.Mardiah. 2018b. Nitrogen and phosphorus waste production from different fish species cultured at floating net cages in Lake Maninjau,Indonesia. *Asian J. Sci. Res.*, 11 (2): 287-294.
- Tran, N., U.P. Rodriguez, C.Y. Chan, M.J. Phillips, C.V. Mohan, P.J.G. Henrikson, S. Koeshendrajana, S. Suri, S. Hall, 2017. Indonesian aquaculture futures: An analysis of fish supply and demand in Indonesia to 2030 and role of aquaculture using the Asia Fish model. *Marine Polycy*, 79: 25-32.
- Qiao.G, M.Zhang, Y.Lie et al, 2018. Biofloc technology (BFT): An alternative aquaculture system for prevention of Cyprinid herpesvirus 2 infection in gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). *Fish & Shellfish Immunology*, 83:140-147.
- Xiaolong Yang, Peidong Zhang, Wentao Li, Chengye Hu et al, 2018. Evaluation of four seagrass species as early warning indicators for nitrogen overloading: Implications for eutrophic evaluation and ecosystem management. *Science of The Total Environment*, 635: 1132-1143.

## **DAFTAR CLOSARIUM**

1. Ikan adalah anggota vertebrata poikilotermik (berdarah dingin) yang hidup di air dan bernapas dengan insang
2. Ikan adalah sumber protein yang sehat dan kaya nutrisi yang dapat memberikan banyak manfaat untuk kesehatan.
3. Akuakultur adalah praktik budidaya organisme air seperti ikan, udang, kerang, tiram, dan tanaman air dalam lingkungan yang dikendalikan
4. Pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan yang memenuhi kebutuhan dan tuntutan generasi saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi masa depan untuk memenuhi kebutuhan dan tuntutan mereka sendiri.
5. Gizi atau nutrisi adalah ilmu yang mempelajari tentang makanan yang dibutuhkan oleh tubuh untuk pertumbuhan, perkembangan, dan fungsi normalnya. Gizi mencakup berbagai nutrisi yang diperlukan oleh tubuh, termasuk karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral, dan air.
6. FAO merupakan singkatan dari "Food and Agriculture Organization" atau Organisasi Pangan dan Pertanian. FAO adalah badan PBB (Perserikatan Bangsa-Bangsa) yang didirikan pada tahun 1945 untuk mengatasi masalah pangan dan pertanian di seluruh dunia. FAO berfokus pada pengembangan dan peningkatan produksi pertanian, pangan, dan gizi, serta mempromosikan pembangunan pertanian berkelanjutan dan keamanan pangan.
7. Ketahanan pangan adalah kemampuan suatu negara, wilayah, atau individu untuk memenuhi kebutuhan pangan yang cukup, aman, dan bergizi secara berkelanjutan. Hal ini meliputi produksi pangan yang memadai, akses terhadap pangan yang cukup dan

berkualitas, serta penggunaan pangan yang sehat dan berkelanjutan

8. Keamanan pangan adalah kondisi dimana pangan aman untuk dikonsumsi oleh manusia dan tidak menimbulkan risiko kesehatan. Pangan aman adalah pangan yang bebas dari bahan kimia, mikroba, virus, parasit, dan bahan lain yang dapat menyebabkan penyakit atau kematian pada manusia. Keamanan pangan melibatkan seluruh rangkaian proses mulai dari produksi, pengolahan, distribusi, dan konsumsi pangan.
9. Kerawanan pangan adalah kondisi atau situasi di mana sumber daya pangan yang tersedia tidak dapat memenuhi kebutuhan pangan yang cukup untuk populasi yang ada, sehingga menyebabkan kelaparan dan malnutrisi. Kerawanan pangan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti ketidakstabilan politik, perubahan iklim, bencana alam, perubahan ekonomi, dan perubahan sosial.
10. COVID-19 (Coronavirus Disease 2019) adalah penyakit yang disebabkan oleh virus SARS-CoV-2. Virus ini pertama kali muncul di Wuhan, Cina pada akhir tahun 2019 dan menyebar dengan cepat ke seluruh dunia. COVID-19 menyebar melalui droplet yang dihasilkan saat seseorang yang terinfeksi batuk atau bersin, atau melalui kontak dengan permukaan yang terkontaminasi oleh virus.
11. Akuakultur intensif adalah suatu sistem budidaya ikan, udang, atau organisme akuatik lainnya dalam suatu lingkungan yang dikendalikan dengan menggunakan teknologi modern dan bahan pakan buatan untuk memaksimalkan produksi. Budidaya intensif dapat dilakukan di dalam kolam atau sistem tangki tertutup, dengan penggunaan aerasi, sistem pemanas atau pendingin, dan sistem filtrasi untuk mempertahankan kualitas air yang baik.

## DAFTAR INDEX

<b>Daftar Index</b>	<b>Halaman</b>
SDGs	1,40,45
FAO	3,6,7,8,9,29,41,43,45,47,52,53,55,62,66,75,78,96,99
Akses pangan	6,7,8,45,46,51
Stabilitas pangan	6,8
Asam amino	12,13,14
Asam lemak	11,15,22,23,25,26,27,33,49,51
Mineral	28,45,51,81,99
Vitamin	3,5,7,8,11,20,28,42,45,51,59,64,99
Akuakultur	1,28,33,40,41,42,43,44,46,47,51,55,56,73,74,75, 76,77,78,79,81,83,84,86,88,94,95,100
Limbah	77,78,79,81,82,83,84,86,92,93
Logam berat	88,89,91,95
Nutrisi	92,93,99,100
Blue water	83,84
Green water	83,84
Blue economy	35
Green economy	



## **SINGKATAN YANG DIGUNAKAN DALAM TEKS**

FAO	=	Food and Agriculture Organizatio
IMTA	=	Integrated Multi-Trophic Aquaculture
SDGs	=	Sustainable Development Goals
COVID-19	=	Coronavirus Disease 2019
AA	=	Amino Acid
EAA	=	Essential Amino Acid
NEAA	=	Non-Essential Amino Acid
EPA	=	asam eicosapentaenoic
DHA	=	asam docosahexaenoic
PUFA	=	Polyunsaturated Fatty Acids
MUFA	=	Monounsaturated Fatty Acid
SFA	=	Saturated Fatty Acids

