



## Gambaran Umum Perikanan Tangkap vs Akuakultur

Didanai oleh Uni Eropa (EU). Akan tetapi, pandangan dan pendapat yang diungkapkan adalah milik penulis saja dan tidak necessarily mencerminkan pandangan Uni Eropa atau Badan Eksekutif Pendidikan dan Kebudayaan Eropa (EACEA). Uni Eropa dan EACEA tidak dapat bertanggung jawab atas pandangan dan pendapat tersebut.

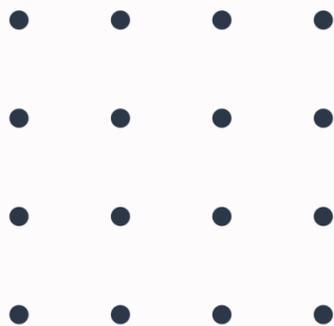
Project: 101129136 — SustainaBlue — ERASMUS-EDU-2023-CBHE



Co-funded by  
the European Union



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



# MITRA PROYEK

## Malaysia



## Indonesia



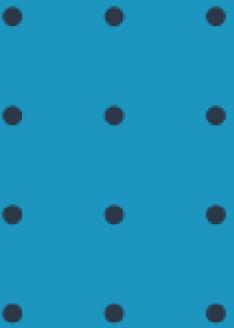
## Greece



## Cyprus



Didanai oleh Uni Eropa (EU). Akan tetapi, pandangan dan pendapat yang diungkapkan adalah milik penulis saja dan tidak necessarily mencerminkan pandangan Uni Eropa atau Badan Eksekutif Pendidikan dan Kebudayaan Eropa (EACEA). Uni Eropa dan EACEA tidak dapat bertanggung jawab atas pandangan dan pendapat tersebut.



# Outline

- 01 Definisi dan Konteks Historis
- 02 Ekonomi dan Dimensi Sosial
- 03 Inovasi Keberlanjutan
- 04 Studi Kasus



## a. Definisi Perikanan Tangkap

- Perikanan tangkap merupakan penangkapan ikan dan organisme akuatik bebas (contohnya, crustacea dan mollusca) dari ekosistem alami seperti laut, sungai, dan danau. Hal tersebut bergantung pada daya dukung lingkungan dan tidak melibatkan pembiakan atau pemberian pakan secara terkontrol [1].
- Sering disebut sebagai "**capture fisheries**", perikanan tangkap merupakan sistem produksi pangan besar terakhir yang masih berbasis pada perburuan dan pengumpulan, sama halnya dengan praktik manusia sebelum era pertanian.



## b. Definisi Akuakultur

- Akuakultur merupakan budidaya organisme akuatik, seperti ikan, kerang-kerangan, dan rumput laut di lingkungan yang terkendali, yaitu tambak, tangki, atau keramba laut. Praktik tersebut mencakup praktik seperti pembiakan selektif, pemberian pakan, dan pengelolaan habitat [1].
- Berbeda dengan perikanan tangkap, akuakultur meniru sistem pertanian dengan menekankan produktivitas dan konsistensi hasil.



## c. Sejarah Penangkapan Ikan Liar

- **Era prasejarah:** Manusia purba mengandalkan ikan liar sebagai sumber utama pakan protein yang didapatkan dengan menggunakan alat sederhana, seperti tombak dan jaring. Kemudian komunitas pesisir dan sungai mengembangkan teknik penangkapan ikan yang disesuaikan dengan ekosistem lokal.
- **Masa industrialisasi (Abad ke- 18-20):** Kemajuan teknologi, seperti kapal pukat bertenaga uap dan sonar memungkinkan eksploitasi sumber daya laut secara besar-besaran. Pada tahun 1970-an, praktik penangkapan berlebih (*overfishing*) menjadi meluas dan menyebabkan kepunahan pada perikanan *iconic* seperti ikan kod Atlantik.
- **Tantangan Modern:** Saat ini, sekitar 34% stok ikan secara global dieksploitasi secara berlebihan, sementara hasil tangkapan ikan liar mengalami stagnasi sejak tahun 1990-an dan tidak mampu memenuhi peningkatan permintaan. [2].



## d. Sejarah Akuakultur

### a. Asal-usul:

- **China (1000 SM):** Budidaya ikan mas di kolam mulai berkembang pada masa Dinasti Zhou dengan sistem polikultur, yaitu menggabungkan ikan dan tanaman yang kemudian disempurnakan pada masa Dinasti Tang.
- **Romawi (500 SM):** Budidaya tiram dan pembangunan “vivaria” pesisir atau kolam penampungan ikan didirikan untuk konsumsi kalangan elite.

### b. Eropa Abad Pertengahan hingga Masa Kebangkitannya Kembali:

Biara dan kalangan aristokrat memelihara kolam air tawar untuk ikan mas, sementara budidaya kerang hijau (*mussel farming*) dimulai pada abad ke-13.

### c. Inovasi Abad ke-19 hingga 20:

- Teknik pembiakan buatan untuk trout dan salmon mulai dikembangkan di Eropa yang dipicu oleh adanya pencemaran industri dan degradasi habitat.
- Pada tahun 1950-an, pakan pelet (*granulated feed*) merevolusi budidaya ikan dengan mengurangi ketergantungan pada limbah pertanian.
- Akuakultur laut mulai berkembang pada tahun 1970-an melalui pemanfaatan keramba jaring apung dan material sintetis, meskipun pada tahap awal masih menghadapi berbagai tantangan ekonomi.

### d. Kejayaan Abad ke-21:

Pada tahun 2013, produksi akuakultur melampaui perikanan tangkap dalam menyediakan pasokan pangan laut global dan kini menyumbang lebih dari 50% ikan yang dikonsumsi manusia. [3].



## e. Key Comparison



Dalam sejarah Yunani Kuno, kegiatan penangkapan ikan menggunakan pancing maupun tombak berkembang terutama di Laut Aegeanyang mengelilingi seluruh pesisir wilayah tersebut - lecomptoirgeneral.com

Aspect	Perikanan Tangkap Liar	Akuakultur
Ketergantungan Sumber Daya	Bergantung pada ekosistem alami dan terbatas akibat penangkapan berlebih ( <i>overfishing</i> )	Membutuhkan input pakan (misalnya tepung ikan, kedelai) serta energi
Dampak Lingkungan	Tangkapan sampingan ( <i>bycatch</i> ), kerusakan habitat, dan penurunan stok ikan	Kehilangan ekosistem mangrove (misalnya tambak udang), penggunaan antibiotik
Dinamika Ekonomi	Hasil tangkapan musiman; harga berfluktuasi	Produksi sepanjang tahun; stabilitas harga lebih tinggi
Keanekaragaman Spesies	Lebih dari 1.680 spesies laut ditangkap secara global	Didominasi oleh spesies bernilai tinggi (misalnya salmon, udang)
Peran Teknologi	Mengalami penurunan akibat eksploitasi berlebih	Inovasi pesat (misalnya sistem resirkulasi, <i>Integrated Multi-Trophic Aquaculture / IMTA</i> )

## Kerja Sama dan Konflik Modern

- a. **Persaingan Sumber Daya:** Akuakultur mengonsumsi sekitar 70% tepung ikan dan minyak ikan global, yang sebagian besar berasal dari ikan pelagis kecil hasil tangkapan liar seperti anchovy, sehingga menimbulkan ketegangan antar sektor [4].
- a. **Perubahan Pasar:** Ikan hasil budidaya kini mendominasi pasar premium (misalnya salmon segar), sedangkan hasil tangkapan liar semakin banyak diproses menjadi produk dengan nilai ekonomi lebih rendah [4].
- a. **Upaya Keberlanjutan:**
  - *Perikanan Tangkap:* Kawasan konservasi laut, sistem kuota (misalnya *Magnuson-Stevens Act* di Amerika Serikat).
  - *Akuakultur:* Sertifikasi (misalnya ASC), serta sistem polikultur multistrofik terintegrasi (*IMTA*) untuk mendaur ulang limbah.

### Kesimpulan

Perikanan tangkap liar dan akuakultur merepresentasikan dua tahap evolusi dalam hubungan manusia dengan sumber daya akuatik. Perikanan tangkap menghadapi ancaman serius akibat eksploitasi berlebih, sementara akuakultur muncul sebagai solusi penting—meski belum sempurna—dalam menjawab ketahanan pangan global. Keseimbangan peran ekologis dan ekonomis keduanya memerlukan inovasi dalam tata kelola, teknologi, dan kesadaran konsumen guna memastikan keberlanjutan sistem pangan laut.



## 2a. Aspek Ekonomi

Aspect	Perikanan Tangkap Liar	Akuakultur
<b>Lapangan Kerja</b>	Mempekerjakan sekitar 40 juta orang di seluruh dunia, sebagian besar dalam peran berskala kecil dan tradisional. Negara berkembang (misalnya Indonesia, Ghana) sangat bergantung pada mata pencaharian pesisir.	Mempekerjakan sekitar 20 juta orang, dengan pertumbuhan terkonsentrasi di Asia (misalnya Tiongkok, Vietnam). Pekerjaan mencakup tenaga kerja di tambak hingga peran berteknologi tinggi dalam produksi pakan dan genetika.
<b>Dinamika Pasar</b>	Harga tidak stabil akibat hasil musiman, penangkapan berlebih, serta praktik penangkapan ilegal, tidak dilaporkan, dan tidak diatur (IUU fishing). Ikan tangkapan liar sering memiliki harga premium (misalnya tuna sirip biru).	Menyediakan pasokan stabil sepanjang tahun. Spesies budidaya (misalnya salmon, udang) mendominasi perdagangan global, dengan harga dipengaruhi oleh biaya pakan dan wabah penyakit.
<b>Revenue &amp; GDP</b>	Menyumbang sekitar 362 miliar USD per tahun terhadap PDB global, namun penangkapan berlebih menurunkan keberlanjutan jangka panjang. Perikanan skala kecil menyumbang $\pm 50\%$ dari total tangkapan, tetapi hanya menerima kurang dari 1% subsidi.	Menyumbang sekitar 54% dari produksi makanan laut global (2020). Spesies bernilai tinggi (misalnya salmon) mendorong profitabilitas, namun ketergantungan pada pakan impor meningkatkan biaya produksi.
<b>Subsidies</b>	Subsidi yang merugikan (22 miliar USD/tahun) mendorong kapasitas berlebih. Hanya sekitar 10% yang mendukung keberlanjutan (misalnya penilaian stok ikan).	Subsidi umumnya digunakan untuk infrastruktur (misalnya tambak, sistem resirkulasi/RAS), tetapi jarang menangani dampak lingkungan eksternal seperti hilangnya ekosistem mangrove.

## 2b. Aspek Sosial

Aspek	Perikanan Tangkap Liar	Akuakultur
<b>Signifikansi Kultural</b>	Memiliki keterikatan kuat dengan komunitas adat dan pesisir (misalnya perburuan anjing laut oleh masyarakat Inuit, penangkapan pari di Lamalera, Indonesia).	Lebih sedikit berakar secara kultural, namun semakin penting bagi ketahanan ekonomi pedesaan (misalnya petani udang di Vietnam).
<b>Praktik Ketenagakerjaan</b>	Tinggi risiko eksploitasi: kerja paksa di armada laut jarak jauh, serta pekerja anak di perikanan skala kecil.	Terdapat kasus pelanggaran hak tenaga kerja pada sistem intensif (misalnya tambak udang di Thailand). Namun, terjadi peningkatan formalisasi pada sektor berbasis teknologi (misalnya budidaya salmon di Norwegia)
<b>Peran Gender</b>	Perempuan mendominasi peran pascapanen (pengolahan, pemasaran), tetapi menghadapi kesenjangan upah (misalnya upah 30% lebih rendah di Ghana).	Perempuan kurang terwakili pada peran teknis, namun berperan penting dalam akuakultur skala kecil (misalnya budidaya nila di Bangladesh).
<b>Ketahanan Pangan</b>	Ikan tangkapan liar menyediakan sumber protein penting bagi 3 miliar orang. Namun, penangkapan berlebih mengancam akses pangan lokal (misalnya di Afrika Barat).	Ikan budidaya menyumbang sekitar 50% pasokan makanan laut global, tetapi lebih diprioritaskan untuk pasar ekspor sehingga berisiko mengurangi ketahanan pangan domestik di negara produsen.
<b>Perpindahan Komunitas</b>	Armada industri menggusur nelayan skala kecil (misalnya kapal pukot di Indonesia)	Tambak udang berskala besar merusak ekosistem mangrove dan menggusur komunitas pesisir (misalnya di Ekuador,

## 2c. Tantangan Utama & Trade-off

### 1. Persaingan Sumber Daya

- **Akuakultur:** Mengonsumsi  $\pm 70\%$  tepung & minyak ikan global, yang sebagian besar berasal dari ikan tangkapan liar berukuran kecil (misalnya: anchovy), sehingga memicu ketegangan antar-sektor.
- **Perikanan Tangkap:** Menghadapi fenomena “*fishing down the food web*”, yaitu penangkapan spesies berukuran lebih kecil akibat stok ikan besar mengalami kolaps.

### 2. Keberlanjutan vs. Profitabilitas

- **Perikanan Tangkap:** Kawasan konservasi laut (*Marine Protected Areas/MPAs*) menjaga stok ikan, namun mengurangi hasil tangkapan jangka pendek.
- **Akuakultur:** Sertifikasi (misalnya ASC) meningkatkan praktik budidaya berkelanjutan, tetapi sering mengecualikan pembudidaya kecil karena biaya tinggi.

### 3. Tantangan Modern

- **Perikanan Tangkap:** Adopsi teknologi pemantauan yang lambat (misalnya AIS, eDNA) menghambat penegakan hukum terhadap praktik IUU Fishing.
- **Akuakultur:** Penerapan otomatisasi dan sistem resirkulasi (*Recirculating Aquaculture Systems/RAS*) meningkatkan efisiensi, tetapi membutuhkan modal besar yang sulit diakses oleh pembudidaya skala kecil.

### 4. Kerentanan terhadap Iklim

- **Perikanan Tangkap:** Pemanasan perairan menggeser distribusi stok ikan (misalnya makarel bergerak ke utara), yang berpotensi memicu konflik geopolitik.
- **Akuakultur:** Kenaikan suhu meningkatkan risiko penyakit, seperti yang terjadi pada tambak udang di Vietnam.

**a. Perikanan Tangkap Liar:**

- Mengalihkan subsidi untuk mendukung nelayan skala kecil dan pengelolaan bersama (misalnya *Territorial Use Rights for Fishing/TURFs* di Chili).
- Memperkuat sistem ketertelusuran untuk memberantas praktik IUU Fishing serta menjamin upah yang adil.

**b. Akuakultur:**

- Mendorong budidaya spesies tingkat trofik rendah (misalnya rumput laut, kerang) guna mengurangi ketergantungan pada pakan berbasis ikan.
- Berinvestasi pada akuakultur berbasis komunitas (misalnya sistem IMTA/Integrated Multi-Trophic Aquaculture) untuk menyeimbangkan keuntungan ekonomi dengan kebutuhan lokal.

**c. Sinergis Lintas-Sektor:**

- Memanfaatkan limbah ikan dari industri pengolahan sebagai bahan baku pakan akuakultur, sehingga mengurangi tekanan terhadap stok ikan liar.
- Menyelaraskan kebijakan dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya SDG 14, untuk menjamin pertumbuhan yang inklusif dan berkelanjutan.

## Kesimpulan

Perikanan tangkap dan akuakultur memiliki keterkaitan ekonomi serta sosial yang saling bergantung, namun kerap menimbulkan pertentangan. Perikanan tangkap mempertahankan warisan budaya serta sistem pangan lokal, sedangkan akuakultur menawarkan produksi protein yang dapat diskalakan. Menjembatani kesenjangan keduanya memerlukan kebijakan yang mengutamakan **keadilan** (misalnya praktik ketenagakerjaan yang layak), **inovasi** (misalnya pakan tahan iklim), dan **tata kelola** (misalnya pengelolaan stok lintas batas). Keseimbangan dimensi tersebut menjadi kunci dalam mewujudkan ketahanan pangan dan ketangguhan ekologi di tengah perubahan global yang cepat.

### 3. Inovasi Keberlanjutan

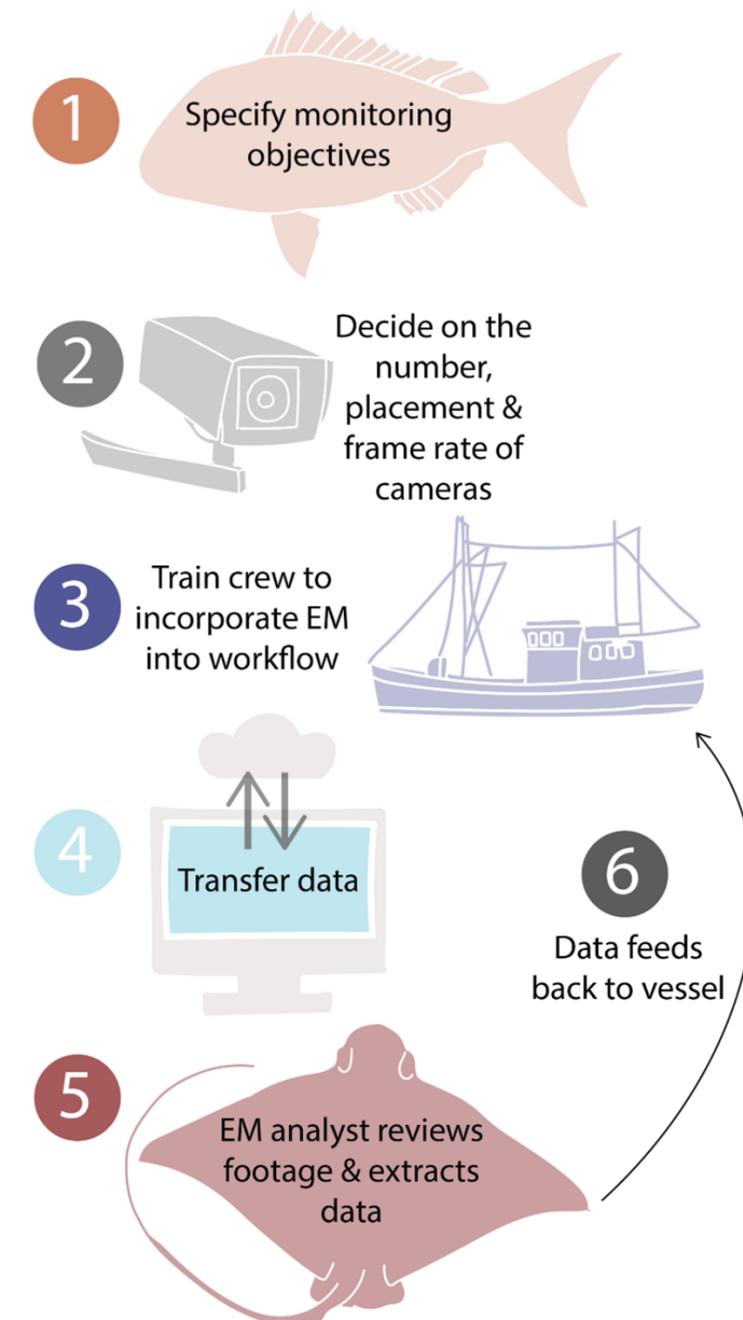
Upaya untuk mencapai produksi pangan laut yang berkelanjutan telah mendorong lahirnya berbagai inovasi signifikan baik dalam perikanan tangkap maupun akuakultur.

#### Inovasi Utama

- **Perikanan Tangkap:** Inovasi menuju keberlanjutan
- **Akuakultur:** Terobosan dalam praktik berkelanjutan
- **Model Hibrida yang Sedang Berkembang**

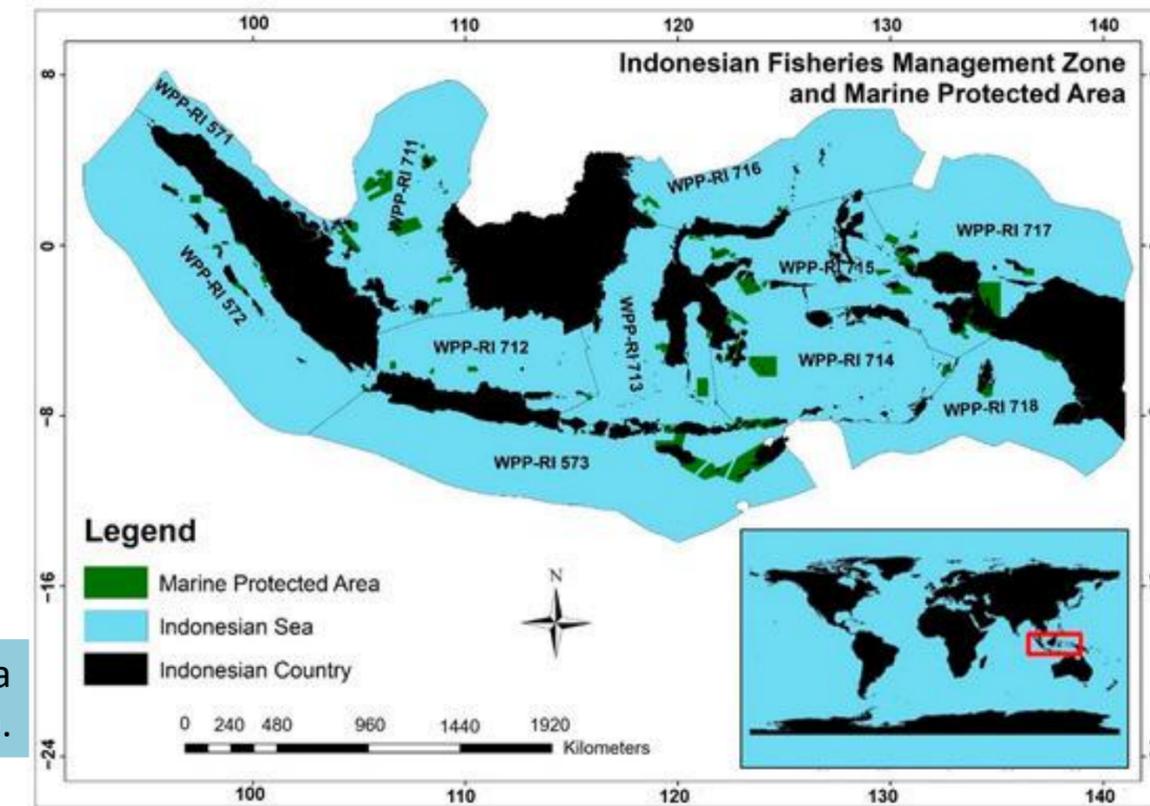


#### How to set up electronic monitoring for fisheries



## a. Perikanan Tangkap Liar: Inovasi Menuju Keberlanjutan

Peta yang merepresentasikan Wilayah Pengelolaan Perikanan Indonesia (WPP) dan Kawasan Konservasi Laut (KKL) – Fauzi et al. (2023).



### 1. Sistem Pengelolaan Berbasis Sains

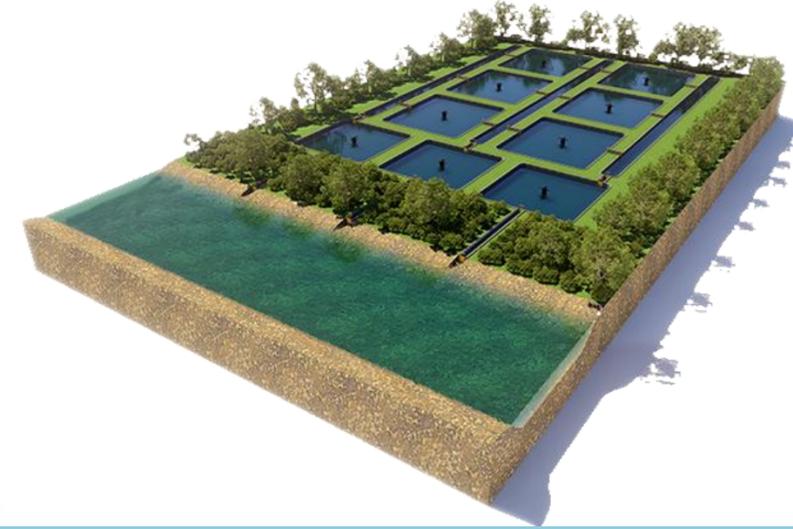
- **Kuota Adaptif:** Perikanan di Amerika Serikat dikelola melalui *Magnuson-Stevens Act* yang menetapkan batas tangkapan berbasis sains untuk mencegah penangkapan berlebih serta memulihkan stok ikan yang menurun. Saat ini lebih dari 90% stok ikan yang dimonitor di AS tidak lagi mengalami penangkapan berlebih.
- **Pemantauan Real-Time:** Teknologi seperti pemantauan elektronik (misalnya kamera pada kapal) dan pelacakan kapal berbasis satelit (AIS) digunakan untuk memberantas praktik IUU Fishing, sekaligus meningkatkan kepatuhan serta akurasi data [5].

### 2. Pendekatan Berbasis Ekosistem

- **Kawasan Konservasi Laut (MPAs):** Perluasan MPAs berperan dalam melindungi habitat penting dan memulihkan keanekaragaman hayati. Contohnya, reformasi perikanan di Australia berhasil mengurangi kejutan produksi dengan menyelaraskan kebijakan terhadap kesehatan ekosistem.
- **Pengurangan Tangkapan Sampingan:** Inovasi seperti *turtle excluder devices* (TEDs) dan alat tangkap selektif mampu meminimalkan tangkapan tak sengaja, melindungi spesies terancam punah, serta meningkatkan efisiensi perikanan [5].

### 3. Pengelolaan Bersama Berbasis Komunitas

- **Hak Pemanfaatan Wilayah Perikanan (TURFs):** Program di Chili dan Meksiko memberdayakan nelayan lokal dalam mengelola sumber daya, sehingga mengurangi eksploitasi berlebihan serta mendorong munculnya rasa tanggung jawab dalam pengelolaan perikanan. [6].



## b. Akuakultur: Kemajuan Menuju Keberlanjutan

Konsep VENAMBAK Silvofishery+: mengintegrasikan ekosistem mangrove dengan sistem budidaya tradisional dilengkapi sistem aerasi VENJET berbasis kendali jarak jauh, dan alat pemberi pakan otomatis.

### 1. Alternatif Pakan dan Efisiensi

- **Pakan Berbasis Serangga dan Alga:** Larva *black soldier fly* dan mikroalga mampu mengurangi ketergantungan pada tepung ikan hasil tangkapan liar, sekaligus menjawab rasio *fish-in:fish-out* (FI:FO) yang tinggi pada spesies karnivora (misalnya 1,78 berdasarkan studi terbaru).
- **Sistem Sirkular:** *Integrated Multi-Trophic Aquaculture* (IMTA) memadukan ikan dengan organisme penyaring (misalnya kerang-kerangan) serta rumput laut untuk mendaur ulang limbah, menurunkan pencemaran nutrisi, dan meningkatkan efisiensi sumber daya. [6].

### 1. Kemajuan Teknologi

- **Recirculating Aquaculture Systems (RAS):** Sistem tertutup ini mampu mengurangi penggunaan air hingga 95% dan mencegah keluarnya organisme budidaya ke lingkungan, sehingga menekan risiko ekologis. Di Norwegia, sistem “lampu lalu lintas” diterapkan untuk mengatur ekspansi budidaya salmon berdasarkan kapasitas ekosistem.
- **Perbaikan Genetik:** Pemuliaan selektif meningkatkan ketahanan terhadap penyakit dan laju pertumbuhan pada spesies seperti udang dan salmon, sehingga mengurangi penggunaan antibiotik dan meningkatkan produktivitas. [6].

### 1. Restorasi Ekosistem

- **Terumbu Kerang:** Budidaya tiram dan remis berperan dalam memperbaiki kualitas air melalui penyaringan polutan sekaligus menyediakan habitat, selaras dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs) PBB.
- **Budidaya Udang Berbasis Mangrove:** Praktik di Ekuador dan Indonesia mengintegrasikan konservasi mangrove dengan kegiatan akuakultur, menjaga kelestarian ekosistem pesisir tanpa mengorbankan produktivitas [6].

## c. Aspek Perbandingan: Perikanan Tangkap Liar dan Akuakultur

Aspek	Perikanan Tangkap Liar	Akuakultur
<b>Ketergantungan Sumber Daya</b>	Terbatas oleh laju pemulihan stok alami.	Bergantung pada ikan liar sebagai pakan (misalnya, 10–20 kg pakan untuk menghasilkan 1 kg tuna).
<b>Ketahanan Terhadap Iklim</b>	Rentan terhadap pergeseran stok (contoh: ikan makarel yang bergerak ke arah kutub).	Sistem RAS (Recirculating Aquaculture System) dan IMTA (Integrated Multi-Trophic Aquaculture) dapat meredam fluktuasi suhu.
<b>Keadaan Sosial</b>	Nelayan skala kecil sering terpinggirkan oleh armada industri.	Berpotensi terjadi eksploitasi tenaga kerja di wilayah dengan regulasi rendah.



## d. Pengembangan Model Hibrida Pada Sistem Perikanan

- **Perikanan yang Didukung Pembenihan:** Stok salmon Pasifik di Alaska diperkuat melalui pelepasan juvenil hasil pembenihan, yang memadukan metode tangkap liar dan budidaya untuk meningkatkan hasil panen.
- **Perangkap Lobster dengan Umpan:** Di wilayah New England, perangkap lobster menggunakan umpan dalam jumlah setara dengan dua kali volume tangkapan, sehingga memperlihatkan batas yang kabur antara produksi liar dan budidaya.



Industri lobster yang sedang berkembang di Lombok, Indonesia, didukung oleh penelitian berkelanjutan dengan pemeliharaan juvenil lobster pasir di dalam sistem keramba atau tangki yang direplikasi - [globalseafood.org](http://globalseafood.org)

[norwegianseafoodcouncil.com](http://norwegianseafoodcouncil.com)



## Strategi di Masa Depan

**a. Harmonisasi Kebijakan:**

- Memperkuat perjanjian internasional (misalnya, reformasi subsidi WTO) untuk menekan praktik penangkapan ikan berlebih serta mendorong pelaporan pakan akuakultur yang transparan.

**b. Permintaan yang Didorong Oleh Konsumen4:**

- Penerapan ecolabel (misalnya, ASC, MSC) dan sistem keterlacakan berbasis *blockchain* dapat menjadi insentif bagi praktik berkelanjutan di kedua sektor.

**c. Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim:**

- Melakukan investasi pada model prediktif untuk mengantisipasi pergeseran stok ikan serta mengembangkan spesies akuakultur yang tahan terhadap peningkatan suhu.

### Kesimpulan

Perikanan tangkap liar dan akuakultur masing-masing menawarkan inovasi keberlanjutan yang khas, mulai dari pemantauan berbasis teknologi pada perikanan hingga sistem sirkulasi tertutup pada akuakultur. Namun demikian, tantangan seperti ketergantungan pada pakan serta kesenjangan keadilan sosial masih tetap ada. Model hibrida dan kerja sama internasional, sebagaimana dianjurkan oleh Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) PBB, memberikan peta jalan untuk mengintegrasikan keunggulan dari kedua sektor. Dengan memprioritaskan ilmu pengetahuan, keadilan, dan kesehatan ekosistem, industri pangan laut global dapat mencapai keseimbangan antara produktivitas dan tanggung jawab terhadap kelestarian bumi.



## 4a. Studi Kasus: Akuakultur

01

Akuakultur Multi-Trofik Terintegrasi (IMTA) di Kanada

02

Silvofisheries Udang-Mangrove di Indonesia

03

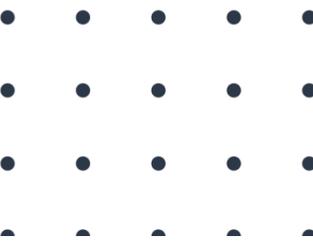
Budidaya Salmon Berbasis Darat (RAS) di Denmark

04

Akuakultur Bivalvia di Amerika Serikat (Puget Sound)

05

Budidaya Ikan Barramundi di Vietnam



## a. Akuakultur Multi-Trofik Terintegrasi (IMTA) di Kanada

- a. Lokasi:** Teluk Fundy, New Brunswick
- b. Praktik:** Mengombinasikan budidaya salmon Atlantik, kerang biru, dan rumput laut *sugar kelp*. Limbah dari salmon menjadi sumber nutrisi bagi kerang sebagai filter feeder dan rumput laut yang menyerap kelebihan nitrogen serta CO<sub>2</sub>.
- c. Hasil:**
- Mengurangi pencemaran nutrisi hingga 50% dibandingkan sistem monokultur.
  - Biomassa rumput laut mampu menyerap sekitar 20 ton CO<sub>2</sub> per hektar setiap tahun.
  - Tersertifikasi oleh *Aquaculture Stewardship Council (ASC)*.

**a. Pelajaran Utama:**

Meniru fungsi ekosistem alami dapat meminimalkan limbah sekaligus mendiversifikasi sumber pendapatan.



## b. Budidaya Salmon Darat (RAS) di Denmark

**a. Lokasi:** *Danish Salmon A/S*

**b. Praktik:**

Menggunakan *Recirculating Aquaculture Systems (RAS)* untuk membudidayakan salmon dalam fasilitas tertutup berbasis darat. Air difiltrasi dan digunakan kembali, sehingga menghilangkan risiko kutu laut (*sea lice*) serta kebocoran ikan ke lingkungan.

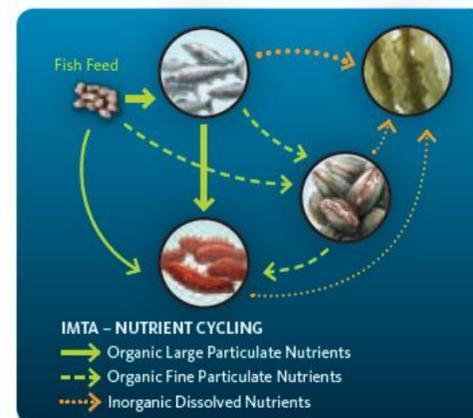
**c. Hasil:**

- Mengurangi penggunaan air hingga 99% dibandingkan keramba jaring apung di laut terbuka.
- Mencapai rasio konversi pakan (FCR) 1,1:1 dengan pakan berbasis tumbuhan.
- Memasok salmon netral karbon ke pasar Uni Eropa.

**d. Pelajaran Utama:**

Pemanfaatan teknologi memisahkan akuakultur dari ekosistem pesisir, sehingga mampu menurunkan risiko lingkungan secara signifikan.

**e. Visit:** <https://www.youtube.com/watch?v=JliPH73YsF4>



## c. Akuakultur Bivalvia di Amerika Serikat (Puget Sound)

**a. Proyek:** *Taylor Shellfish Farms*

**b. Praktik:**

Membudidayakan tiram, kerang, dan remis menggunakan metode *suspended longlines* (tali panjang terapung) serta penaburan benih di pantai (*beach seeding*).

**c. Hasil:**

- Menyaring hingga 50 juta liter air per hari sehingga mampu mengurangi ledakan alga (*algal bloom*).
- Memulihkan populasi tiram asli (*Olympia oyster*).
- Tersertifikasi oleh *Best Aquaculture Practices* (BAP).

**a. Pelajaran Utama:**

Spesies penyaring (*filter-feeding species*) berkontribusi meningkatkan kualitas air tanpa memerlukan input pakan tambahan.



Co-funded by  
the European Union

## d. Budidaya Ikan Barramundi di Vietnam

**a. Perusahaan:** *Australis Aquaculture*

**b. Praktik:**

Membudidayakan ikan barramundi dalam keramba lepas pantai dengan menggunakan pakan berbasis tumbuhan, seperti kedelai dan alga.

**c. Hasil:**

- Mencapai rasio konversi pakan (FCR) sebesar 1,5:1, lebih baik dibandingkan salmon (1,2:1) dan udang (1,8:1).
- Memasok 10% kebutuhan pasar barramundi di Amerika Serikat.
- Bermitra dengan WWF untuk mengurangi tangkapan sampingan (*bycatch*) dalam sumber bahan baku pakan.

**a. Pelajaran Utama:**

Pemilihan spesies omnivora dengan tingkat trofik rendah dapat mengurangi ketergantungan pada ikan liar sebagai bahan pakan.



seafood.media



thefishsite.com

## e. Silvofisheries Udang–Mangrove di Indonesia

a. **Lokasi:** Jawa Timur dan Sumatra [7][8]

b. **Praktik:**

Tambak udang diintegrasikan dengan hutan mangrove, di mana pohon berperan sebagai penyaring air, pencegah erosi, serta penyedia habitat bagi ikan juvenil.

c. **Hasil:**

- Tutupan mangrove meningkat hingga 30% di wilayah partisipan.
- Produksi udang naik sebesar 15–20% akibat perbaikan kualitas air.
- Mendukung lebih dari 10.000 petambak kecil melalui *Sustainable Shrimp Partnership*.

a. **Pelajaran Utama:**

Integrasi akuakultur dengan restorasi habitat mampu meningkatkan ketahanan ekosistem sekaligus kesejahteraan masyarakat.



## The effectiveness of silvofishery system in water treatment in intensive whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) ponds, Probolinggo District, East Java, Indonesia

MUHAMMAD MUSA<sup>1,2,\*</sup>, EVELLIN DEWI LUSIANA<sup>1,2</sup>, NANIK RETNO BUWONO<sup>1,2</sup>, SULASTRI ARSAD<sup>1,2</sup>, MOHAMMAD MAHMUDI<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Aquatic Resource Management, Faculty of Fisheries and Marine Science, Universitas Brawijaya. Jl. Veteran, Malang 65145, East Java, Indonesia. Tel./fax.: +62-341-553512, \*email: musa\_fpi@ub.ac.id

<sup>2</sup>AquaRES Research Group, Faculty of Fisheries and Marine Science, Universitas Brawijaya. Jl. Veteran, Malang 65145, East Java, Indonesia

Manuscript received: 13 July 2020. Revision accepted: 21 September 2020.

## Mangrove species diversity and carbon stock in silvofishery ponds in Deli Serdang District, North Sumatra, Indonesia

MEILINDA SURIANI HAREFA<sup>1,2,\*</sup>, ZULKIFLI NASUTION<sup>3</sup>, MISWAR BUDI MULYA<sup>4</sup>, AZHAR MAKSUM<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Doctoral Program in Natural Resources and Environment Management, Graduate School, Universitas Sumatera Utara. Jl. Sivitak Akademika No. 9, Medan 20222, North Sumatra, Indonesia. Tel./fax.: +62-61-8226737 \*email: meilindasuriani@unimed.ac.id

<sup>2</sup>Department of Geography, Faculty of Social Sciences, Universitas Negeri Medan. Jl. Willem Iskandar/ Pasar V. Medan, North Sumatra, Indonesia

<sup>3</sup>Department of Agroecotechnology, Universitas Sumatera Utara. Jl. Dr. T. Mansur No. 9, Medan, 20155, North Sumatra, Indonesia.

<sup>4</sup>Department of Biology, Universitas Sumatera Utara, Medan. Jl. Dr. T. Mansur No. 9, Medan, 20155, North Sumatra, Indonesia.

<sup>5</sup>Faculty of Economics and Business, Universitas Sumatera Utara, Medan. Jl. Dr. T. Mansur No. 9, Medan, 20155, North Sumatra, Indonesia.

Manuscript received: 16 November 2021. Revision accepted: 13 January 2022

Heliyon 11 (2025) e42043



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Heliyon

journal homepage: [www.cell.com/heliyon](https://www.cell.com/heliyon)



Research article

## Innovative silvofishery model in restored mangrove forests: A 10-year assessment

Suyono<sup>a,\*</sup>, Alin Fithor<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Aquaculture Department, Faculty of Fisheries and Marine Science, Pancasakti University, Tegal, 52121, Indonesia

<sup>b</sup> Coastal Resources Management, National Research and Innovation Agency-BRIN, Yogyakarta, 55284, Indonesia



## 4b. Studi Kasus: Perikanan Tangkap

01

Perikanan Salmon Alaska (USA)

02

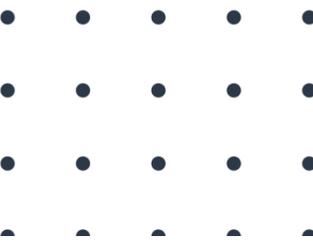
Perikanan Cod Islandia (Iceland)

03

Perikanan TURFs (Chile)

04

Perikanan Gurita Madagaskar (Madagascar)



## a. Perikanan Salmon Alaska (USA)

**a. Lokasi:** Alaska, Amerika Serikat

**b. Praktik:**

- Penetapan kuota berbasis sains yang ditentukan melalui asesmen stok tahunan.
- Perlindungan habitat, termasuk area pemijahan.
- Penutupan musim penangkapan selama periode pemijahan.

**a. Hasil:**

- Populasi salmon tetap lestari selama lebih dari 70 tahun.
- Memperoleh sertifikasi *Marine Stewardship Council* (MSC) sejak tahun 2000, yang menjamin akses pasar internasional.
- Menyumbang sekitar \$1,5 miliar AS per tahun bagi perekonomian Alaska.

**a. Pelajaran Utama:**

Pengelolaan berbasis sains yang disertai kolaborasi pemangku kepentingan (nelayan, ilmuwan, dan pembuat kebijakan) terbukti menjaga ketahanan ekologi sekaligus stabilitas ekonomi.

## b. Perikanan Cod Islandia (Iceland)

**a. Lokasi:** Islandia

**b. Praktik:**

- Penerapan *Individual Transferable Quotas* (ITQs) sejak tahun 1984 untuk membatasi total tangkapan.
- Penutupan musim penangkapan dan pembatasan alat tangkap guna melindungi ikan juvenil.

**a. Hasil:**

- Stok ikan kod pulih dari kondisi kolaps pada tahun 1990-an hingga mencapai tingkat keberlanjutan pada tahun 2013.
- Ekspor menghasilkan sekitar 2 miliar dolar AS setiap tahun, serta menopang 10% tenaga kerja Islandia.

**a. Pelajaran Utama:**

Sistem kuota menyelaraskan insentif ekonomi dengan upaya konservasi, sehingga dapat mencegah eksploitasi berlebih.



## c. Perikanan TURFs di Chili

**a. Lokasi:** Pesisir Chili

**b. Praktik:**

- *Territorial Use Rights for Fisheries* (TURFs): komunitas lokal mengelola zona pesisir yang telah ditetapkan.
- Penetapan batas panen dan kawasan larangan tangkap yang diawasi secara lokal.

**a. Hasil:**

- Biomassa ikan meningkat hingga 150% di area yang dikelola.
- Lebih dari 30.000 nelayan memperoleh pendapatan stabil melalui sistem pengelolaan bersama (*co-management*).

**a. Pelajaran Utama:**

Hak akses yang terjamin serta pengelolaan berbasis komunitas lokal mampu meningkatkan keberlanjutan dan keadilan dalam pemanfaatan sumber daya perikanan.



Co-funded by  
the European Union

## b. Perikanan Gurita Madagaskar (Madagascar)

**a. Lokasi:** Madagaskar bagian barat daya

**b. Praktik:**

- Penutupan sementara (selama 2–3 bulan) yang dipimpin oleh komunitas pesisir.
- Penetapan ukuran minimum tangkapan untuk melindungi individu juvenil.

**a. Hasil:**

- Hasil tangkapan gurita meningkat dua kali lipat setelah periode penutupan, dengan ukuran individu yang lebih besar.
- Pendapatan lebih dari 10.000 nelayan naik sebesar 30%.

**a. Pelajaran Utama:**

Penutupan sementara yang dipimpin komunitas lokal mampu menyeimbangkan kebutuhan ekologi dan sosial.

b. Visit: <https://www.youtube.com/watch?v=tYtez9pVcpw>



## PERIKANAN TANGKAP LIAR BERKELANJUTAN

- a. Pengelolaan Berbasis Sains:** Penetapan kuota dan pemantauan yang didasarkan pada data ilmiah.
- b. Kolaborasi Pemangku Kepentingan:** Kerja sama antara nelayan, pemerintah, dan LSM.
- c. Insentif Pasar:** Sertifikasi (misalnya MSC) dan harga premium untuk produk berkelanjutan.
- d. Inovasi Kebijakan:** Penerapan kuota, penutupan wilayah tangkap (*spatial closures*), serta model pengelolaan bersama (*co-management*).

## AKUAKULTUR BERKELANJUTAN

- a. Teknologi:** Sistem RAS, pemantauan berbasis AI, dan sistem bioflok untuk mengurangi jejak lingkungan.
- b. Sertifikasi:** Label ASC, BAP, dan *Fair Trade* sebagai jaminan akuntabilitas.
- c. Keterlibatan Komunitas:** Model pengelolaan bersama yang memprioritaskan kebutuhan lokal.
- d. Sirkularitas:** Pemanfaatan kembali limbah, misalnya rumput laut untuk biofuel dan limbah ikan untuk pupuk.

FAKTOR UMUM KEBERHASILAN



# Referensi

01

FAO.2011. *FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries 5: Aquaculture Development*. FAO of The UN, Rome.

02

Jiang S. 2010. Aquaculture, capture fisheries, and wild fish stocks. *Resource and Energy Economics* 31(1): 65–77.

03

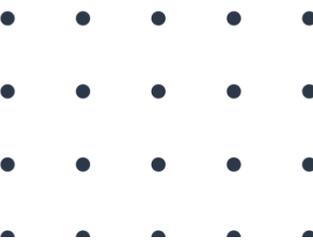
Alimentarium. The history of aquaculture. Available online at <https://www.alimentarium.org/en/fact-sheet/history-aquaculture>

04

Villasante S, Rodríguez-González D, Antelo M, Rivero-Rodríguez S, Lebrancón-Nieto J. 2013. Why are prices in wild catch and aquaculture industries so different? *Ambio* 42(8): 937–950.

05

Doubleday ZA, Willoughby J, Martino JC, Cottrell RS, Gephart JA. 2024. Improved fisheries management and aquaculture growth align with fewer shocks to Australian seafood production. *Cell Reports Sustainability* 1(7): 100131.



# Referensi

06

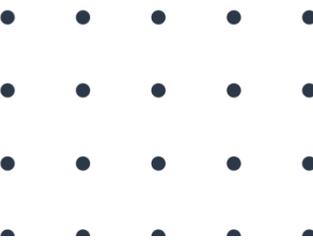
Garlock TM, et al. 2024. Environmental, economic, and social sustainability in aquaculture: the aquaculture performance indicators. *Nature Communications* 15:5274.

07

Harefa MS, Nasution Z, Mulya MB, Maksum A. 2022. Mangrove species diversity and carbon stock in silvofishery ponds in Deli Serdang District, North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas* 22(2): 655–662.

08

Suyono, Fithor A. 2025. Innovative silvofishery model in restored mangrove forest: A 10-year assessment. *Heliyon* 11: e42043.





**SustainaBlue**  
HEIs stands for Higher Education Institutions

# THANK YOU

Farid K Muzaki / ITS



+6281217762277



faridmuzaki@gmail.com

rm\_faridkm@bio.its.ac.id



Co-funded by  
the European Union

