



Gambaran Keseluruhan Perikanan Tangkapan Liar Iwn. Akuakultur

Dibiayai oleh Kesatuan Eropah (EU). Walau bagaimanapun, pandangan dan pendapat yang dinyatakan adalah pandangan pengarang sahaja dan tidak semestinya mencerminkan pandangan Kesatuan Eropah atau Agensi Eksekutif Pendidikan dan Kebudayaan Eropah (EACEA). Kesatuan Eropah mahupun EACEA tidak boleh bertanggungjawab ke atas mereka.

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



Co-funded by
the European Union



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

RAKAN PROJEK

Malaysia



Indonesia



Greece

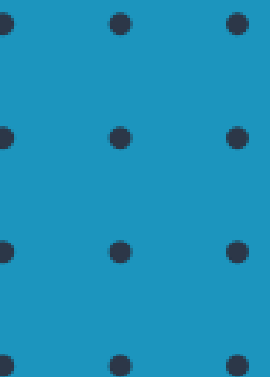


Cyprus



Dibiayai oleh Kesatuan Eropah. Walau bagaimanapun, pandangan dan pendapat yang dinyatakan adalah pandangan pengarang sahaja dan tidak semestinya mencerminkan pandangan Kesatuan Eropah atau Agensi Eksekutif Pendidikan dan Kebudayaan Eropah (EACEA). Kesatuan Eropah mahupun EACEA tidak boleh bertanggungjawab ke atas mereka.

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



Isi Kandungan

- 01 Definisi dan Konteks Sejarah
- 02 Dimensi Ekonomi dan Sosial
- 03 Inovasi Kelestarian
- 04 Kajian Kes



eit.europa.eu



a . Definisi Perikanan Tangkap Liar

- Penuaian ikan bebas dan organisma akuatik (cth., krustasea, moluska) daripada ekosistem semula jadi seperti lautan, sungai, dan tasik. Ia bergantung pada pembawaan kapasiti persekitaran dan tidak melibatkan pembiakan terkawal atau memberi makan [1].
- Selalunya dipanggil "**perikanan tangkapan**," ia adalah sistem pengeluaran makanan utama terakhir berdasarkan pemburuan dan pengumpulan, serupa dengan amalan manusia pra-pertanian.



b . Definisi Akuakultur

- Penternakan organisma akuatik (ikan, kerang, rumpai laut) dalam persekitaran terkawal, seperti kolam, tangki atau kandang laut. Ini termasuk amalan seperti pembiakan terpilih, pemakanan dan pengurusan habitat [1].
- Tidak seperti perikanan tangkapan, akuakultur meniru sistem pertanian, menekankan produktiviti dan konsistensi dalam pengeluaran.



c . Sejarah Perikanan Tangkap Liar

- **Era Prasejarah:** Manusia awal bergantung pada ikan liar sebagai sumber protein utama, menggunakan alat asas seperti lembing dan pukat. Komuniti pantai dan sungai membangunkan teknik memancing yang disesuaikan dengan ekosistem tempatan.
- **Perindustrian (Abad ke-18-20):** Kemajuan teknologi (cth., pukat tunda berkuasa wap, sonar) membolehkan eksploitasi sumber marin secara besar-besaran. Menjelang 1970-an, penangkapan ikan yang berlebihan menjadi berleluasa, menyebabkan keruntuhan dalam perikanan ikonik seperti ikan kod Atlantik.
- **Cabaran Moden:** Hari ini, ~34% stok ikan global dieksploitasi secara berlebihan, dan tangkapan liar telah meningkat sejak 1990-an, tidak dapat memenuhi permintaan yang meningkat [2].



d . Sejarah Akuakultur

a. Asal-usul Purba :

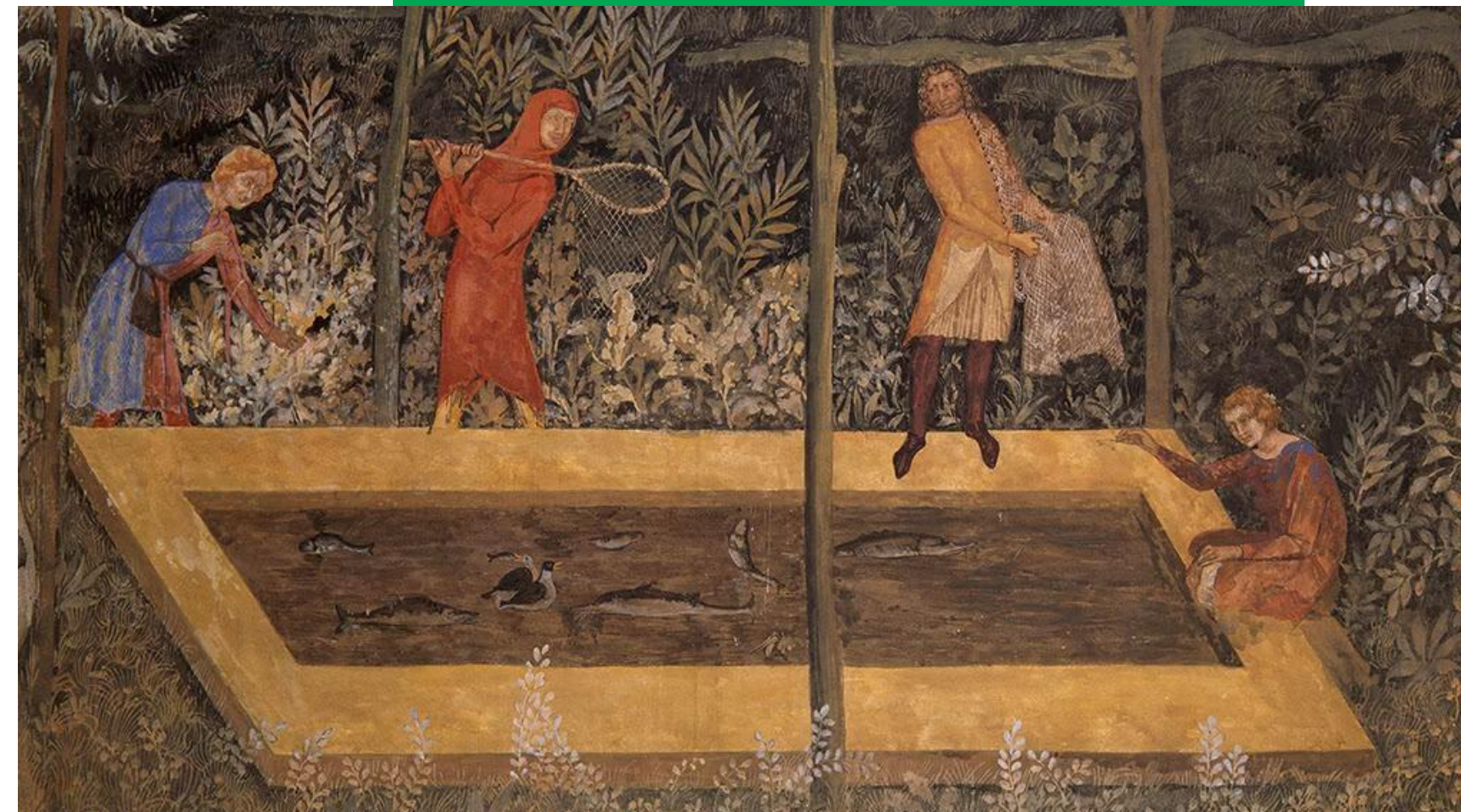
- China (1000 SM): Penternakan ikan mas dalam kolam muncul semasa dinasti Zhou, dengan sistem polikultur (menggabungkan ikan, ternakan, dan tanaman) yang dibangunkan oleh dinasti Tang.
- Rom (500 SM): Ladang tiram dan "vivaria" pantai (kolam penampung ikan) ditubuhkan untuk kegunaan elit.

b. Zaman Pertengahan hingga Renaissance Eropah: Biara dan bangsawan mengekalkan kolam air tawar untuk ikan mas, manakala penternakan kerang bermula pada abad ke-13.

c. Inovasi Abad ke-19-20 :

- Teknik pembiakan buatan untuk trout dan salmon muncul di Eropah, didorong oleh pencemaran industri dan kehilangan habitat.
- Tahun 1950-an menyaksikan makanan berbutir merevolusikan penternakan ikan, mengurangkan pergantungan pada produk sampingan pertanian.
- Akuakultur marin berkembang pada tahun 1970-an dengan sangkar terapung dan bahan sintetik, walaupun usaha awal menghadapi cabaran ekonomi.

d. Penguasaan Abad Ke-21: Akuakultur mengatasi perikanan liar dalam pengeluaran makanan laut global menjelang 2013, kini membekalkan lebih 50% ikan yang dimakan manusia [3].



e . Perbandingan Utama



Dalam sejarah kuno Yunani, memancing dengan tali atau tempuling, telah berkembang terutamanya di Laut Aegean yang membasahi semua pantai negara - lecomptoirgeneral.com

Aspek	Perikanan Tangkap Liar	Akuakultur
Kebergantungan Sumber	Bergantung kepada ekosistem semula jadi; terhad oleh penangkapan ikan yang berlebihan	Memerlukan input suapan (cth., tepung ikan, soya) dan tenaga
Kesan Alam Sekitar	Tangkapan sampingan, kemusnahan habitat, dan kehabisan stok	Kehilangan bakau (cth., ladang udang), penggunaan antibiotik
Dinamik Ekonomi	Hasil bermusim; harga yang tidak menentu	Pengeluaran sepanjang tahun; kestabilan harga yang lebih tinggi
Kepelbagaian Spesies	1,680+ spesies marin dituai di seluruh dunia	Didominasi oleh spesies bernilai tinggi (cth., salmon, udang)
Peranan Teknologi	Ditolak kerana eksploitasi berlebihan	Inovasi pantas (cth., sistem peredaran semula, IMTA)



Sinergi dan Konflik Moden

- a. **Persaingan Sumber:** Akuakultur menggunakan 70% tepung ikan/minyak global, selalunya diperoleh daripada ikan ternakan liar seperti ikan bilis, mewujudkan ketegangan antara sektor [4].
- b. **Anjakan Pasaran:** Ikan ternakan kini menguasai pasaran premium (cth., salmon segar), manakala tangkapan liar semakin meningkat diproses untuk produk bernilai rendah [4].
- c. **Usaha Kelestarian :**
 - Perikanan liar: Kawasan perlindungan marin, sistem kuota (cth., Akta Magnuson–Stevens di A.S.).
 - Akuakultur: Pensijilan (cth., ASC), sistem multi-trofik bersepadu (IMTA) untuk mengitar semula sisa.

KESIMPULAN

Perikanan tangkapan liar dan akuakultur mewakili dua peringkat evolusi dalam hubungan manusia dengan sumber akuatik. Walaupun perikanan liar menghadapi ancaman wujud daripada eksploitasi berlebihan, akuakultur telah muncul sebagai penyelesaian kritikal—walaupun tidak sempurna—untuk keselamatan makanan global.

Mengimbangi peranan ekologi dan ekonomi mereka akan memerlukan inovasi dalam tadbir urus, teknologi dan kesedaran pengguna untuk memastikan sistem makanan laut yang lestari.



2 a . Dimensi Ekonomi

Aspek	Wild Capture Fisheries	Akuakultur
Pekerjaan	Menggajikan ~40 juta orang di seluruh dunia, kebanyakannya dalam skala kecil, peranan artisanal. Negara membangun (cth., Indonesia, Ghana) sangat bergantung pada mata pencarian pantai.	Menggajikan ~20 juta orang, dengan pertumbuhan tertumpu di Asia (cth., China, Vietnam). Pekerjaan terdiri daripada buruh ladang kepada peranan berteknologi tinggi dalam pengeluaran makanan dan genetik.
Pasaran Dinamik	Harga tidak menentu disebabkan hasil bermusim, penangkapan ikan berlebihan dan penangkapan ikan IUU. Ikan yang ditangkap liar selalunya mendapat harga premium (cth., tuna sirip biru).	Bekalan yang stabil sepanjang tahun. Spesies ternakan (cth., salmon, udang) mendominasi perdagangan global, dengan harga dipengaruhi oleh kos makanan dan wabak penyakit.
Hasil dan KDNK	Menyumbang \$362 bilion setiap tahun kepada KDNK global, tetapi penangkapan ikan berlebihan mengurangkan daya maju jangka panjang. Perikanan berskala kecil menyumbang ~50% tangkapan tetapi menerima <1% subsidi.	Mengambil kira ~54% daripada pengeluaran makanan laut global (2020). Spesies bernilai tinggi (cth., salmon) memacu keuntungan, tetapi pergantungan pada makanan yang diimport meningkatkan kos.
Subsidi	Subsidi yang memudaratkan (\$22 bilion/tahun) memberi insentif kepada lebih kapasiti. Hanya 10% menyokong kemampanan (cth., penilaian saham).	Subsidi sering membiayai infrastruktur (cth., kolam, sistem RAS) tetapi jarang menangani luaran alam sekitar seperti kehilangan bakau.



2 b .Dimensi Sosial

Aspek	Perikanan Tangkap Liar	Akuakultur
Kepentingan Budaya	Hubungan yang mendalam dengan masyarakat Orang Asli dan pesisir pantai (cth., pemburuan anjing laut Inuit, pemburuan pari Lamakera).	Kurang berakar budaya tetapi semakin penting untuk pekerjaan luar bandar (cth., penternak udang Vietnam).
Amalan Buruh	Risiko eksploitasi yang tinggi: buruh paksa di armada perairan jauh, buruh kanak-kanak dalam perikanan berskala kecil.	Penderaan buruh dalam sistem intensif (cth., ladang udang Thai). Formalisasi yang semakin meningkat dalam sektor yang dipacu teknologi (cth., salmon Norway).
Peranan Jantina	Wanita mendominasi peranan lepas tuai (pemprosesan, pemasaran) tetapi menghadapi jurang gaji (mis., 30% kurang gaji di Ghana).	Wanita kurang diwakili dalam peranan teknikal tetapi penting dalam akuakultur pekebun kecil (cth., penternakan tilapia di Bangladesh).
Keselamatan Makanan	Ikan liar menyediakan protein kritikal untuk 3 bilion orang. Penangkapan ikan yang berlebihan mengancam akses makanan tempatan (cth., Afrika Barat).	Bekalan ikan ternakan ~50% daripada makanan laut global tetapi mengutamakan pasaran eksport, mempertaruhkan keselamatan makanan domestik di negara pengeluar.
Perpindahan Komuniti	Armada industri menggantikan nelayan berskala kecil (cth., pukut tunda di Indonesia).	Ladang udang berskala besar memusnahkan bakau, menyasarkan komuniti pantai (cth., Ecuador, Bangladesh, Indonesia).

2 c . **Cabaran Utama & Trade-off**

1. Persaingan Sumber :

- Akuakultur menggunakan 70% tepung ikan/minyak global, yang diperoleh daripada ikan ternakan liar yang ditangkap (cth., ikan bilis), mewujudkan ketegangan antara sektor.
- Perikanan liar menghadapi "memancing ke dalam siratan makanan," menyasarkan spesies yang lebih kecil apabila stok yang lebih besar runtuh

2. Kelestarian lwn. Keuntungan :

- Perikanan liar: Kawasan perlindungan marin (MPA) memulihara stok tetapi mengurangkan tangkapan jangka pendek.
- Akuakultur: Pensijilan (cth., ASC) menambah baik amalan tetapi mengecualikan pekebun kecil kerana kos yang tinggi.

3. Cabaran Moden :

- Perikanan liar: Penggunaan teknologi pemantauan yang perlahan (cth., AIS, eDNA) menghalang penguatkuasaan IUU.
- Akuakultur: Sistem automasi dan RAS meningkatkan kecekapan tetapi memerlukan modal yang tidak boleh diakses oleh petani skala kecil.

4. Kelemahan Iklim :

- Perikanan liar: Perairan yang semakin panas mengalihkan stok ikan (cth., makarel bergerak ke utara), mencetuskan konflik geopolitik.
- Akuakultur: Peningkatan suhu meningkatkan risiko penyakit (cth., ternakan udang di Vietnam)



Laluan ke Pertumbuhan Saksama

a. **Perikanan Liar :**

- Ubah hala subsidi untuk menyokong nelayan berskala kecil dan pengurusan bersama (mis., TURF di Chile).
- Memperkuat Kebolehsesanan untuk memerangi penangkapan ikan IUU dan memastikan gaji yang adil

b. **Akuakultur:**

- Menggalakkan spesies tropika rendah (cth., rumput laut, kupang) untuk mengurangkan kebergantungan makanan.
- Melabur dalam akuakultur berasaskan komuniti (cth., sistem IMTA) untuk mengimbangi keuntungan dan keperluan tempatan.

c. **Sinergi Rentas Sektor :**

- Menggunakan sisa ikan daripada loji pemprosesan untuk makanan akuakultur, mengurangkan tekanan ke atas stok liar.
- Menjajarkan dasar dengan SDG (cth., SDG 14) untuk memastikan pertumbuhan yang inklusif dan mampan.

KESIMPULAN

Perikanan tangkapan liar dan akuakultur saling bergantung dari segi ekonomi dan sosial namun sering bertentangan. Walaupun perikanan liar mengekalkan warisan budaya dan sistem makanan tempatan, akuakultur menawarkan pengeluaran protein berskala. Merapatkan jurang mereka memerlukan dasar yang mengutamakan ekuiti (cth., amalan buruh yang adil), inovasi (cth., suapan berdaya tahan iklim) dan tadbir urus (cth., pengurusan stok lintas sempadan).

Mengimbangi dimensi ini adalah penting untuk mencapai keselamatan makanan dan daya tahan ekologi dalam dunia yang pesat berubah.



3. Inovasi Kelestarian

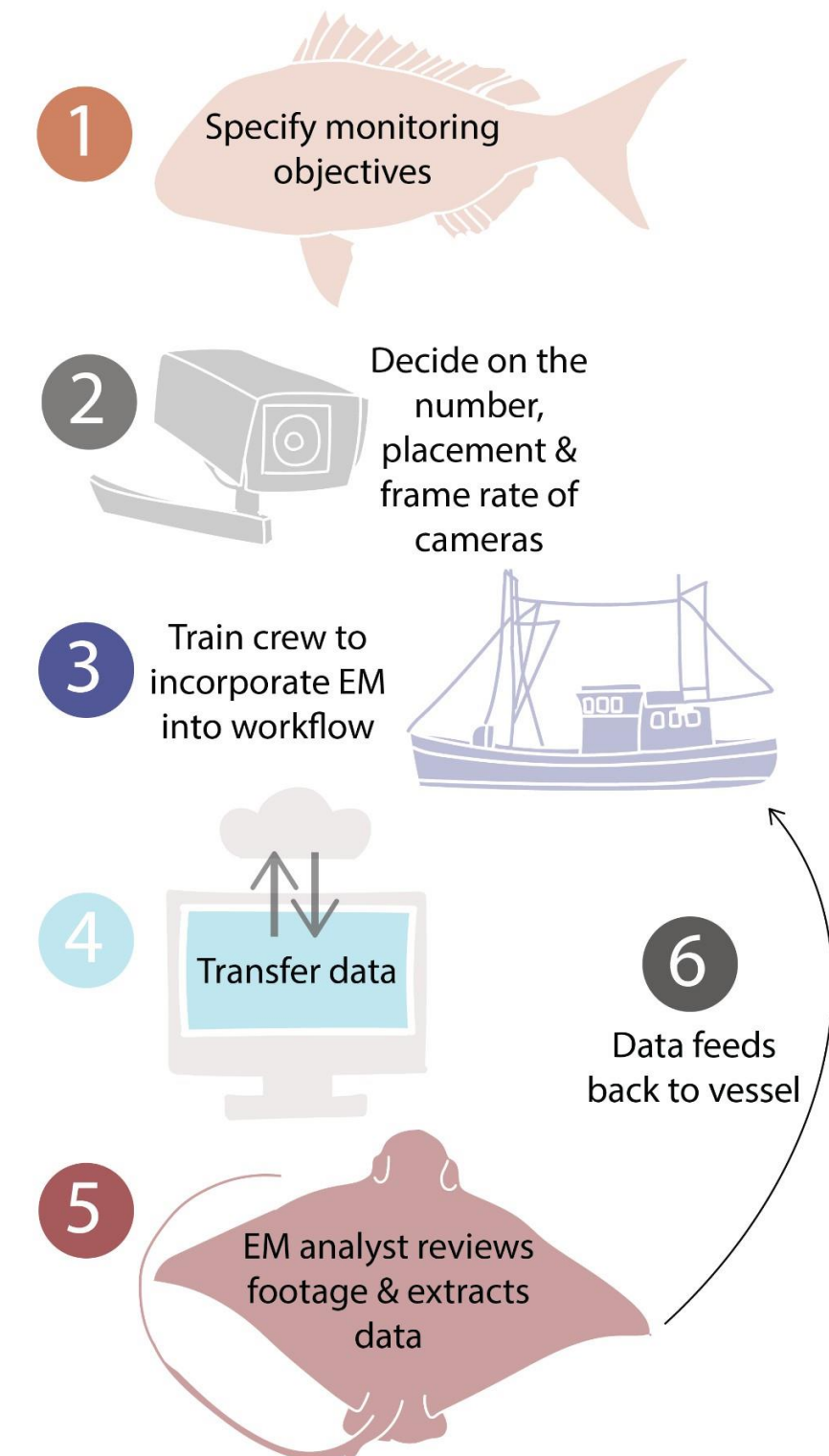
Pencarian untuk pengeluaran makanan laut yang mampan telah mendorong inovasi penting dalam kedua-dua perikanan tangkapan liar dan akuakultur.

KEMAJUAN UTAMA

1. Perikanan Tangkap Liar: Inovasi untuk Kelestarian
2. Akuakultur: Kejayaan dalam Kelestarian
3. Model Hibrid Baru Muncul

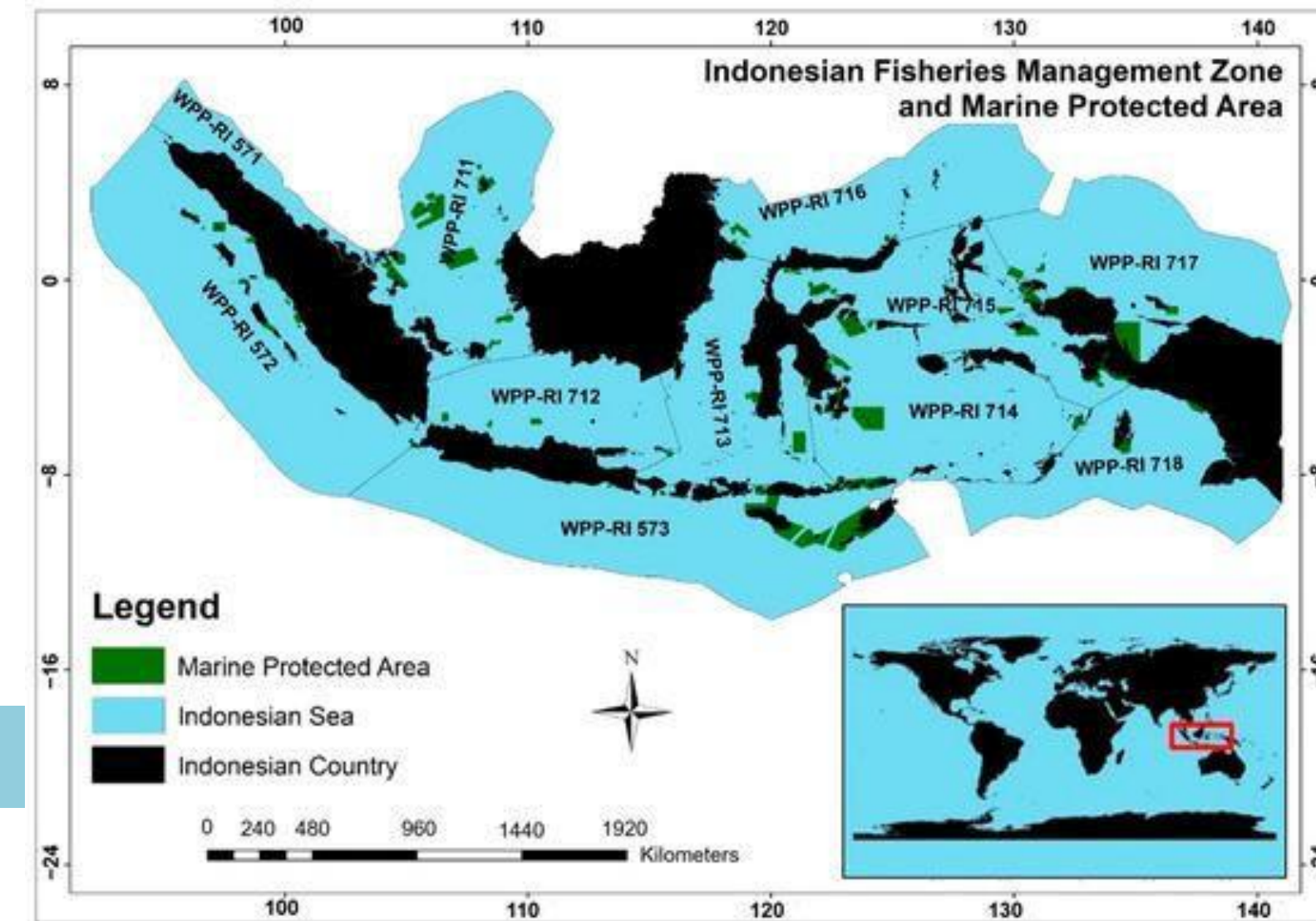


How to set up electronic monitoring for fisheries



a . Perikanan Tangkap Liar: Inovasi untuk Kelestarian

Peta yang mewakili Zon Pengurusan Perikanan Indonesia (IFMZ atau WPP) dan Kawasan Perlindungan Laut (MPA) – Fauzi et al. (2023)



1. Sistem Pengurusan Berasaskan Sains

- **Kuota Adaptif:** Perikanan di A.S. diuruskan di bawah Akta Magnuson –Stevens, yang mewajibkan had penuaian berasaskan sains untuk mengelakkan penangkapan ikan berlebihan dan membina semula stok yang telah habis. Lebih 90% stok ikan A.S. yang dipantau tidak lagi tertakluk kepada penangkapan ikan berlebihan.
- **Pemantauan Masa Nyata:** Teknologi seperti pemantauan elektronik (cth., kamera pada kapal) dan berasaskan satelit penjejakan kapal (AIS) memerangi penangkapan ikan haram, tidak dilaporkan dan tidak dikawal (IUU), meningkatkan pematuhan dan ketepatan data [5].

2. Pendekatan Berasaskan Ekosistem

- **Kawasan Perlindungan Marin (MPA):** Memperluaskan MPA membantu memulihara habitat kritikal dan membina semula biodiversiti. Untuk contoh, pembaharuan perikanan Australia mengurangkan kejutan pengeluaran dengan menyelaraskan dasar dengan kesihatan ekosistem.
 - **Pengurangan Tangkapan Kecil:** Inovasi seperti peranti penyisih penyu (TED) dan peralatan terpilih meminimumkan tangkapan yang tidak diinginkan, melindungi spesies terancam dan meningkatkan kecekapan perikanan [5].

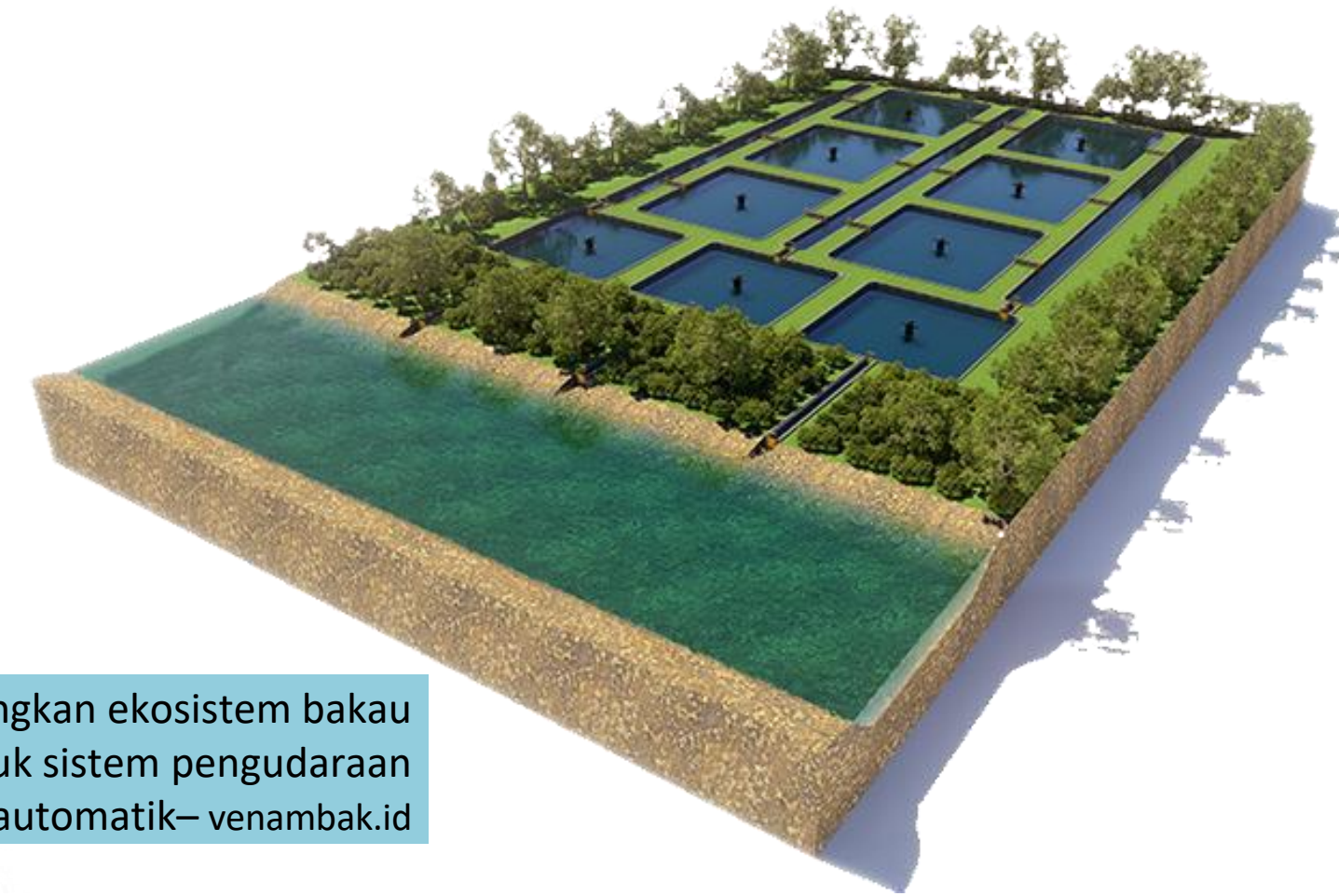
3. Pengurusan Bersama Didorong Komuniti

- **Hak Penggunaan Wilayah (TURF):** Program di Chile dan Mexico memperkasakan nelayan tempatan untuk mengurus sumber, mengurangkan eksploitasi berlebihan dan memupuk pengawasan [6].



b . **Akuakultur: Kejayaan dalam Kelestarian**

Konsep VENAMBAK Silvofishery: menggabungkan ekosistem bakau dengan sistem penanaman tradisional; termasuk sistem pengudaraan VEN JET kawalan jauh dan penyuar automatik— venambak.id



1. **Alternatif dan Kecekapan Suapan**

- **Suapan Berasaskan Serangga dan Alga:** Larva lalat askar hitam dan mikroalga mengurangkan pergantungan pada tepung ikan yang ditangkap liar, menangani nisbah "fish-in:fish-out" (FI:FO) yang tinggi yang didedahkan dalam kajian terkini (cth., 1.78 untuk spesies karnivor.).
- **Sistem Pekeliling:** Akuakultur multi-trofik bersepadu (IMTA) memasang ikan dengan penyuar penapis (cth., kupang) dan rumpai laut untuk mengitar semula sisa, mengurangkan pencemaran nutrien dan meningkatkan kecekapan sumber [6].

2. **Kemajuan Teknologi**

- **Sistem Akuakultur Peredaran Semula (RAS):** Sistem gelung tertutup ini mengurangkan penggunaan air sebanyak 95% dan menghalang melarikan diri, mengurangkan risiko alam sekitar. Sistem "lampu isyarat" Norway mengawal pengembangan ladang salmon berdasarkan kapasiti ekosistem [6].
- **Penambahbaikan Genetik:** Pembiakan terpilih meningkatkan ketahanan penyakit dan kadar pertumbuhan dalam spesies seperti udang dan salmon, mengurangkan penggunaan antibiotik dan meningkatkan hasil [6].

3. **Pemulihan Ekosistem**

- **Terumbu Kerang:** Ladang tiram dan kupang memulihkan kualiti air dengan menapis bahan pencemar dan mewujudkan habitat, sejajar dengan Matlamat Pembangunan Lestari PBB (SDGs).
- **Penternakan Udang Pintar Bakau:** Amalan di Ecuador dan Indonesia menyepadukan pemuliharaan bakau dengan akuakultur, memelihara ekosistem pantai sambil mengekalkan produktiviti [6].



C . Cabaran dan Sinergi Perbandingan

Aspek	Perikanan Tangkap Liar	Akuakultur
Kebergantungan Sumber	Terhad oleh kadar pemulihan stok semula jadi	Bergantung pada ikan liar untuk makanan (cth., 10–20 kg makanan setiap 1 kg tuna)
Ketahanan Iklim	Terdedah kepada perubahan stok (cth., ikan kembung bergerak ke arah kutub)	Sistem RAS dan IMTA penampan terhadap turun naik suhu
Ekuiti Sosial	Nelayan kecil–kecilan sering terpinggir oleh armada industri	Risiko eksploitasi buruh di kawasan peraturan undang–undang



d . Model Hibrid Baru Muncul

- **Perikanan Ditambah Penetasan:** Stok salmon Pasifik Alaska disokong oleh juvana yang dipelihara oleh penetasan, menggabungkan kaedah liar dan ladang untuk meningkatkan hasil.
- **Perangkap Lobster Berstok Umpan:** Di New England, perangkap udang galah menggunakan umpan yang sama dengan dua kali jumlah tangkapan, mengaburkan garis antara pengeluaran liar dan ladang.



Industri udang galah yang baru muncul di Lombok, Indonesia, disokong oleh kajian berterusan dengan udang galah pasir juvana yang ditempatkan dalam sangkar atau sistem tangki yang direplikasi - globalseafood.org



Laluan Masa Depan

a. Pengharmonian Dasar :

- Mengukuhkan perjanjian antarabangsa (cth., pembaharuan subsidi WTO) untuk membendung penangkapan ikan berlebihan dan menggalakkan pelaporan makanan akuakultur yang telus.

b. Permintaan Didorong Pengguna :

- Ekolabel (cth., ASC, MSC) dan kebolehkesanan rantai blok boleh memberi insentif kepada amalan mampan dalam kedua-dua sektor.

c. Penyesuaian Iklim :

- Melabur dalam model ramalan untuk anjakan stok dan spesies akuakultur tahan haba.

KESIMPULAN

Perikanan tangkapan liar dan akuakultur masing-masing menawarkan inovasi kemampuan yang unik, daripada pemantauan dipacu teknologi dalam perikanan kepada sistem gelung tertutup dalam akuakultur. Walau bagaimanapun, cabaran seperti pergantungan suapan dan jurang ekuiti berterusan. Model hibrid dan kerjasama antarabangsa, seperti yang dianjurkan oleh SDG PBB, menyediakan peta jalan untuk menyepadukan kekuatan kedua-dua sektor. Dengan mengutamakan sains, ekuiti dan kesihatan ekosistem, industri makanan laut global boleh mencapai keseimbangan antara produktiviti dan pengawasan planet.



4a. Kajian Kes : Akuakultur

- 01 Akuakultur Berbilang Tropik Bersepadu (IMTA) di Kanada
- 02 Bakau– Perikanan Silvo Udang di Indonesia
- 03 Penternakan Salmon Berasaskan Darat (RAS) di Denmark
- 04 Bivalve Aquaculture di A. S. (Puget Sound)
- 05 Pertanian Barramundi di Vietnam



a . Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) in Canada

- **Lokasi:** Teluk Fundy, New Brunswick.
- **Amalan:** Bersama menanam Atlantik ikan salmon, kupang biru, dan kelp gula. Sisa salmon membekalkan nutrien untuk kupang dan rumpai laut yang memberi makan penapis, yang menyerap lebih nitrogen dan CO₂

Hasil:

- Mengurangkan pencemaran nutrien sebanyak 50% berbanding dengan monokultur.
- Penyerap biojisim kelp ~20 tan CO₂ sehektar setiap tahun.
- Diperakui oleh Akuakultur Majlis Pengawasan (ASC).

- **Pengajaran Utama:** Meniru semula jadiekosistem meminimumkan sisa dan aliran hasil yang pelbagai.



b . Penternakan Salmon Berasaskan Darat (RAS) di Denmark

- **Lokasi:** Danish Salmon A/S.
- **Amalan:** Menggunakan Peredaran Semula Sistem Akuakultur (RAS) untuk menternak ikan salmon dalam kemudahan tertutup berasaskan darat. Air ditapis dan digunakan semula, disingkirkan kutu laut dan melarikan diri.

• Outcomes:

- Mengurangkan penggunaan air sebanyak 99% berbanding kepada pen jaring terbuka.
- Mencapai nisbah penukaran suapan (FCR) 1.1:1 dengan suapan berasaskan tumbuhan.
- Membekalkan salmon neutral karbon kepada EU pasaran.

- **Pengajaran Utama:** Teknologi memisahkan akuakultur daripada ekosistem pantai, mengurangkan risiko alam sekitar.

• Layari:

<https://www.youtube.com/watch?v=J1iPH73YsF4>



c . Bivalve Aquaculture in the U.S. (Puget Sound)

- **Projek:** Taylor Shellfish Farms.
- **Amalan:** Ladang tiram, kerang dan kerang menggunakan garis panjang yang digantung dan pembenihan pantai.
- **Outcomes:**
 - Menapis 50 juta liter air setiap hari, mengurangkan bunga alga.
 - Memulihkan tiram Olympia asli populasi.
 - Diperakui oleh Amalan Akuakultur Terbaik (BAP).
- **Pengajaran Utama:** Spesies pemakan penapis meningkatkan kualiti air sambil tidak memerlukan input suapan.



d . Pertanian Barramundi di Vietnam

- **Syarikat:** Australis Akuakultur.
- **Amalan:** Ladang barramundi di kandang luar pesisir menggunakan makanan berasaskan tumbuhan (soya dan alga).
- **Hasil:**
 - Mencapai FCR 1.5:1, melebihi prestasi salmon (1.2:1) dan udang (1.8:1).
 - Membekalkan 10% daripada barramundi A.S pasaran.
 - Bekerjasama dengan WWF untuk mengurangkan tangkapan sampingan dalam penyumberan suapan.
- **Pengajaran Utama:** Memilih spesies trofik rendah, omnivor berkurangan bergantung kepada ikan liar untuk makanan.



e . Bakau-Udang Silvo Perikanan di Indonesia

- **Lokasi:** East Java and Sumatra [7][8].
- **Amalan:** Kolam udang disepadukan dengan hutan bakau, di mana pokok menapis air, mencegah hakisan, dan menyediakan habitat untuk ikan juvana..
- **Hasil:**
 - Tutupan bakau meningkat sebanyak 30% di kawasan yang mengambil bahagian.
 - Hasil udang meningkat 15–20% disebabkan kualiti air yang bertambah baik.
 - Menyokong 10,000+ petani pekebun kecil melalui Perkongsian Udang Lestari.
- **Pengajaran Utama:** Menggabungkan akuakultur dengan pemulihan habitat meningkatkan daya tahan dan mata pencarian.



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

MUHAMMAD MUSA^{1,2,*}, EVELLIN DEWI LUSIANA^{1,2}, NANIK RETNO BUWONO^{1,2}, SULASTRI ARSAD^{1,2},
MOHAMMAD MAHMUDI^{1,2}

¹Department 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

²AquaRES 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^{1,2,*}, ZULKIFLI NASUTION³, MISWAR BUDI MULYA⁴, AZHAR MAKSUM⁵

¹Doctoral 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

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

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

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

⁵Faculty 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



Research article

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

Suyono^{a,*}, Alin Fithor^{a,b}

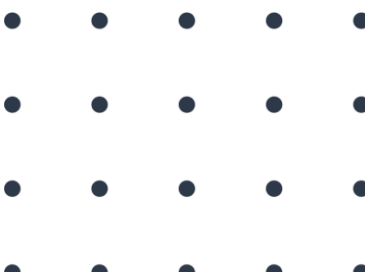
^a Aquaculture Department, Faculty of Fisheries and Marine Science, Pancasakti University, Tegal, 52121, Indonesia

^b Coastal Resources Management, National Research and Innovation Agency-BRIN, Yogyakarta, 55284, Indonesia



4 b . Kajian Kes :Tangkap Liar

- 01 Alaskan Salmon Fisheries (USA)
- 02 Icelandic Cod Fisheries (Iceland)
- 03 TURF Chile (Chile)
- 04 Perikanan Octopus Madagascar (Madagascar)



a . Perikanan Salmon Alaska (AS)

- **Lokasi:** Alaska, USA.
- **Latihan:**
 - Kuota berasaskan sains yang dimaklumkan oleh penilaian stok tahunan.
 - Perlindungan habitat (cth., menjaga tempat bertelur).
 - Penutupan bermusim semasa tempoh bertelur.
- **Hasil:**
 - Populasi salmon yang berterusan selama lebih 70 tahun.
 - Pensijilan MSC sejak tahun 2000, memastikan akses pasaran.
 - Menyumbang \$1.5 bilion setiap tahun kepada ekonomi Alaska.
- **Pengajaran Utama:** Berteraskan Sains pengurusan dan pihak berkepentingan kerjasama (nelayan, saintis, penggubal dasar) memastikan daya tahan ekologi dan ekonomi.



b . Icelandic Cod Fisheries (Iceland)

- **Lokasi:** Iceland.
- **Latihan:**
 - Kuota Boleh Alih Individu (ITQ) sejak 1984, mengehadkan jumlah tangkapan.
 - Penutupan bermusim dan sekatan gear untuk melindungi juvana.
- **Hasil:**
 - Stok ikan kod pulih daripada kejatuhan pada 1990-an ke tahap mampan menjelang 2013.
 - Eksport menjana \$2 bilion setiap tahun, menyokong 10% tenaga kerja Iceland.
- **Pengajaran Utama:** Sistem kuota menyelaraskan insentif ekonomi dengan pemuliharaan, mencegah eksploitasi berlebihan.



c . TURF Chile

- **Lokasi:** Pesisir Pantai Chile.
- **Latihan:**
- Hak Penggunaan Wilayah untuk Perikanan (TURF): Urus komuniti ditakrifkan zon pantai.
 - Had penuaian dan zon larangan diambil dikuatkuasakan secara tempatan.
- **Hasil:**
- Biojisim ikan meningkat sebanyak 150% dalam kawasan terurus.
 - 30,000+ nelayan memperoleh pendapatan yang stabil melalui pengurusan bersama.
- **Pengajaran Utama** : Hak akses selamat dan pengawasan tempatan meningkatkan kelestarian dan kesaksamaan.



b . Perikanan Octopus Madagascar (Madagascar)

- **Lokasi:** Madagaskar Barat Daya.
- **Latihan:**
 - Penutupan sementara (2-3 bulan) diketuai oleh komuniti pantai.
 - Had saiz minimum untuk melindungi juvana.
- **Hasil:**
 - Octopus menangkap dua kali ganda selepas penutupan, dengan individu yang lebih besar.
 - Pendapatan untuk 10,000+ nelayan meningkat sebanyak 30 %.
- **Pengajaran Utama:** Penutupan sementara yang diterajui komuniti mengimbangi keperluan ekologi dan sosial.
- Layari:
<https://www.youtube.com/watch?v=tYtez9pVcpw>



FAKTOR KEJAYAAN BIASA

PERIKANAN LIAR LESTARI

- Pengurusan Berasaskan Sains:** Kuota dan pemantauan dipacu data.
- Kerjasama Pihak Berkepentingan:** Nelayan, kerajaan dan NGO bekerjasama.
- Insentif Pasaran:** Pensijilan (MSC) dan harga premium untuk kemampuan.
- Inovasi Dasar:** Kuota, penutupan ruang dan model pengurusan bersama.

AKUAKULTUR KELESTARIAN

- Teknologi:** RAS, pemantauan AI, dan sistem bioflok mengurangkan jejak alam sekitar.
- Pensijilan:** Label ASC, BAP dan Fair Trade memastikan akauntabiliti.
- Penglibatan Komuniti:** Model pengurusan bersama memberi keutamaan keperluan tempatan.
- Pekeliling:** Sisa digunakan semula (cth., rumpai laut untuk biofuel, sisa ikan untuk baja).



Bacaan Lanjut

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.



Bacaan Lanjut

06

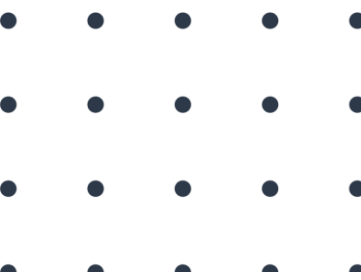
Garlock TM, et al. 2024. Environmental, economic, and social sustainability in aquaculture: the aquaculture performance indicators. *Nature Communications* 15:5274.

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.



TERIMA KASIH

Farid K Muzaki / ITS

 +6281217762277

 faridmuzaki@gmail.com
rm_faridkm@bio.its.ac.id

