



Identifikasi Tantangan Utama Perikanan dan Akuakultur Berkelanjutan

Didanai oleh Uni Eropa (UE). Namun pandangan dan pendapat yang diungkapkan hanya milik penulis dan tidak selalu mencerminkan pendapat Uni Eropa atau Badan Eksekutif Pendidikan dan Kebudayaan Eropa (EACEA). Baik Uni Eropa maupun EACEA tidak dapat dimintai pertanggungjawaban atas mereka.

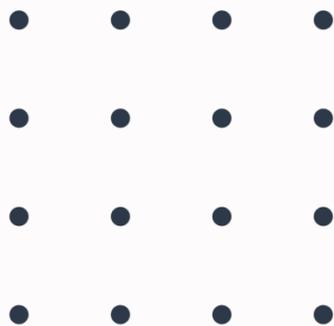
Proyek: 101129136 — SustainaBlue — ERASMUS-EDU-2023-CBHE



Co-funded by
the European Union



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



MITRA PROYEK

Malaysia



Indonesia



Greece



Cyprus

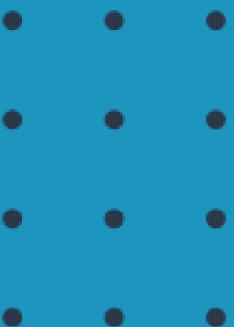


Didanai oleh Uni Eropa. Namun pandangan dan pendapat yang diungkapkan hanya milik penulis dan tidak selalu mencerminkan pendapat Uni Eropa atau Badan Eksekutif Pendidikan dan Kebudayaan Eropa (EACEA). Baik Uni Eropa maupun EACEA tidak dapat dimintai pertanggungjawaban atas mereka.

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

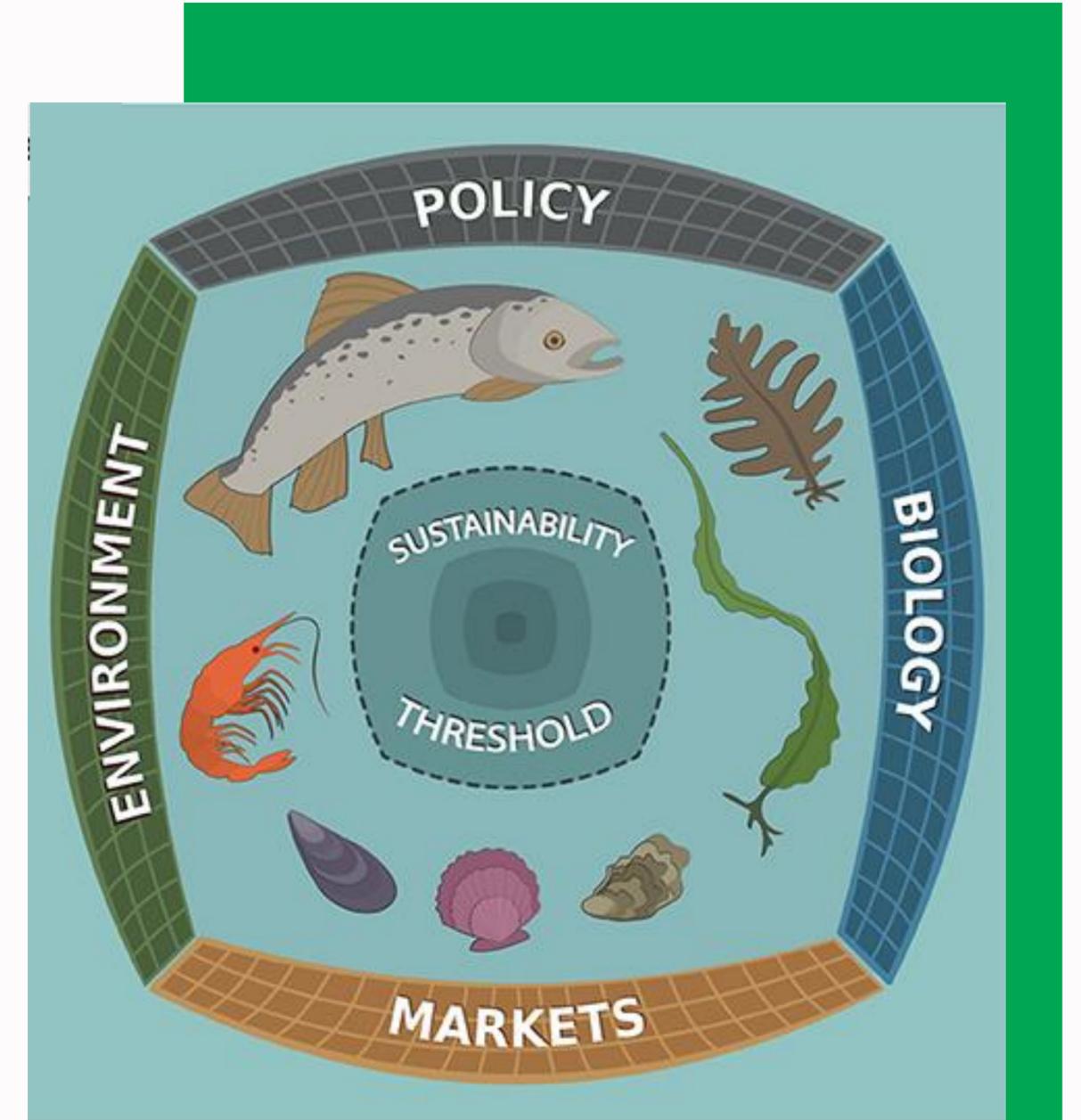


Co-funded by
the European Union



Outline

- 01 Tekanan Lingkungan
- 02 Keterikatan Sumber Daya & Krisis Pangan
- 03 Ketidakstabilan Ekonomi & Pasar
- 04 Isu Sosial & Etika
- 05 Kesenjangan Tata Kelola & Kebijakan
- 06 Keterbatasan Teknologi & Inovasi



Broitman et al. (2017)

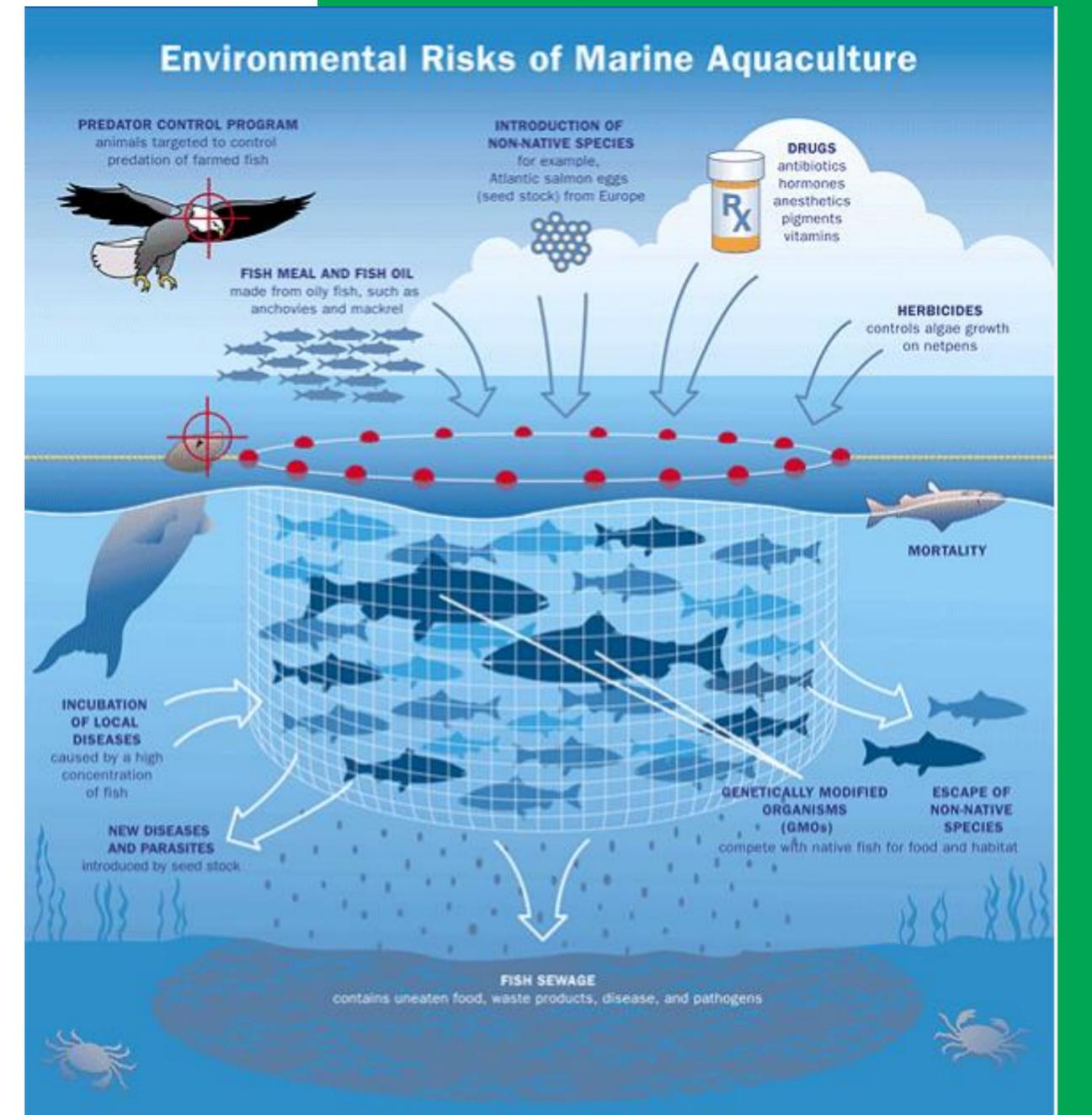


1. Tekanan Lingkungan

- Tekanan lingkungan dalam perikanan dan akuakultur berkelanjutan merujuk pada tantangan lingkungan, baik eksternal maupun internal yang memengaruhi kesehatan ekosistem serta keberlangsungan jangka panjang stok ikan dan aktivitas akuakultur.
- Tantangan lingkungan yang dihadapi bersifat multifaset, dipengaruhi oleh faktor alami maupun antropogenik.

Tantangan terbesar:

1. Perubahan iklim
2. Degradasi habitat
3. Intensitas Pemanfaatan Sumber Daya dan Polusi
4. Eksploitasi berlebih terhadap sumber daya
5. Spesies invasif dan penyakit
6. Dampak genetik dari ikan budidaya yang lepas ke alam



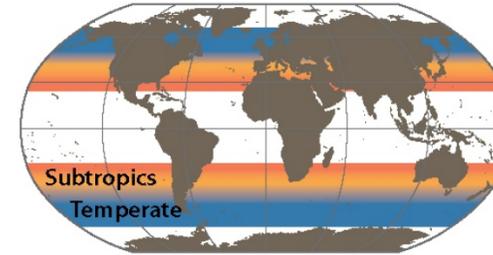
a. Perubahan Iklim

- Pemanasan dan Pengasaman Laut**
 Kenaikan suhu laut dan pengasaman laut dapat mengganggu ekosistem laut, memengaruhi distribusi, reproduksi, serta kelangsungan hidup spesies laut. Sebagai contoh, terumbu karang yang berperan penting sebagai habitat tempat tinggal ikan terancam punah oleh peristiwa pemutihan akibat peningkatan suhu perairan.
- Migrasi Spesies**
 Banyak spesies laut bergeser ke arah kutub dengan kecepatan sekitar 70 km per dekade yang berpotensi mengganggu stabilitas perikanan lokal serta menimbulkan konflik dalam pemanfaatan sumber daya.
- Peristiwa Cuaca Ekstrem**
 Badai tropis, banjir, dan kekeringan semakin sering mengancam infrastruktur akuakultur serta habitat ikan liar, khususnya di wilayah pesisir [1].

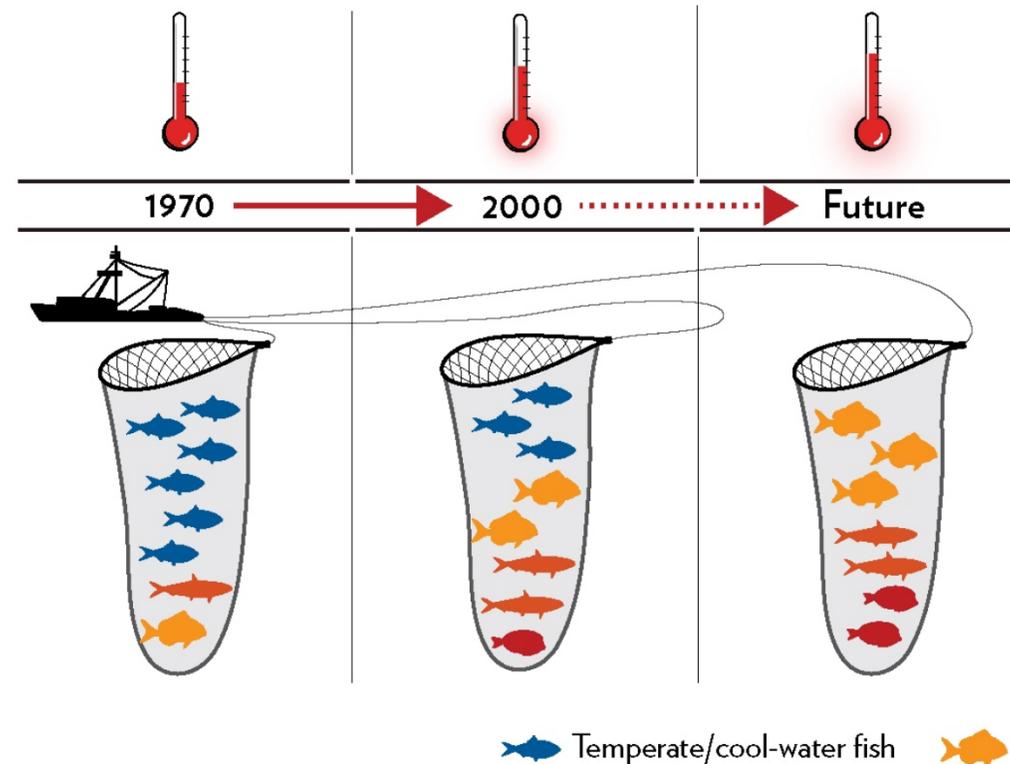
Warming Oceans Are Reshaping Fisheries

Marine species are gradually moving away from the equator into cooler waters, and, as a result, species from warmer waters are replacing those traditionally caught in many fisheries worldwide. Scientific studies show that this change is related to increasing ocean temperatures.

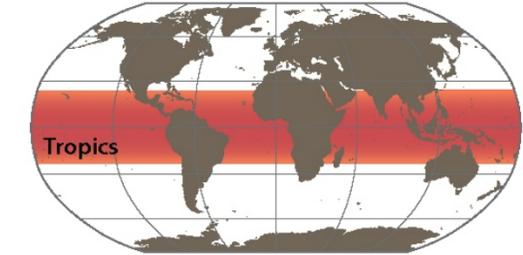
Subtropic and temperate ocean



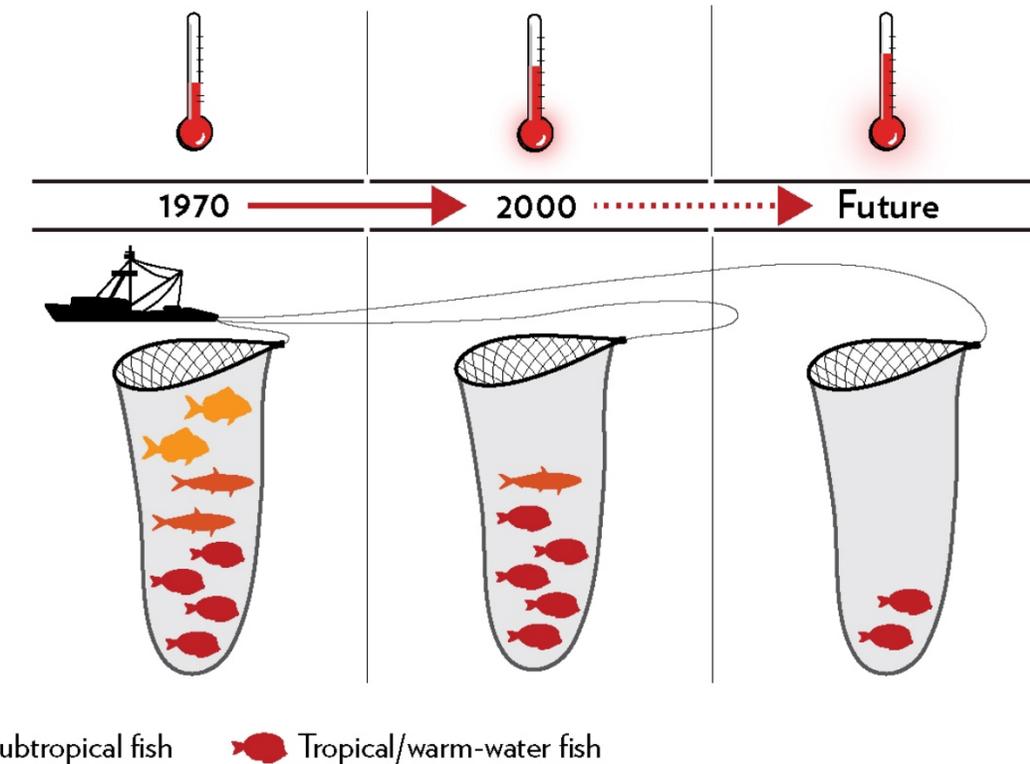
From 1970 to 2006, as open temperatures were rising, catch composition in the subtropic and temperate areas slowly changed to include more warm-water species and fewer cool-water species.



Tropics



In the tropics, the catch composition changed from 1970 to 1980 and then stabilized, likely because there are no species with high enough temperature preferences to replace those that declined.



These shifts could have negative effects including loss of traditional fisheries, decreases in profits and jobs, conflicts over new fisheries that emerge because of distribution shifts, food security concerns, and a large decrease in catch in the tropics.

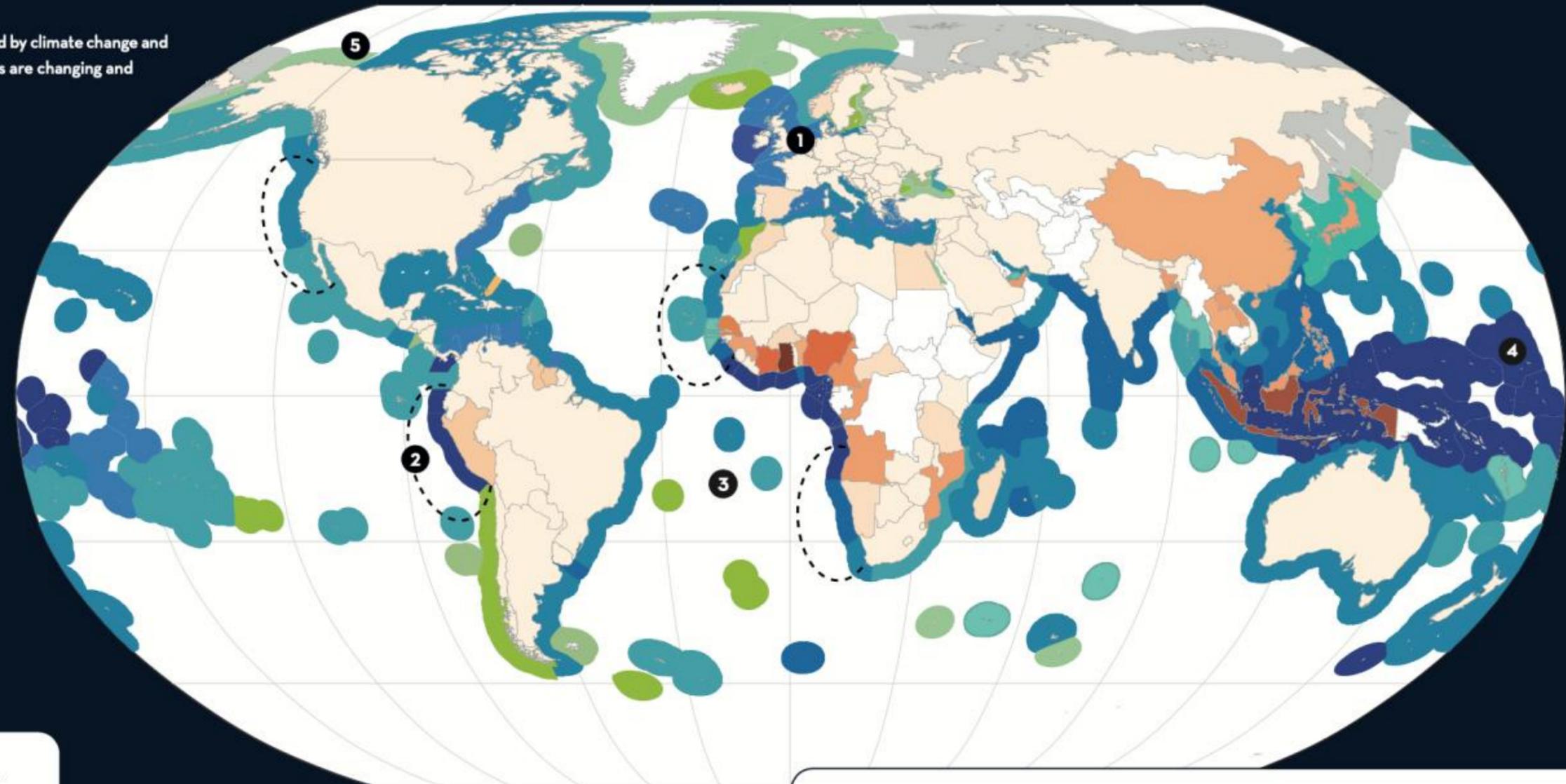
This graphic presents concepts from: Cheung, W.W.L., R. Watson and D. Pauly. 2013. Signature of ocean warming in global fisheries catch. *Nature*. DOI:10.1038/nature12156. The thermometers are representative of trends in ocean temperature over time and the fish are representative of trends in catch composition over time. They do not represent specific values. Please consult the results section of Cheung *et al.* (2013) for exact data points. Graphic by The Pew Charitable Trusts' ocean science division, www.pewenvironment.org/research-programs



SustainaBlue
HEIs stands for Higher Education Institutions

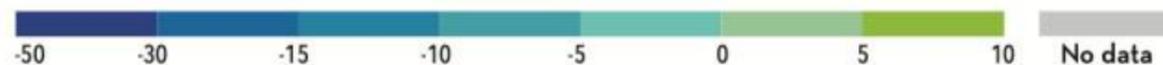
THE COMBINED IMPACTS OF CLIMATE CHANGE AND FISHING AROUND THE WORLD

On a global scale the pressures exerted by climate change and fishing on biodiversity and ecosystems are changing and vary from one region to another.



 Upwelling Zones

Change (in percentage) in fishery productivity within Exclusive Economic Zones by 2100 (RCP 8.5*)



*IPCC scenario where greenhouse gas concentrations continue to increase at current rates.

Current share (in percentage) of fish in animal-based diets



Climate change and fishing pressures on biodiversity and ecosystems vary across the world:

- 1** Semi-enclosed and continental seas host numerous human activities, whose impacts on resources are exacerbated by climate change.
- 2** Climate change alters currents and oxygen levels in coastal upwelling zones, affecting primary productivity and shrinking available habitats for species.
- 3** As coastal resources decrease, industrial high-seas fishing is expanding, targeting large predator and migratory species.
- 4** Rising temperatures in tropical areas are expected to lead to the largest global decline in fish catches. Small Island Developing States are particularly vulnerable, with fish resources accounting for 50% of their daily animal protein intake.
- 5** Fishing activities are expanding towards the Arctic as glaciers are melting and the distribution range of species is shifting.

Infographics adapted from Figure 5.21 in Chapter 5 "Changing Ocean, Marine Ecosystems, and Dependent Communities" of the IPCC SROCC (2019), and from the map "Dimensions of agriculture and marine fisheries vulnerability to climate change, B. Change in fisheries productivity by 2100 (exposure; RCP8.5)," from the paper "Escaping the perfect storm of simultaneous climate change impacts on agriculture and marine fisheries" (2019).



Co-funded by
the European Union

b. Degradasi Habitat

- **Kerusakan Mangrove**
Pengembangan akuakultur, khususnya budidaya udang, secara historis telah menyebabkan hilangnya hutan mangrove, sedangkan ekosistem ini berperan penting dalam penyerapan karbon dan perlindungan wilayah pesisir [2].
- **Praktik Penangkapan Ikan Destruktif**
Penggunaan *trawl* dasar dan alat tangkap non-selektif dapat merusak ekosistem dasar laut, menurunkan keanekaragaman hayati, dan mengganggu rantai makanan.
- **Praktik Penangkapan Ikan Merusak Habitat Laut**
Penangkapan ikan dengan bahan peledak, jaring hantu, serta penggunaan racun (sianida) untuk penangkapan ikan hias dapat menimbulkan kerusakan serius pada ekosistem laut [3].



THE IMPACTS OF BOTTOM TRAWLING - BEFORE AND AFTER

SOURCE: BT REPORT



IMPACTS:

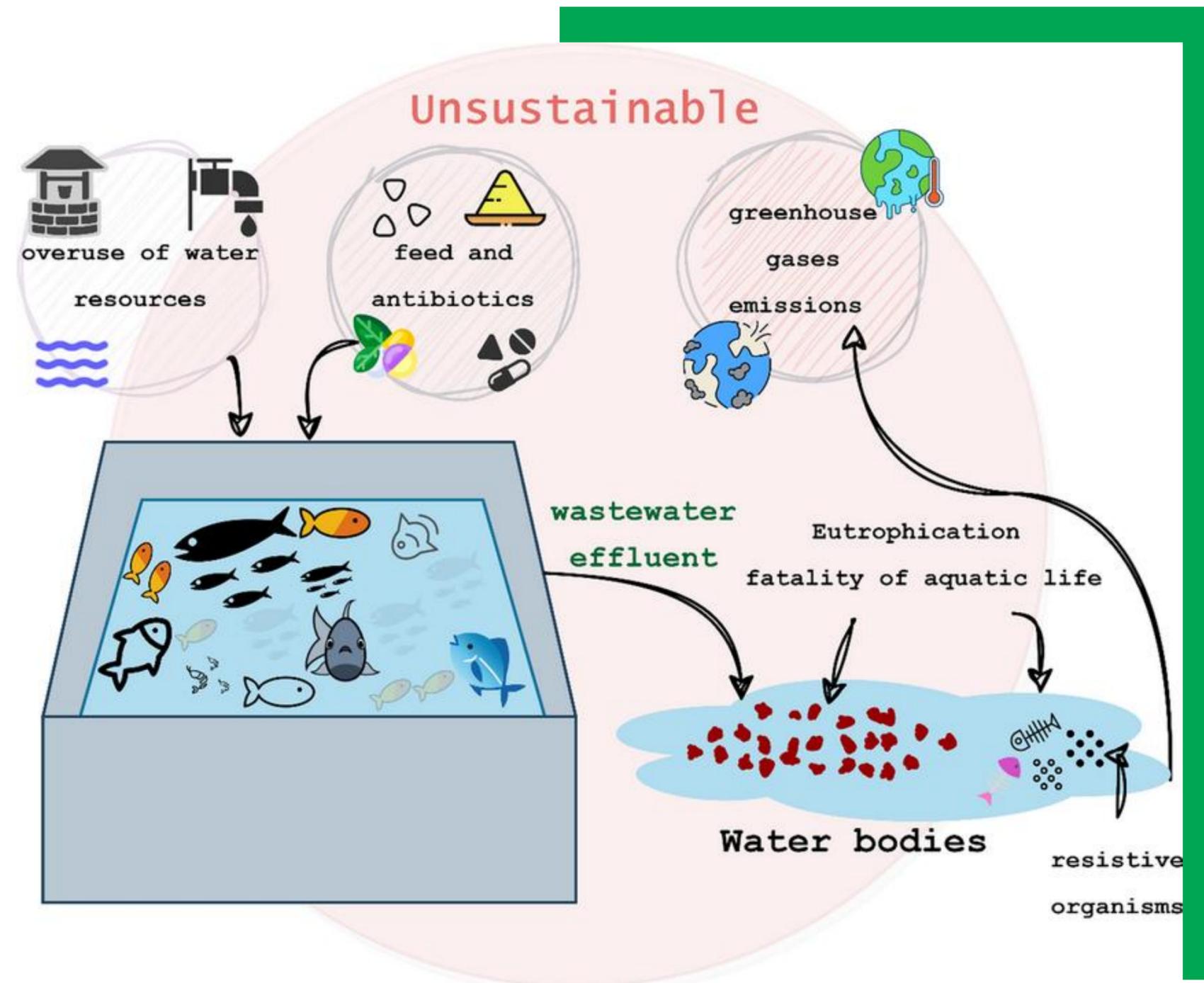
- Serial resource depletion
- Damage to seafloor integrity and habitats, leading to changes in fish distribution
- Changing the balance of species abundance
- Disrupting biogeochemical cycles and compounding eutrophication
- Reducing carbon sequestration rates

Before bottom trawling

After bottom trawling

c. Intensitas Sumber Daya & Pencemaran

- **Penggunaan Air dan Energi Berskala Tinggi**
Sistem akuakultur intensif memerlukan konsumsi air tawar dan energi dalam jumlah besar, seperti budidaya ikan nila di Meksiko membutuhkan air 2–4 kali lebih banyak dibandingkan produksi ternak [3].
- **Emisi Gas Rumah Kaca**
Akuakultur berkontribusi terhadap perubahan iklim melalui produksi pakan, penggunaan energi, dan emisi metana dari sistem pengelolaan kolam [1].
- **Luapan Nutrien dan Risiko Resistensi Obat**
Luapan nutrien dari usaha budidaya ikan dapat memicu terjadinya ledakan alga (*alga blooms*), sedangkan penggunaan antibiotik berpotensi menimbulkan patogen yang resisten terhadap obat [3].



d. Eksploitasi sumber daya yang berlebihan

- **Hasil Tangkapan Ikan Liar untuk Pakan**
Spesies akuakultur karnivora (misalnya salmon) masih sangat bergantung pada *fishmeal* atau tepung ikan dan minyak ikan yang berasal dari ikan pakan hasil tangkapan liar, sehingga dapat memperburuk tekanan pada stok yang sudah menurun [4].
- **Penangkapan Ikan Berlebihan (*Overfishing*)**
Sekitar 44% stok ikan global berada pada tingkat eksploitasi tinggi dan 16% diantaranya mengalami kondisi penangkapan berlebih (*overfishing*) yang berdampak pada penurunan hasil tangkapan serta hilangnya keanekaragaman hayati [5].



STOP OVERFISHING

Beberapa tahun belakangan, sebanyak 20 jenis penghuni laut terus merosot populasinya. Hal ini disebabkan karena mereka ikut terjaring dalam proses penangkapan ikan, dikenal dengan istilah *bycatch*.



1.000 KG

Rata-rata 1 ton *bycatch* dibuang untuk setiap 4 ton metrik ikan yang di tangkap. Total *bycatch* per tahun mencapai 20 juta metrik ton.

30%

Sebesar 30 persen persediaan ikan dieksploitasi secara berlebihan dan membuahkan hasil yang lebih rendah dari potensi biologis mereka.

64%

Sebanyak 375 stok ikan dipantau untuk penangkapan secara berlebihan. Di perkiraan 64 persen dari ikan-ikan itu dieksploitasi secara berlebihan.

57%

Sebanyak 57 persen stok ikan yang diawasi sepenuhnya telah dieksploitasi dan tidak memiliki ruang untuk ekspansi.



DAMPAK EKONOMI

Makanan laut senilai **US\$217,5 MILIAR** diproduksi di seluruh dunia setiap tahun.

US\$870 MILIAR

Industri makanan laut global menyumbang US\$ 870 miliar untuk ekonomi dunia.

Di Amerika Serikat industri makanan laut menghasilkan **US\$196 MILIAR** yang mendukung lebih dari 1 juta pekerjaan



PEMBUSUKAN

10-12 JUTA METRIK TON

ikan hilang setiap tahun karena pembusukan.



PENANGKAPAN ILEGAL

Kerugian ekonomi akibat *illegal fishing* mencapai

US\$10-23,5 MILIAR

per tahun

11-26 JUTA METRIK TON

ikan ditangkap dan dijual secara ilegal setiap tahun.

e. Spesies Invasif dan Penyakit

- **Penyebaran Patogen**
Kegiatan akuakultur berpotensi memperkenalkan spesies patogen dan patogen yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem lokal [1]. Misalnya, budidaya udang telah dikaitkan dengan terjadinya penyebaran wabah virus yang dapat memengaruhi populasi liar.
- Kasus yang dapat diambil, yaitu pengenalan ikan *Rainbow trout* dari Denmark ke Islandia pada tahun 1950 yang dapat menyebabkan terjadinya predasi dan kompetisi pada spesies asli, khususnya *brown trout* dan *Arctic charr*, baik pada tahap juvenil maupun dewasa.



f. Dampak Genetik dari Ikan Budidaya

- **Pelepasan ikan budidaya pada habitat alam**, khususnya di wilayah dengan intensitas akuakultur tinggi dapat menimbulkan risiko genetik serius bagi populasi ikan liar melalui proses hibridisasi dan introgresi. Dampak tersebut telah banyak terjadi dan terdokumentasi pada spesies seperti salmon Atlantik (*Salmo salar*), *gilthead seabream* (*Sparus aurata*), dan *European seabass* (*Dicentrarchus labrax*).
- Salmon budidaya di Norwegia telah melalui proses seleksi untuk pertumbuhan secara cepat dan penundaan kematangan gonad terbukti telah terjadi hibridisasi dengan populasi ikan liar. Hal tersebut dapat menghasilkan keturunan yang matang lebih awal dan bermigrasi ke laut lebih cepat sehingga dapat mengganggu penyesuaian kondisi dengan ikan salmon liar yang dipengaruhi oleh kondisi sungai tempat asalnya.
- Keturunan hibrida telah menunjukkan tingkat kelangsungan hidup yang lebih rendah. Di Norwegia, salmon juvenil hasil introgresi memiliki tingkat kelangsungan hidup 49–70% lebih rendah dibandingkan salmon liar yang dipengaruhi oleh sifat maladaptif, seperti berkurangnya kemampuan menghindari predator dan adanya kompetisi yang merugikan [6].



cambaytiger.com



norwegianseafoodcouncil.com



Strategi Mitigasi

- a. **Pendekatan Pengelolaan Berbasis Ekosistem**
Perluasan kawasan konservasi laut, penerapan alat tangkap selektif, serta pengembangan akuakultur multitrofik terpadu (*Integrated Multi-Trophic Aquaculture/IMTA*) dapat dilakukan sebagai upaya mengurangi limbah dan pencemaran.
- b. **Pakan Inovatif**
Peralihan menuju sumber protein alternatif, seperti tepung serangga dan alga untuk mengurangi ketergantungan pada ikan liar sebagai bahan pakan.
- c. **Adaptasi Perubahan Iklim**
Penerapan sistem akuakultur resirkulasi (*Recirculating Aquaculture Systems/RAS*) dan peningkatan pemantauan sebagai upaya mengantisipasi penurunan stok ikan akibat perubahan iklim.

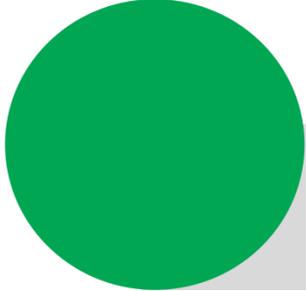
Levels	Scientific Advice					Management Framework
EBM Ecosystem Based Management	 Fisheries	 Development	 Energy	 Eco Tourism	 Oil & Gas	 Regional Ocean Plans
	 Conservation	 Marine	 Sanctuaries	 Aquaculture	 Etc	
EBFM Ecosystem Based Fisheries Management	 Fisheries	 Climate	 Habitat	 Ecology		 Fisheries Ecosystem Plan
EAFM Ecosystem Approach to Fisheries Management	 Fisheries	 Climate	 Habitat	 Ecology		 Fishery Management Plan
SSFM Single Species Fisheries Management	 Fisheries					 Fishery Management Plan



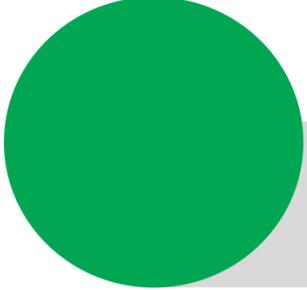


2. Ketergantungan pada Sumber Daya & Krisis Pakan

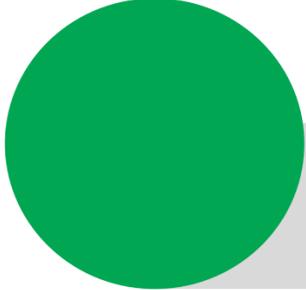
Pengembangan akuakultur secara global telah meningkatkan ketergantungan pada sumber daya alam yang terbatas, khususnya dalam produksi pakan sehingga mampu menimbulkan risiko sistemik bagi ekosistem laut maupun perairan tawar.



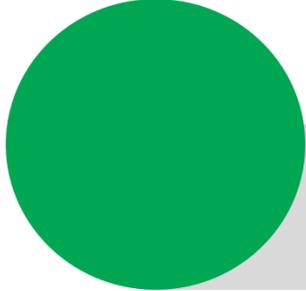
Ketergantungan berlebih pada ikan tangkapan liar untuk pakan



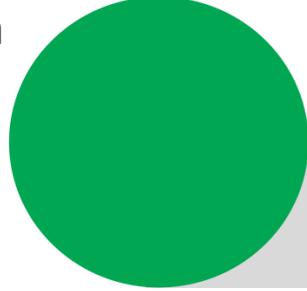
Dampak lingkungan pakan alternatif



Tekanan ekonomi dan regulasi



Inovasi dalam mengurangi ketergantungan



Dampak Sosial Ekonomi dan Ketahanan Pangan



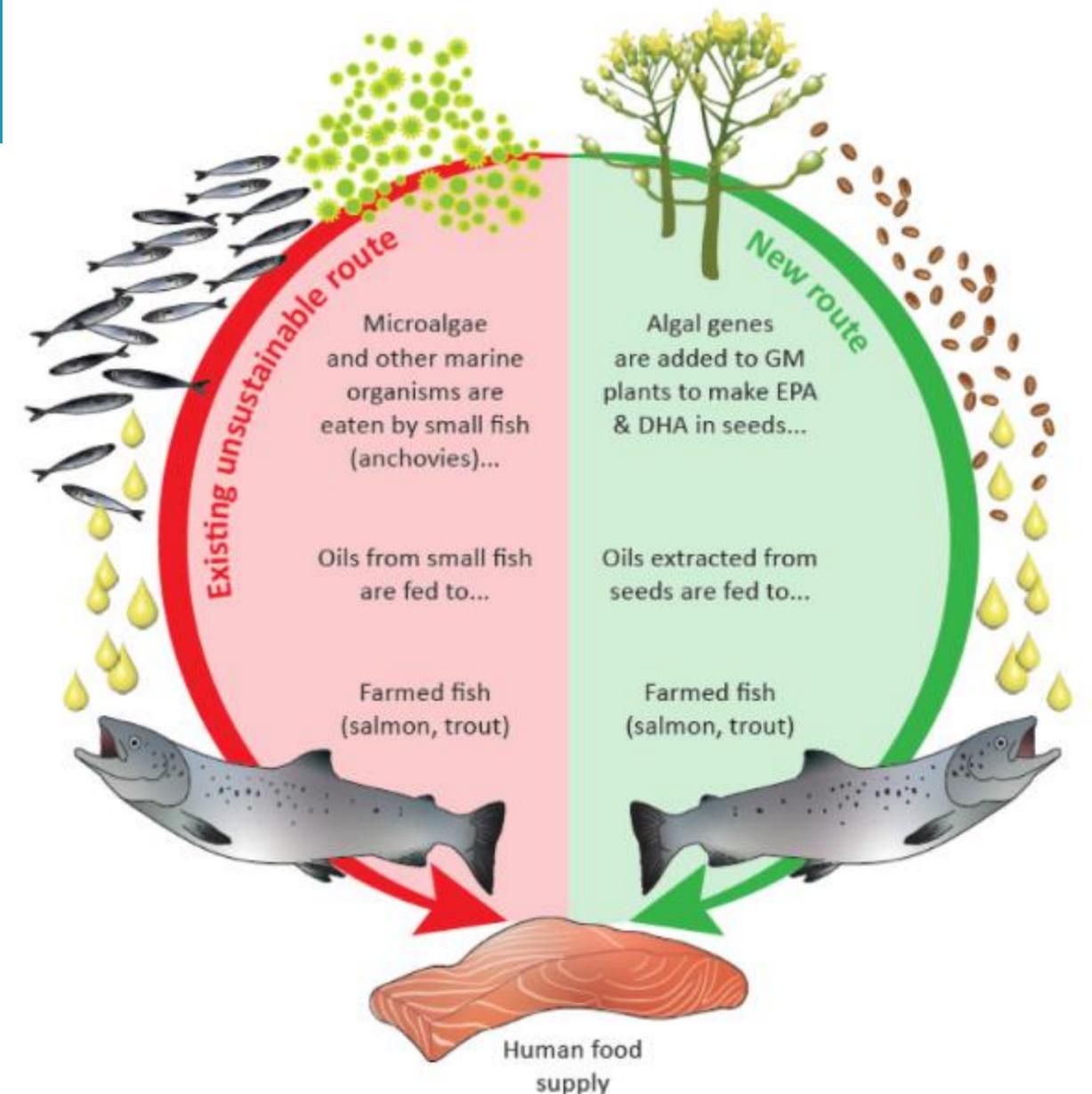
- a. Ketergantungan pada Nutrisi Ikan (*Fishmeal/FM*) dan Minyak Ikan (*Fish Oil/FO*):** Pakan akuakultur untuk spesies karnivora, seperti salmon dan udang secara historis sangat bergantung pada FM dan FO yang berasal dari ikan pakan liar seperti *anchovy* dan *herring*. Meski telah mengupayakan penurunan penggunaan (misalnya, dalam diet salmon kandungan FM berkurang dari 70% pada 1980-an menjadi 25% pada 2017), tetapi bahan tersebut tetap penting sebagai sumber asam lemak omega-3 dan keseimbangan protein [7].
- b. Isu Keberlanjutan:** Terhitung lebih dari 60% stok ikan global telah tereksplorasi penuh atau mengalami penangkapan berlebih. Sementara itu, permintaan akuakultur terhadap FM/FO semakin memperbesar tekanan pada perikanan pelagis. Sebagai contoh, sekitar 70% produksi FM/FO masih berasal dari ikan pakan liar, sehingga dapat menimbulkan kekhawatiran terhadap stabilitas ekosistem dan ketahanan pangan bagi komunitas yang bergantung pada spesies tersebut.
- c. *Fish In: Fish Out (FIFO) Ratios*:** Secara global, akuakultur telah menjadi produsen ikan bersih (3–4 kali lebih banyak biomassa ikan yang dihasilkan dibandingkan yang dikonsumsi), spesies seperti salmon masih membutuhkan input minyak ikan dalam jumlah tinggi. Metode alokasi ekonomi (*economic FIFO/eFIFO*) menunjukkan bahwa kelangkaan minyak ikan mendorong rasio ketergantungan yang lebih tinggi, sehingga memperburuk klaim keberlanjutan [8].

a. Ketergantungan Berlebih pada Ikan Tangkapan Liar Untuk Pakan



b. Dampak Lingkungan Akibat Pakan Alternatif

- **Substitusi Tanaman Terrestrial:** Penggantian FM/FO dengan bahan berbasis tanaman, seperti kedelai dan jagung yang dapat mengurangi tekanan terhadap sumber daya laut, tetapi dapat meningkatkan konsumsi air tawar dan risiko pencemaran. Sebagai contoh, penggunaan bahan alternatif terestrial dapat meningkatkan *water footprint* akuakultur sebesar 1.629 m³/t (*green water*) dan 179 m³/t (*blue water*), sehingga memperbesar tekanan pada sumber daya air tawar [9].
- **Deforestasi dan Penggunaan Lahan:** Produksi kedelai untuk pakan akuakultur berpengaruh terhadap deforestasi, khususnya di wilayah Amazon, serta bersaing dengan produksi tanaman pangan. Standar pakan bersertifikat ASC kini mewajibkan adanya ketertelusuran untuk memastikan tidak terjadi konversi lahan ilegal dengan implementasi yang masih menghadapi tantangan [10].
- **Jejak Karbon:** Jejak karbon budidaya salmon (5,1 kg CO₂e/kg) sedikit lebih tinggi dibandingkan salmon tangkapan liar (4,9 kg CO₂e/kg), terutama akibat dampak produksi pakan berbasis tanaman [10].



a. Alokasi Sumber Daya yang Dipengaruhi Pasar

Kenaikan harga FM/FO akibat keterbatasan pasok dan tingginya permintaan mendorong penggunaan bahan alternatif. Namun, faktor biaya masih menjadi kendala, misalnya nutrisi pakan serangga memiliki harga 2–3 kali lebih mahal dibandingkan FM.

b. Standar Sertifikasi

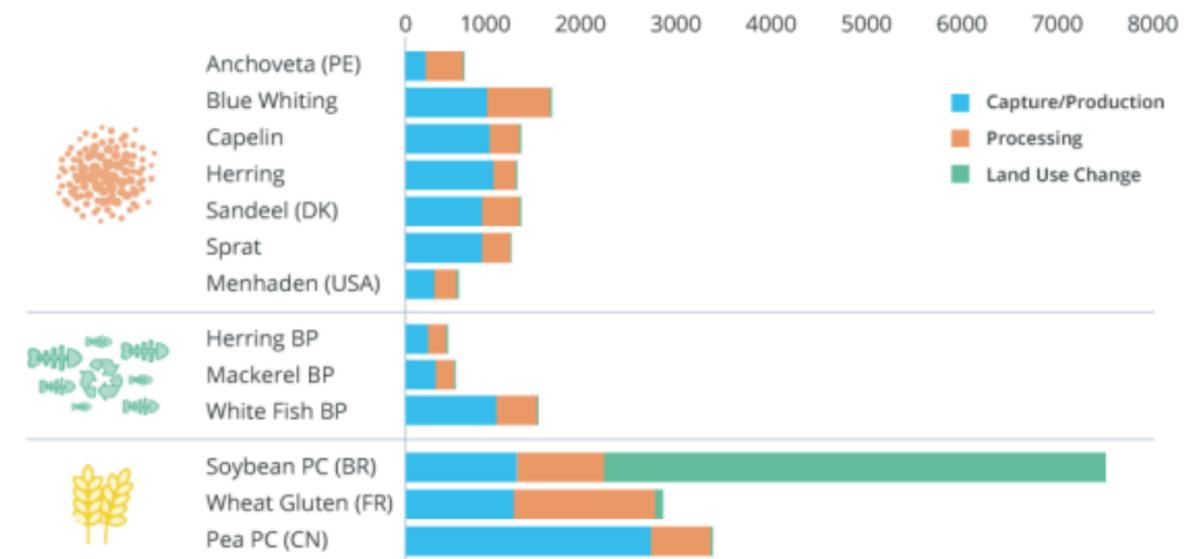
Standar Pakan ASC (*ASC Feed Standard*) mewajibkan sumber bahan baku yang bertanggung jawab, baik yang berasal dari laut (melalui rasio ketergantungan pada ikan pakan liar/FFDR) maupun dari komponen terestrial. Perhitungan FFDR mengecualikan produk sampingan untuk menyoroti dampak langsung terhadap perikanan tangkap, sehingga meningkatkan transparansi.

c. Kesenjangan Kebijakan

Standar Pakan ASC (*ASC Feed Standard*) mewajibkan sumber bahan baku yang bertanggung jawab, baik yang berasal dari laut (melalui rasio ketergantungan pada ikan pakan liar/FFDR) maupun dari komponen terestrial. Perhitungan FFDR mengecualikan produk sampingan untuk menyoroti dampak langsung terhadap perikanan tangkap, sehingga dapat meningkatkan transparansi kebijakan [11].

c. Tekanan Regulasi dan Ekonomi

CARBON FOOTPRINT (KG CO₂ EQ. PER TONNE OF PRODUCT)

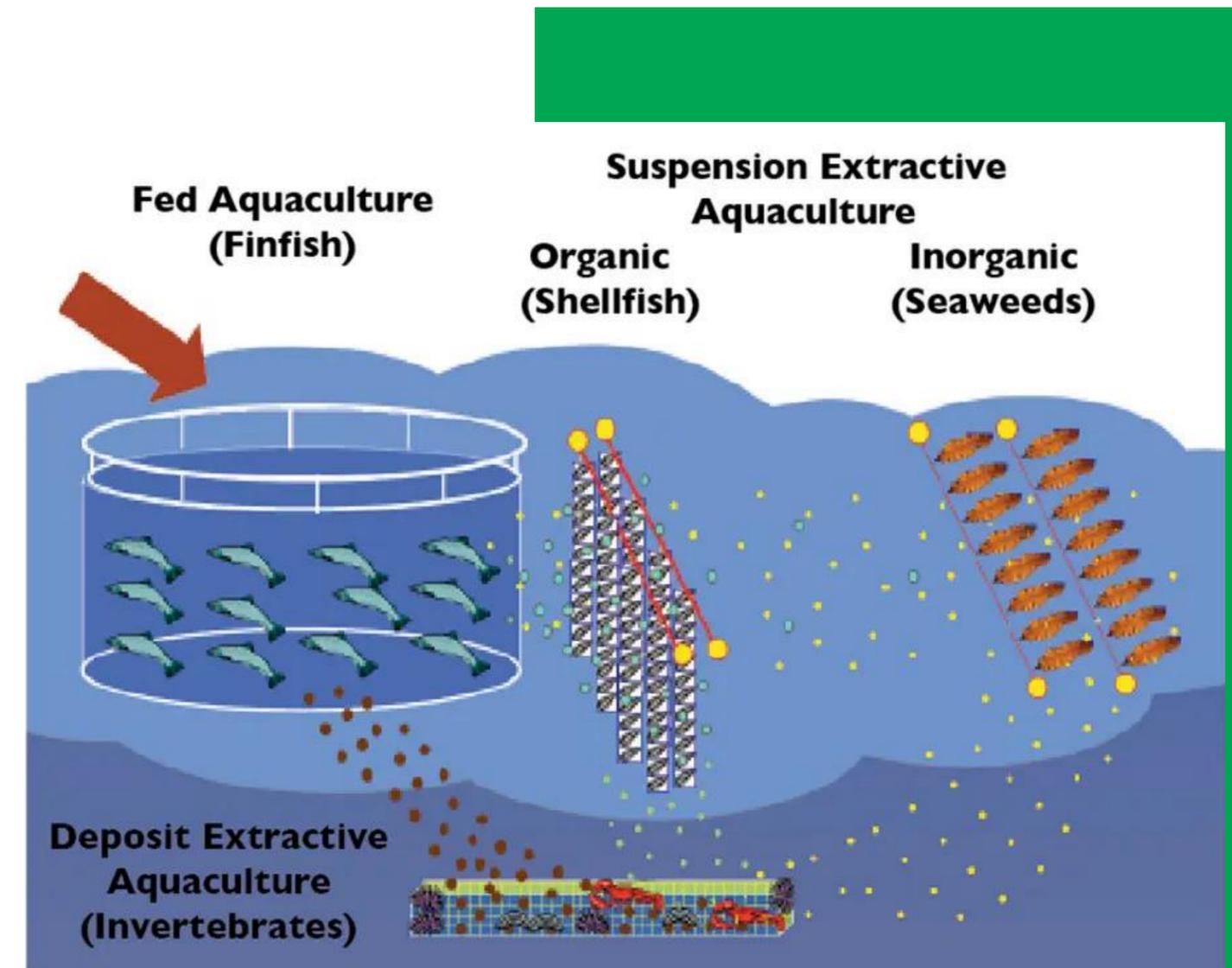


Source: based on data provided by Dr Richard Newton. University of Stirling, UK



d. Solusi Inovatif untuk Mengurangi Ketergantungan

- **Protein serangga:** Larva *Black Soldier Fly* (BSF) mampu mengonversi limbah organik menjadi tepung berprotein tinggi (50–80%). Hasil penelitian telah menunjukkan bahwa ikan yang diberi pakan berbasis BSF memiliki pertumbuhan dan imunitas yang lebih baik. Namun, perluasan produksi masih menghadapi kendala karena biaya yang cukup tinggi (~€2.500–4.000/ton) [12].
- **Alga dan minyak mikrobial:** Minyak yang berasal dari alga mampu mereplikasi manfaat asam lemak omega-3 dari minyak ikan tanpa memanfaatkan sumber daya laut. Beberapa perusahaan, seperti Cargill dan Biomar, telah mulai mengintegrasikan minyak berbasis alga ke dalam pakan, meskipun skalabilitas produksi masih terbatas.
- **Sistem sirkular:** Akuakultur multitrófik terpadu (*Integrated Multi-Trophic Aquaculture/IMTA*) telah memanfaatkan organisme penyaring, seperti kerang-kerangan dan rumput laut untuk mendaur ulang limbah dari budidaya ikan bersirip. Pendekatan tersebut mendukung pengurangan pencemaran nutrien serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya [13].



a. Kompetisi sumber daya:

Ikan pelagis kecil yang digunakan sebagai bahan baku nutrisi ikan (*fishmeal/FM*) dan minyak ikan (*fish oil/FO*) merupakan sumber pangan yang penting bagi masyarakat, khususnya di kawasan Afrika Barat. Permintaan dari sektor akuakultur berpotensi mengalihkan sumber daya tersebut, sehingga dapat memperburuk kerentanan terhadap ketahanan pangan [10].

b. Kerentanan Lapangan Kerja:

Lebih dari 36 juta orang telah bergantung pada perikanan dan akuakultur sebagai sumber mata pencaharian. Krisis pakan dapat mengancam keberlangsungan petani skala kecil yang tidak memiliki akses terhadap alternatif pakan berkelanjutan [11].



e. Implikasi Sosial Ekonomi dan Ketahanan Pangan



a. Formulasi Pakan Berbasis Ekosistem

Memprioritaskan penggunaan bahan pakan dengan jejak air dan lahan yang rendah, seperti alga atau nutrisi serangga dengan tetap menjaga keseimbangan nutrisi.

b. Harmonisasi Kebijakan

Penerapan standar global seperti metrik *Forage Fish Dependency Ratio* (FFDR) dari ASC dan mendorong penggunaan alternatif FM/FO melalui subsidi atau insentif pajak.

c. Investasi Teknologi

Pengembangan budidaya serangga melalui model produksi terpisah (pemisahan antara pembiakan dan pembesaran) dan memanfaatkan kedekatan dengan sumber limbah untuk menurunkan biaya produksi.

d. Kesadaran Konsumen

Mendorong konsumsi produk perikanan bersertifikat berkelanjutan guna meningkatkan permintaan pasar terhadap pakan yang bersumber secara bertanggung jawab.

Kesimpulan

Ketergantungan sumber daya dalam akuakultur menegaskan pentingnya keseimbangan antara pemenuhan kebutuhan protein global dan pelestarian ekosistem. Meskipun inovasi seperti protein serangga dan sistem akuakultur multitrofik terintegrasi (IMTA) menjanjikan solusi melalui perubahan sistemik yang hanya dapat dicapai melalui upaya terpadu lintas kebijakan, industri, dan perilaku konsumen. Pengurangan ketergantungan pada ikan tangkapan liar serta mitigasi dampak dari pakan berbasis darat akan menjadi kunci dalam mewujudkan “*transformasi biru*” yang berkelanjutan.



3. Ketidakstabilan Ekonomi & Pasar

- Sektor perikanan dan akuakultur sedang menghadapi ketidakstabilan ekonomi dan pasar yang signifikan dan dipengaruhi oleh ketegangan geopolitik, fluktuasi permintaan, tantangan produksi, serta ketidakpastian regulasi.
- **Faktor Kritis:**
 1. Ketegangan Geopolitik dan Risiko Perdagangan
 2. Biaya Produksi dan Volatilitas Harga Pakan
 3. Tekanan dari Sisi Permintaan Konsumen
 4. Tantangan Biologis dan Lingkungan
 5. Risiko Regulasi dan Kebijakan
 6. Inovasi Teknologi dan Operasional



a. Tekanan Geopolitik dan Risiko Perdagangan

- Tarif dan Pembatasan Perdagangan**
 Potensi penerapan tarif baru oleh Amerika Serikat di bawah pemerintahan yang akan datang, khususnya terhadap Tiongkok (produsen dan eksportir terbesar hasil perikanan dunia), berisiko mengganggu perdagangan global hasil laut. Amerika Serikat sendiri bergantung pada impor untuk menghasilkan lebih dari 80% konsumsi hasil lautnya, sehingga sangat rentan terhadap kebijakan semacam tersebut [13].
- Ketidakpastian Akses Pasar**
 Konflik geopolitik, seperti perang Rusia-Ukraina terus memberikan tekanan pada rantai pasok global serta meningkatkan biaya bahan bakar, transportasi, dan bahan baku pakan.



b. Biaya Produksi dan Volalitas Harga Pakan

- Ketergantungan pada Pakan**
 Pakan menyumbang hingga 70% dari total biaya operasional akuakultur. Fluktuasi harga nutrisi tepung ikan, kedelai, dan jagung, yang diperparah oleh disrupsi iklim serta dinamika geopolitik, secara langsung memengaruhi tingkat profitabilitas.
- Kesenjangan Produksi Pakan Regional**
 Produksi pakan akuakultur di Eropa meningkat sebesar 2,1% pada tahun 2024 akibat penerapan praktik berkelanjutan dan kemajuan teknologi. Sebaliknya, kawasan Asia-Pasifik dan Amerika mengalami penurunan masing-masing sebesar -1,7% dan -3,7%, yang dipicu oleh wabah penyakit dan instabilitas ekonomi [14].

JALA

Industri udang mesti waspada!

Pemberlakuan tarif ini memicu ketidakpastian. Pelaku industri mulai menahan pengeluaran dan daya saing udang Indonesia terancam menurun karena Ekuador dan India mendapat tarif yang lebih rendah.

Country	Tariffs Charged to the U.S.A. including Currency Manipulation and Trade Barriers	U.S.A. Discounted Reciprocal Tariffs
Peru	10%	10%
Ecuador	12%	10%
Norway	30%	15%
Costa Rica	17%	10%
Jordan	40%	20%
India	52%	26%
United Arab Emirates	10%	10%
New Zealand	20%	10%
Argentina	10%	10%
Indonesia	64%	32%
Guatemala	10%	10%
Honduras	10%	10%
Madagascar	93%	47%



c. Tekanan Permintaan

- **Lemahnya Daya Beli Konsumen**
Inflasi dan ketidakpastian ekonomi menyebabkan penurunan permintaan di pasar utama seperti Uni Eropa dan Amerika Serikat, dengan konsumen yang lebih memilih produk perikanan berharga rendah. Harga udang tetap tertekan akibat kelebihan pasokan, khususnya di Tiongkok, di mana volume impor terus menurun setiap bulan sejak Februari 2024 [13].
- **Perubahan Preferensi Konsumen**
Generasi Z menunjukkan peningkatan permintaan terhadap produk yang dianggap lebih sehat serta transparansi dalam praktik sumber daya. Hal ini mendorong produsen untuk menerapkan praktik berkelanjutan dan dapat ditelusuri, yang dapat meningkatkan biaya operasional.



d. Tantangan Biologis dan Lingkungan

- **Wabah Penyakit**
Tingginya tingkat mortalitas akibat penyakit seperti *Salmon Rickettsial Syndrome* (SRS) di Chili dan serangan kutu laut di Norwegia telah mengganggu produksi. Sebagai contoh, pertumbuhan salmon di Norwegia pada tahun 2024 terbatas hanya 1–2% akibat kendala biologis.
- **Tekanan Lingkungan Regional**
Peristiwa cuaca ekstrem, seperti fenomena El Niño yang memicu ledakan alga di Chili, serta peningkatan suhu perairan, menekan panen dini dan mengurangi biomassa, sehingga mengganggu stabilitas pasok ikan.



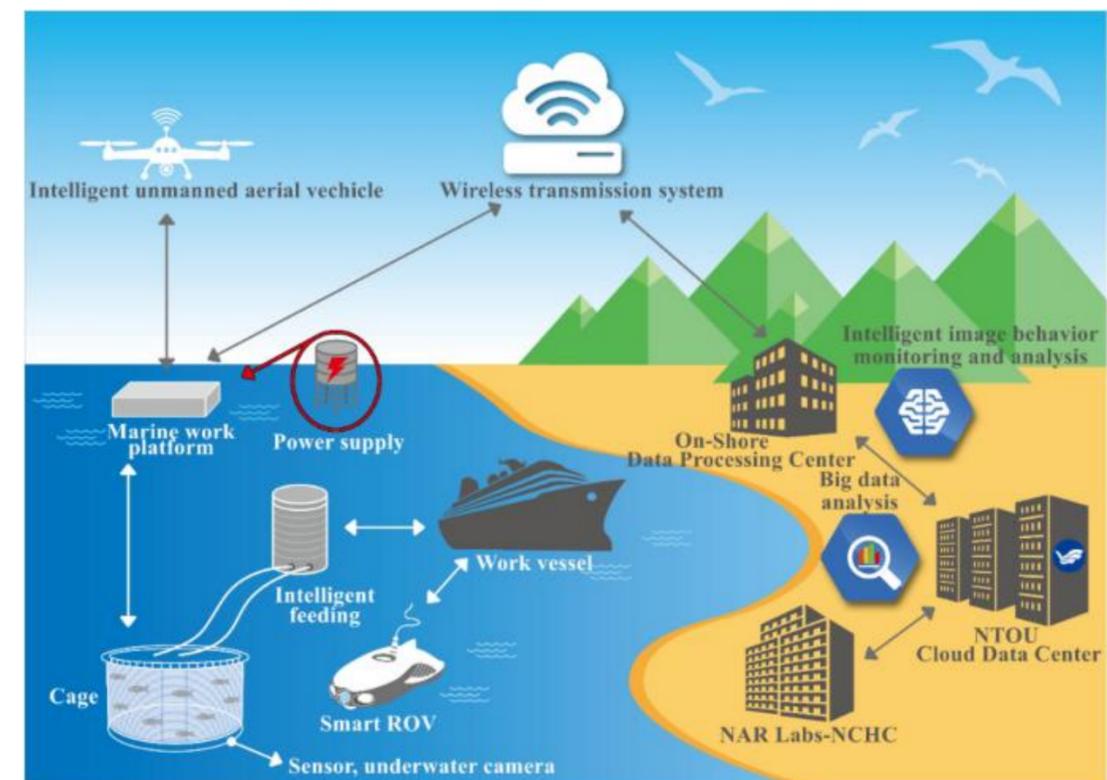
e. Risiko Peraturan dan Kebijakan

- **Subsidi Berbahaya:** OECD melaporkan bahwa 65% subsidi perikanan global berisiko mendorong penangkapan ikan berlebihan dan praktik ilegal, terutama di wilayah dengan sistem pengelolaan yang lemah [15].
- **Penundaan Legislatif:** RUU Pertanian AS, diperlukan untuk memperluas dukungan USDA kepada produsen makanan laut (misalnya, akses ke kredit, dan pelabelan Amerika) kemudian menghadapi penundaan, dan meninggalkan dana bantuan bencana sebesar \$31 miliar yang tidak pasti untuk akuakultur.



f. Inovasi Teknologi dan Operasional

- **AI dan Otomatisasi:** Penerapan AI untuk memantau kesehatan ikan, mengoptimalkan pemberian makan, dan mengurangi limbah (misalnya, *AquaBrain* Net Afrika Selatan), meningkatkan efisiensi dengan investasi di depan.
- **Sistem Akuakultur Resirkulasi (RAS):** Teknologi RAS dapat mengurangi penggunaan air hingga 95% dan mengurangi risiko lingkungan, meskipun biaya modal yang tinggi membatasi penggunaan secara luas.



Strategi dan Peluang Mitigasi

- Diversifikasi dan Ketahanan:
 1. Memperluas spesies dengan permintaan yang stabil, seperti ikan pangasius (+7% pertumbuhan) dan ikan nila (+5%) yang kurang bergantung pada pasar.
 2. Berinvestasi dalam ekonomi sirkular, seperti menggunakan limbah pengolahan ikan untuk pakan dalam mengurangi biaya dan meningkatkan keberlanjutan.
- Penyelarasan Kebijakan:
 1. Advokasi reformasi untuk mengalihkan subsidi ke penilaian saham, penegakan hukum, dan adaptasi iklim.
- Adaptasi Pasar:
 1. Meningkatkan ketertelusuran dan sertifikasi (misalnya, standar MSC atau ASC) untuk memenuhi permintaan konsumen akan keberlanjutan.

KESIMPULAN

Ketidakstabilan ekonomi dan pasar dalam perikanan dan akuakultur berasal dari interaksi kompleks faktor geopolitik, lingkungan, dan peraturan. Sementara tantangan seperti perang dagang, biaya pakan, wabah penyakit, inovasi dalam teknologi, reformasi kebijakan, dan diversifikasi pasar strategis yang menawarkan jalur menuju ketahanan. Pemangku kepentingan harus memprioritaskan kolaborasi di seluruh rantai pasokan, mengadvokasi subsidi yang seimbang, dan mengadopsi praktik adaptif untuk menavigasi lanskap yang bergejolak ini.



4. Masalah Sosial & Etika

- Sektor perikanan dan akuakultur telah menghadapi tantangan sosial dan etika yang signifikan, mulai dari eksploitasi tenaga kerja hingga pemindahan budaya. Isu-isu tersebut telah bersinggungan dengan kelestarian lingkungan dan kesetaraan ekonomi yang membutuhkan reformasi sistemik.

Masalah Kritis:

1. Eksploitasi Tenaga Kerja dan Pelanggaran Hak Asasi Manusia
2. Akses Sumber Daya yang Tidak Adil
3. Masalah Etis dalam Praktik Produksi
4. Pengungsian Budaya dan Masyarakat
5. Ketahanan dan Kesetaraan Pangan
6. Sertifikasi dan Greenwashing



a. Eksploitasi Tenaga Kerja dan Pelanggaran HAM

- **Kerja Paksa dan Perbudakan Modern:** Armada penangkapan ikan industri, terutama di wilayah seperti Asia Tenggara, terkenal dengan praktik kerja paksa. Pekerja migran sering menghadapi jeratan utang, pemotongan upah, dan kondisi berbahaya. Laporan Departemen Tenaga Kerja AS 2023 mengidentifikasi makanan laut sebagai sektor berisiko tinggi untuk kerja paksa.
- **Pekerja Anak:** Perikanan skala kecil di negara-negara berkembang (misalnya, Afrika Barat) mempekerjakan anak-anak dalam tugas-tugas berbahaya seperti menyelam atau memperbaiki jaring hingga merampas pendidikan mereka dan membuat mereka terkena cedera.

b. Akses Sumber Daya yang Tidak Merata

- **Marjinalisasi Nelayan Skala Kecil:** Armada industri dan operasi akuakultur sering menggusur nelayan artisanal, yang berkontribusi ~50% dari tangkapan ikan global dan mempekerjakan 90% pekerja di sektor ini. Di India, peternakan udang telah merambah tempat penangkapan ikan tradisional, memicu konflik.
- **Ketidaksetaraan Gender:** Perempuan, yang mewakili 50% dari pekerja dalam peran pasca panen (misalnya, pengolahan dan pemasaran) diperlakukan adanya kesenjangan upah, kekuatan pengambilan keputusan yang terbatas, dan kondisi kerja yang tidak aman. Di Ghana, pengolah ikan dari pekerja wanita yang berpenghasilan 30% lebih rendah daripada rekan-rekan pria.

13 kapal penangkap ikan asing yang diduga di mana 34 nelayan migran Indonesia telah melaporkan kondisi yang menunjukkan tanda-tanda kerja paksa. Empat keluhan utama telah diidentifikasi: penipuan yang melibatkan 11 kapal penangkap ikan asing; pemotongan upah yang melibatkan 9 kapal penangkap ikan asing; lembur berlebihan yang melibatkan 8 kapal penangkap ikan asing; Pelecehan fisik dan seksual yang melibatkan 7 kapal penangkap ikan asing – Greenpeace & SBMI



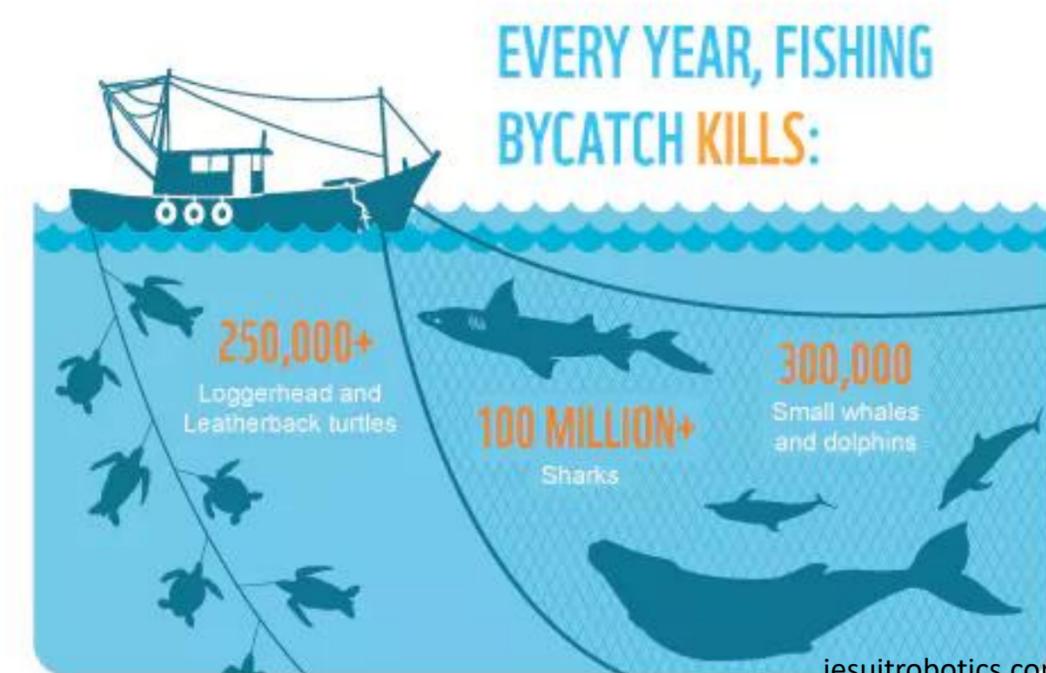
c. Masalah Etis dalam Praktik Produksi

- **Tangkapan sampingan dan kesejahteraan hewan:** Alat tangkap non-selektif, seperti pukat dan jaring insang dapat membunuh jutaan spesies non-target setiap tahun, termasuk kura-kura dan burung laut yang terancam punah. Dalam akuakultur, kondisi pengelolaan penuh pada kandang salmon dapat menyebabkan stres, penyakit, dan tingkat kematian yang tinggi, menimbulkan pertanyaan etis tentang perawatan hewan.
- **Penggunaan antibiotik yang berlebihan:** Dilakukan untuk mencegah penyakit dalam akuakultur intensif, terdapat antibiotik seperti oksitetrasiklin yang digunakan secara berlebihan dapat berpengaruh pada resistensi antimikroba (AMR). Di Vietnam, sebesar 75% peternakan udang melebihi dosis antibiotik yang direkomendasikan.



d. Perpindahan Budaya dan Masyarakat

- **Hilangnya praktik adat:** Proyek perikanan dan akuakultur industri sering mengabaikan pengetahuan tradisional dan sistem tenurial. Di Kanada, budidaya salmon pada wilayah adat telah mengganggu praktik budaya dan kedaulatan pangan.
- **Perampasan masyarakat pesisir:** Akuakultur skala besar, seperti tambak udang Ekuador sering mengubah mangrove dan lahan basah, menggusur masyarakat yang bergantung pada ekosistem untuk mata pencaharian dan perlindungan badai.



e. Ketahanan dan Kesetaraan Pangan

- Penangkapan ikan yang berlebihan dan akses pangan lokal terjadi pada perikanan yang berorientasi ekspor merampas sumber protein masyarakat pesisir. Di Afrika Barat, 30-50% tangkapan ikan dialihkan ke pasar luar negeri atau produksi tepung ikan, memperburuk kekurangan gizi.
- Konsolidasi Perusahaan dapat melalui integrasi vertikal dalam akuakultur (misalnya, perusahaan salmon Norwegia yang menguasai 70% produksi global) dilakukan dengan memusatkan keuntungan, meminggirkan petani kecil dan menggelembungkan harga konsumen.

Tingkat kesalahan pelabelan makanan laut secara keseluruhan dan berdasarkan kelompok makanan laut di Australia sebagai persentase label yang tidak cocok dengan spesies yang diidentifikasi oleh analisis genomik DNA

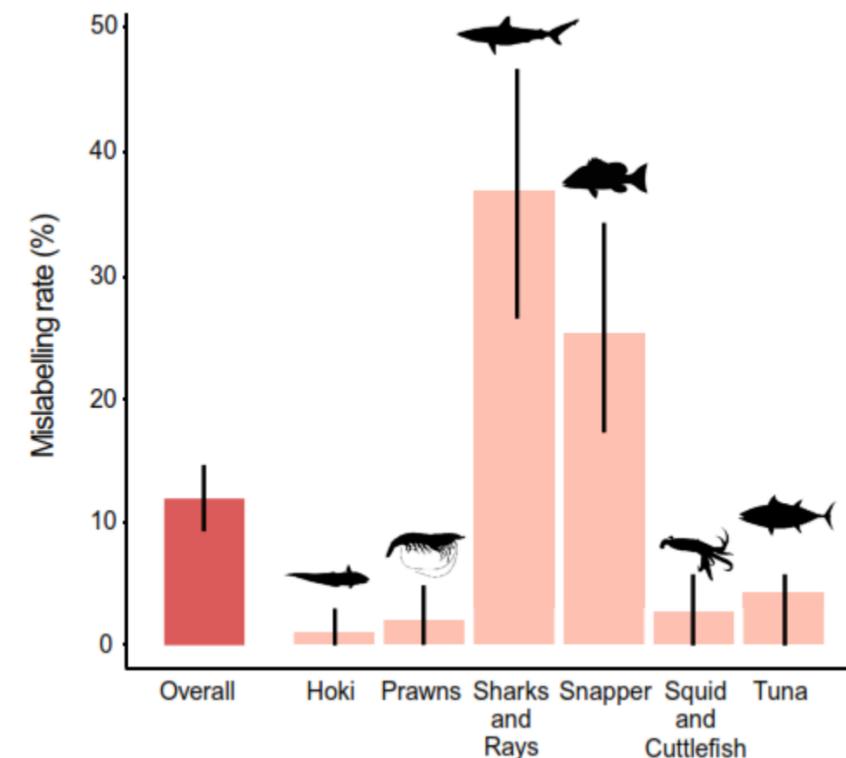
Cundy et al., 2023



Co-funded by
the European Union

f. Sertifikasi dan *Greenwashing*

- **Standar pengecualian:** Skema sertifikasi seperti MSC (*Marine Stewardship Council*) atau ASC (*Aquaculture Stewardship Council*) ditemukan sering mengecualikan nelayan skala kecil karena biaya tinggi dan rintangan birokrasi. Hanya sebesar 15% perikanan global yang bersertifikat, terutama operasi industri.
- **Kesalahan dalam pelabelan dan penipuan:** Sebesar 30% makanan laut salah label dan dapat menutupi tangkapan ilegal atau praktik tidak etis. Misalnya, tambak udang "organik" di Asia Tenggara telah dikaitkan dengan perusakan mangrove dan penyalahgunaan tenaga kerja.



(Washington Post illustration; iStock)

- **Memperkuat Hak-hak Buruh:**
- Menegakkan konvensi Kerja dalam penangkapan Ikan ILO (C188) untuk melindungi hak-hak nelayan.
- Bermitra dengan LSM seperti *Environmental Justice Foundation* untuk memantau rantai pasok ikan.

- **Memberdayakan Pelaku Skala Kecil:**
- Menerapkan pengelolaan perikanan berbasis masyarakat (misalnya, Hak penggunaan teritorial dalam perikanan dan TURF) untuk mengamankan akses sumber daya.
- Memberikan subsidi bagi petani kecil untuk penerapan praktik berkelanjutan dan mengakses sertifikasi.

- **Reformasi Produksi Etis:**
- Menghapus alat bantu merusak (misalnya, pukot dasar) dan mewajibkan pengaplikasian perangkat dalam pengurangan tangkapan sampingan.
- Mempromosikan akuakultur multi-trofik terpadu (IMTA) untuk meningkatkan kesejahteraan hewan dan mengurangi limbah.
-
- **Transparansi dan Ketertelusuran:**
- Mengadopsi *blockchain* atau kode batang DNA (misalnya, *TRUfish*) untuk memverifikasi sumber dan mengantisipasi penipuan.
- Mewajibkan uji tuntas hak asasi manusia dalam rantai pasok perusahaan di bawah kerangka kerja, seperti “Petunjuk Uji Tuntas Keberlanjutan Perusahaan UE”.

Strategi Mitigasi (2)

- e. Kerangka Budaya dan Kesetaraan:
Mengakui hak-hak masyarakat adat melalui perjanjian pengelolaan bersama, seperti pengelolaan salmon Namgis First Nation Kanada.
Memprioritaskan ketahanan pangan lokal dalam kebijakan perdagangan dan mempersiapkan persentase hasil tangkapan untuk pasar domestik.



KESIMPULAN

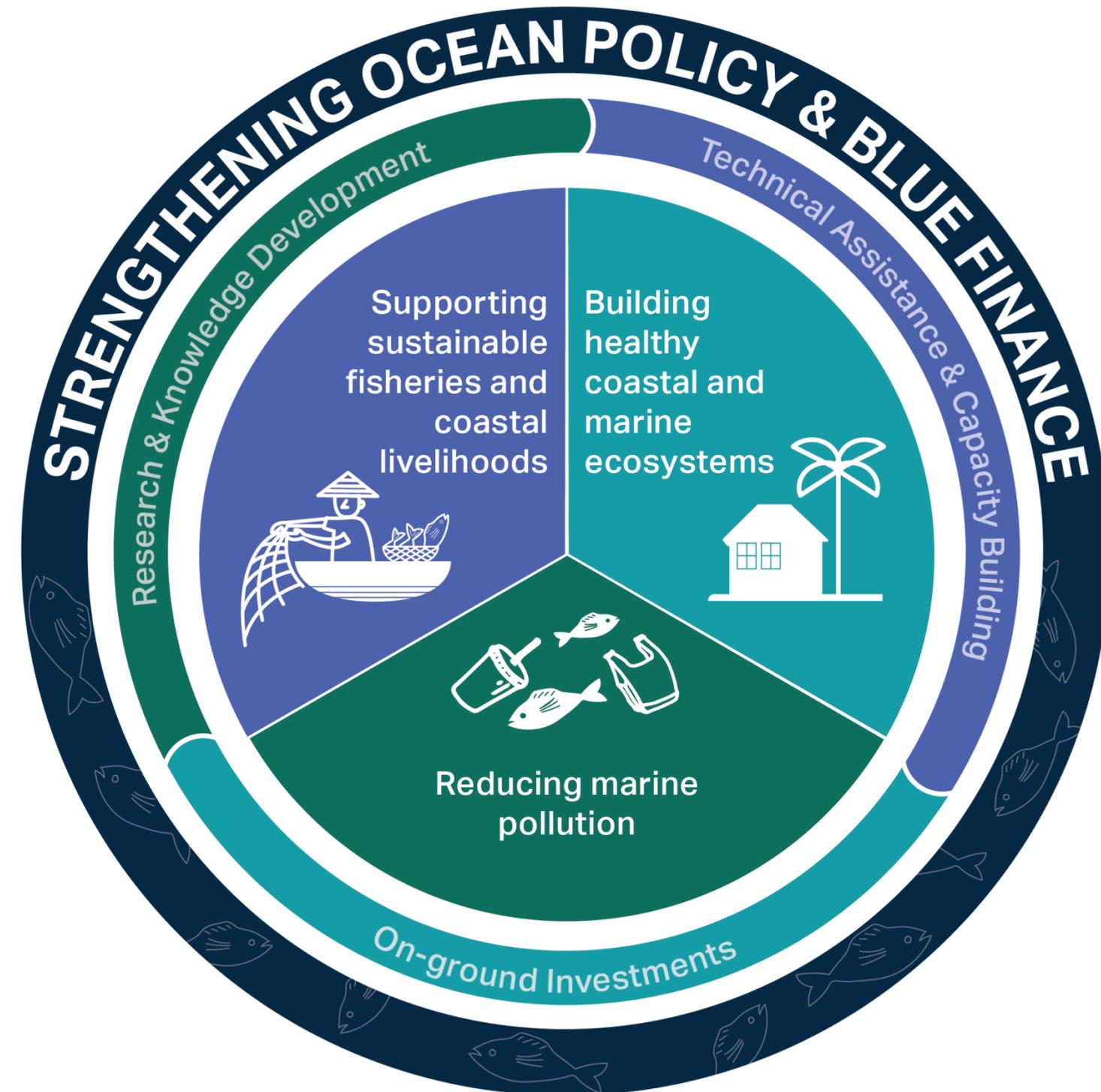
Masalah sosial dan etika dalam perikanan dan akuakultur sangat terkait dengan kelestarian lingkungan dan ekonomi. Mengatasi masalah ini membutuhkan langkah dalam memprioritaskan hak asasi manusia, distribusi sumber daya yang adil, dan pelestarian budaya di samping pengelolaan ekologis. Pemerintah, perusahaan, dan konsumen harus berkolaborasi untuk membongkar sistem eksploitatif dan mendorong transisi yang adil menuju produksi makanan laut yang etis. Menurut Agenda Transformasi Biru FAO, yaitu keberlanjutan tidak dapat dicapai tanpa kesetaraan sosial sebagai intinya.



5. Kesenjangan tata kelola & kebijakan

Sektor perikanan dan akuakultur Indonesia sangat penting bagi ekonomi, ketahanan pangan, dan mata pencaharian pesisir. Namun, tantangan tata kelola sistemik dan kesenjangan kebijakan dapat mengancam keberlanjutan, kesetaraan, dan kelangsungan hidup jangka panjang.

- **Masalah utama:**
- Kerangka peraturan yang tidak efektif
- Penegakan peraturan yang masih lemah dan penangkapan IUU
- Alokasi sumber daya yang tidak merata
- Tantangan khusus akuakultur
- Ketidaksielarasan iklim dan keanekaragaman hayati
- Tata kelola global dan tekanan pasar



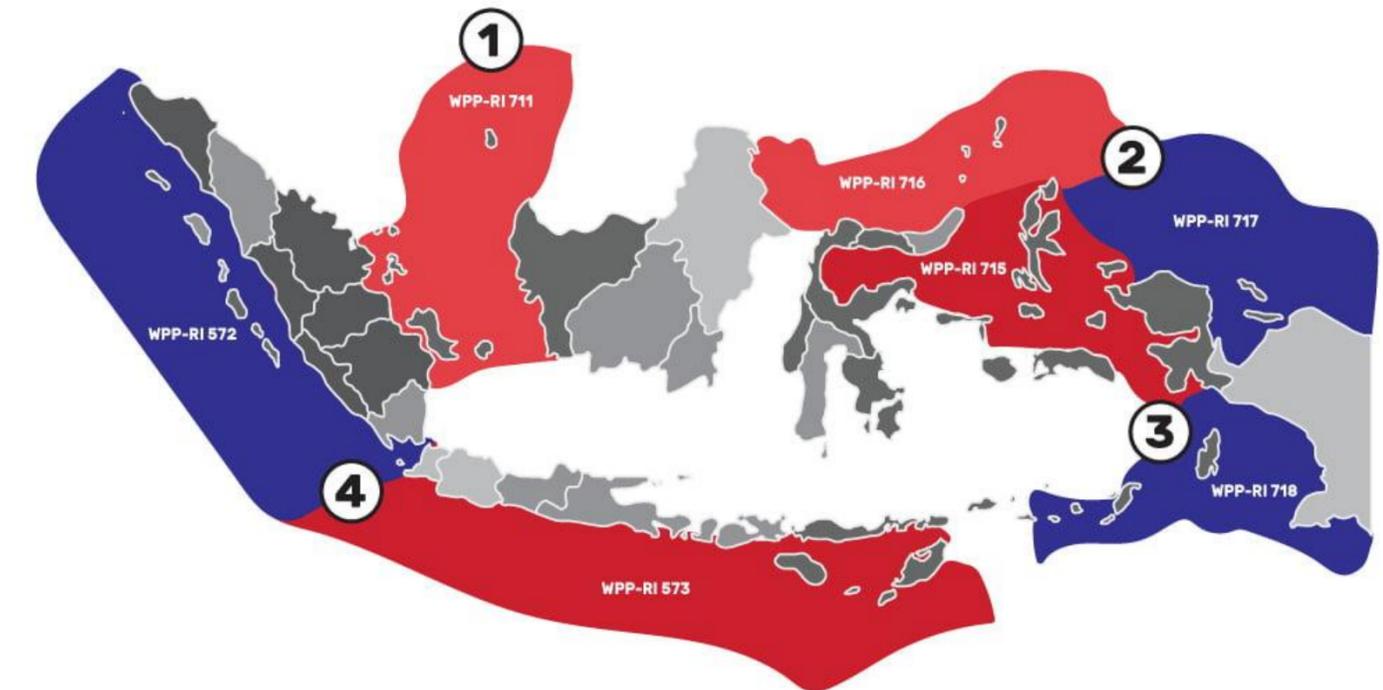
a. Kerangka Peraturan yang Tidak Efektif

- **Kelebihan kapasitas dan Penangkapan Ikan Berlebih:** Kebijakan dengan tujuan untuk membatasi upaya penangkapan ikan, perairan Indonesia tetap penuh sesak dengan 90% kapal penangkap ikan beroperasi di zona yang dieksploitasi secara berlebihan. Sistem berbasis kuota yang efektif di negara-negara seperti Selandia Baru telah melakukan penerapan secara terbatas karena kendala kelembagaan dan dominasi perikanan skala kecil yang mempersulit pemantauan dan penegakan hukum [16].
- **Kegagalan Zonasi Akuakultur:** Perluasan tambak udang yang tidak diatur dalam peraturan telah menghancurkan 20–50% mangrove di wilayah seperti Ekuador dan Bangladesh hingga melanggar komitmen internasional seperti Konvensi Ramsar [16]. Dalam pola serupa di Indonesia dapat mengancam ekosistem pesisir, meski terdapat upaya baru untuk memprioritaskan praktik berkelanjutan di bawah kerangka "ekonomi biru".

Indonesia menerapkan sistem pengelolaan perikanan berbasis kuota untuk memastikan pemanfaatan sumber daya ikan yang berkelanjutan dan optimal. Sistem tersebut dikenal sebagai Tangkapan Perikanan Terukur (PIT) atau Penangkapan Ikan Berbasis Kuota, menetapkan kuota tangkapan untuk berbagai sektor dan wilayah perikanan. Bertujuan untuk mencegah penangkapan ikan berlebihan dan melindungi ekosistem laut sambil mempromosikan industri perikanan dan ekspor



Indonesia's Quota-Based Commercial Fishing Zones



① Zone 1
Areas covered: 711
Quota: 473,000 tons/annum
Estimated profit: USD 911.67 million

② Zone 2
Areas covered: 716 and 717
Quota: 738,000 tons/annum
Estimated profit: USD 1.1 billion

③ Zone 3
Areas covered: 715 and 718
Quota: 2.2 million tons/annum
Estimated profit: USD 3.2 billion

④ Zone 4
Areas covered: 572 and 573
Quota: 1.4 million tons/annum
Estimated profit: USD 2.4 billion

b. Penegakan Lemah dan Penangkapan Ikan IUU

- Perdagangan Puerulus Ilegal:** Penyelundupan lobster remaja (*Puerulus*) masih berlanjut meski ada larangan ekspor. Hal tersebut didorong oleh permintaan yang tinggi di Vietnam dan adanya praktik korupsi. Perdagangan ilegal telah merugikan Indonesia ~\$90 juta per tahun dalam kerugian ekonomi dan merusak pertumbuhan akuakultur domestik [17].
- Pemantauan yang kurang memadai:** Didapatkan hanya sebesar 30% negara yang mempublikasikan data perikanan untuk dapat diakses dan Indonesia berjuang dengan penangkapan ikan IUU karena kapasitas pengawasan yang terbatas. Misalnya, 40% armada Tiongkok di perairan Indonesia beroperasi tanpa sistem pelacakan wajib [17].



11 FAKTA IUU FISHING



6 NEGARA PELAKU UTAMA IUU FISHING

1

100

ARMADA KAPAL IUU FISHING KAPASITAS 80-3000 GT YANG DIMILIKI OLEH MASING-MASING NEGARA YANG BEROPERASI DI PERAIRAN INDONESIA

2

PANJANG JARING KAPAL IUU FISHING BERKISAR ANTARA 10 - 399KM TERGANTUNG PADA UKURAN KAPALNYA (80 - 3000 GT)

3



6 NEGARA PELAKU SAMPINGAN IUU FISHING

4



1 SURAT IZIN, UNTUK 5 - 10 KAPAL YANG TIDAK BERIJIN (ILEGAL), MEMILIKI BENDERA GANDA, BENDERA INDONESIA DAN BENDERA NEGARA ASALNYA

5



PANJANG INDONESIA DARI SABANG - MERAUKE HANYA 5150KM, JIKA ADA 10 KAPAL IUU DENGAN PANJANG JARING 399KM MAKA JARING KAPAL ITU MENUTUPI 77% PANJANG INDONESIA

6

90%

ABK KAPAL IALAH WNA YANG TIDAK BAYAR PAJAK

8



KAPAL IUU JUGA SERING

MENYELUNDUPKAN SEGALA JENIS BARANG KE INDONESIA, TERMASUK NARKOTIKA. BERLAKU JAHAT KEPADA NELAYAN LOKAL DAN JUGA MERUSAK PERALATAN LAUT NELAYAN LOKAL

7

9

±30th



IUU FISHING SUDAH BERLANGSUNG

10



KERUGIAN NEGARA AKIBAT IUU FISHING MENCAIPI 300 TRILIUN PER-TAHUN

11



WILAYAH SELAT MALAKA, LAUT ARAFURA, LAUT CHINA SELATAN DAN SAMUDERA PASIFIK ADALAH WILAYAH YANG PALING TINGGI TINGKAT IUU FISHING ITU TERJADI



c. Alokasi Sumber Daya yang Tidak Adil

- **Marjinalisasi nelayan skala kecil:** Nelayan skala kecil yang berkontribusi ~50% dari tangkapan, seringkali tidak memiliki hak hukum atas tempat tangkapan ikan. Armada industri dan konsesi akuakultur (misalnya, 92% dikendalikan oleh lima perusahaan di Chili) telah mendominasi dan memperburuk ketimpangan sosial [16].
- **Subsidi berbahaya:** Didapatkan data lebih dari \$500 juta dalam subsidi tahunan menguntungkan armada industri dan memberi insentif penangkapan ikan berlebihan. Terdapat sepertiga subsidi yang mendukung praktik berkelanjutan, seperti kawasan lindung laut seperti Raja Ampat.



d. Tantangan Khusus Akuakultur

- **Penggunaan antibiotik secara berlebihan:** Nelayan skala kecil dengan kontribusi ~50% dari tangkapan, seringkali tidak memiliki hak hukum atas tempat penangkapan ikan. Armada industri dan konsesi akuakultur (misalnya, 92% dikendalikan oleh lima perusahaan di Chili) mendominasi, memperburuk ketimpangan sosial.
- **Kesenjangan Teknologi dan Infrastruktur:** Lebih dari \$500 juta dalam subsidi tahunan telah menguntungkan armada industri dengan memberi insentif penangkapan ikan berlebihan. Terdapat sepertiga subsidi yang mendukung praktik berkelanjutan, seperti kawasan lindung laut seperti Raja Ampat.
- **Keterbatasan sektor rumput laut:** Produksi musiman, infrastruktur yang buruk, dan kurangnya tempat penetasan komersial dapat menghambat potensi Indonesia sebagai pemimpin global. Namun kesenjangan kebijakan dalam pendanaan penelitian dan pengembangan kultivar tetap ada [18].



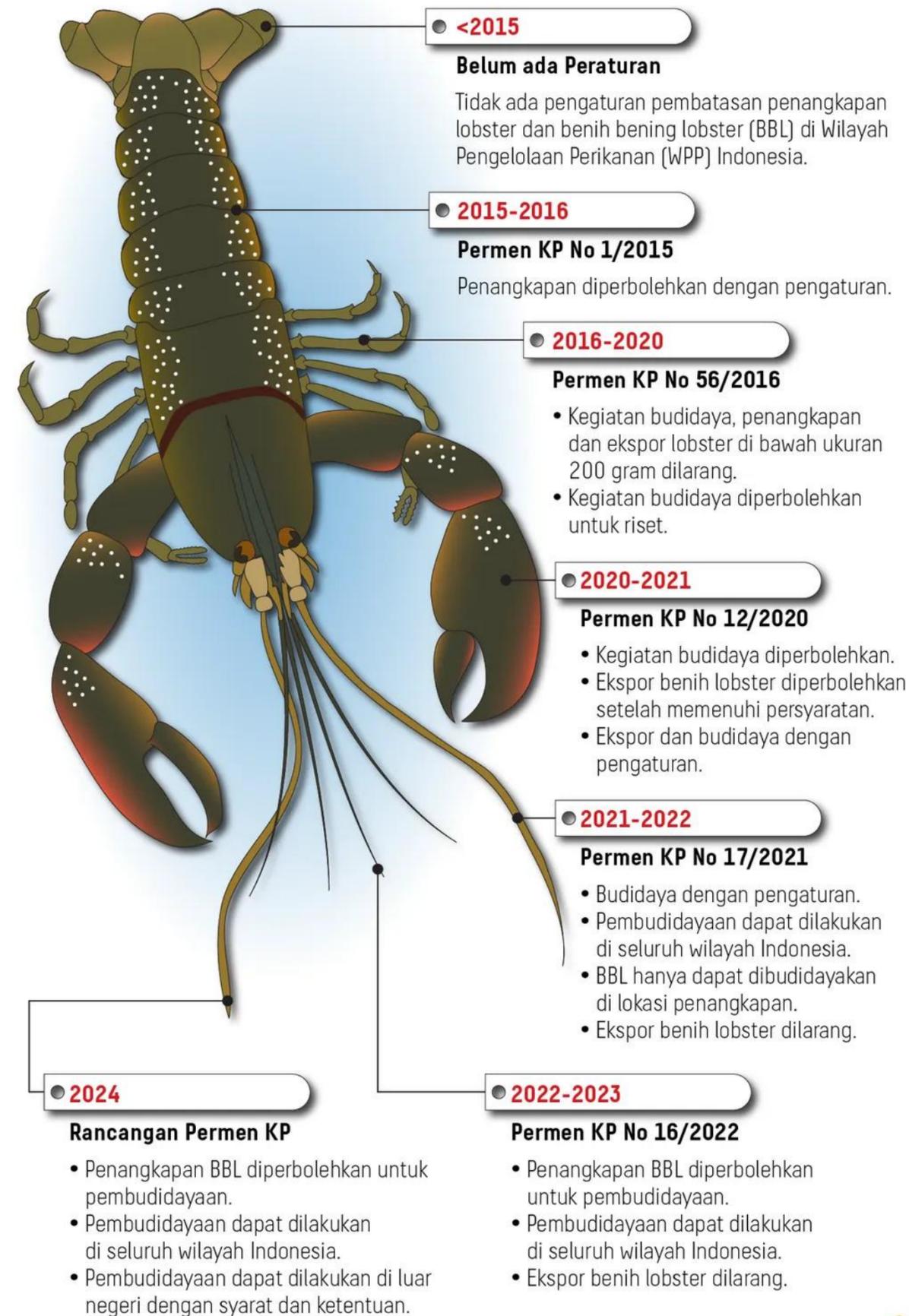
e. Ketidaksielarasan Iklim dan Keanekaragaman Hayati

- **Kurangnya manajemen adaptif:** Kebijakan perikanan sering mengabaikan dampak iklim, seperti pergeseran stok yang didorong oleh pemanasan. Tingkat kelangsungan hidup lobster *puerulus* Indonesia juga terancam oleh pemanasan perairan, tetapi kebijakan berfokus pada larangan ekspor dari pada ketahanan ekosistem [17].
- **Titik buta dalam pengelolaan keanekaragaman hayati:** Skema sertifikasi seperti ASC mengabaikan dampak kumulatif. Budidaya salmon di Norwegia mengurangi populasi ikan kod lokal sebesar 45% melalui infestasi kutu laut dengan risiko terhadap akuakultur Indonesia [16].

f. Tata Kelola Global dan Tekanan Pasar

- **Keterbatasan subsidi WTO:** Perjanjian WTO 2022 gagal menekan subsidi berbahaya dan membebaskan 80% armada global. Ketergantungan Indonesia pada ekspor (misalnya, udang ke AS dan UE) mengakibatkan dampak hambatan perdagangan, seperti penolakan FDA untuk pengiriman "berbobot pendek".
- **Pengecualian sertifikasi:** Produsen skala kecil akan mengusahakan sertifikasi mahal seperti MSC/ASC dan membatasi akses pasar. Hanya 15% perikanan global yang bersertifikat dan mendukung operator industri.

Perkembangan Regulasi Terkait Lobster



Sumber: Kementerian Kelautan dan Perikanan

Langkah Reformasi

1. **Memperkuat manajemen bersama:** Menerapkan model tata kelola adaptif, seperti yang terlihat di Malawi dan Uganda, mengintegrasikan pengetahuan local, dan data ilmiah untuk pembuatan kebijakan yang responsif.
2. **Transparansi berbasis teknologi:** Penerapan pelacakan *blockchain* dan pemantauan AI (misalnya, *FishFace*) untuk memerangi penangkapan ikan IUU, dan meningkatkan kepatuhan.
3. **Reformasi subsidi secara adil:** Pengalihan dana dalam mendukung nelayan skala kecil dan praktik berkelanjutan, seperti kawasan lindung laut Raja Ampat.
4. **Inovasi Akuakultur:** Skala sistem multi-trofik terintegrasi (IMTA) dan pakan berbasis serangga untuk mengurangi ketergantungan ikan liar.
5. **Kolaborasi Global:** Penyelarasan kebijakan dengan SDGs dan perjanjian regional (misalnya, ASEAN) untuk menyelaraskan standar dan mengantisipasi masalah lintas batas seperti penyelundupan *puerulus*.

KESIMPULAN

Kesenjangan tata kelola Indonesia dalam perikanan dan akuakultur berasal dari kebijakan yang terfragmentasi, defisit penegakan hukum, dan distribusi sumber daya yang tidak merata. Sementara itu, tindakan inisiatif seperti target penangkapan ikan berkelanjutan 2025 dan fokus *Shrimp Outlook 2025* pada biosekuriti menandakan adanya kemajuan, reformasi sistemik, memprioritaskan transparansi dan kesetaraan serta ketahanan iklim. Dengan pemanfaatan teknologi, manajemen bersama, dan kemitraan global, maka Indonesia dapat bertransisi dari eksploitasi sumber daya ke pengelolaan berkelanjutan, memastikan ketahanan pangan jangka panjang, dan kesehatan ekologis.

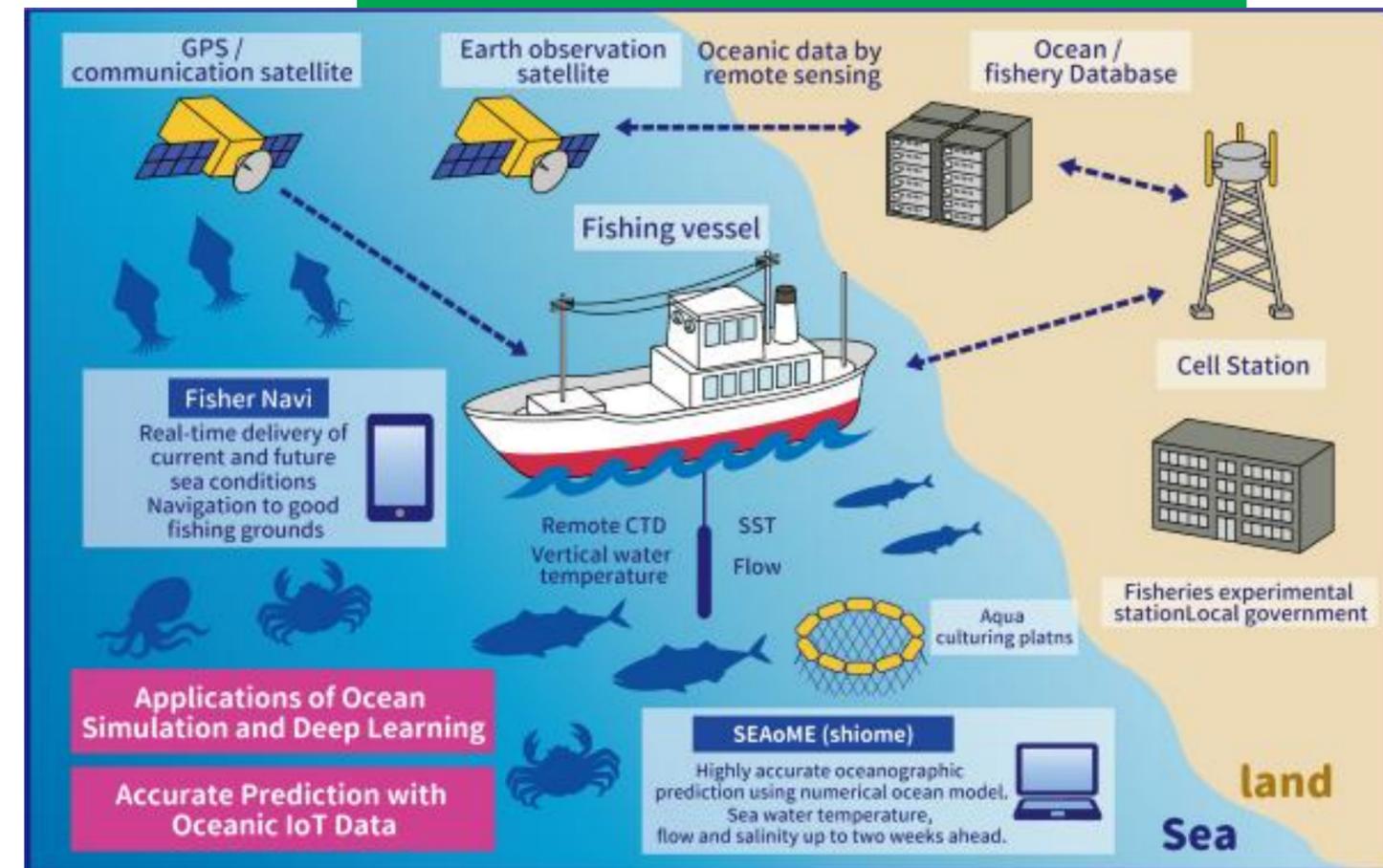


6. Kekurangan Teknologi & Inovasi

Sektor perikanan dan akuakultur di Indonesia, meski penting bagi ekonomi dan pasokan makanan laut global telah menghadapi kesenjangan teknologi dan inovasi yang signifikan hingga menghambat produktivitas, keberlanjutan, dan daya saing.

Tantangan Utama, yaitu:

1. Penerapan pemantauan terbatas dan otomatisasi lanjutan
2. Manajemen penyakit budidaya dan kekurangan *biosecurity*
3. Program genetik dan rekayasa pemuliaan yang kurang berkembang
4. Kesenjangan ketergantungan pakan dan keberlanjutan
5. Ketidaksetaraan akses infrastruktur dan teknologi
6. Tantangan pelacakan dan kepatuhan pasar



oceaneyes.co.jp

*Most of the analysis focused on current condition in Indonesia



a. Penerapan Pemantauan Secara Terbatas dan Otomatisasi Lanjutan

- **Pengumpulan data secara tidak efisien:** Terlepas dari inisiatif seperti FishFace, yang menggunakan kamera onboard untuk adopsi pemantauan tangkapan waktu nyata, tetap ada keterbatasan. Lebih dari 90% operasi penangkapan ikan Indonesia berskala kecil, tetapi masih terdapat kekurangan sumber daya untuk menerapkan teknologi yang menyebabkan praktik tidak diatur dan penangkapan ikan yang berlebihan [16].
- **Praktik pemberian makan secara manual:** Didapatkan banyak peternakan akuakultur yang mengandalkan pemberian makan manual hingga mengakibatkan pemberian makan berlebihan atau kurang, sumber daya yang terbuang, dan polusi. Aplikasi pengumpan otomatis dan sistem berbasis AI (misalnya, RAS) kurang dimanfaatkan meski dapat mengurangi limbah pakan sebesar 20–30%.



b. Manajemen Penyakit dan Kekurangan Biosekuriti

- **Respons penyakit reaktif:** Peternakan udang telah menghadapi prevalensi penyakit yang tinggi, seperti Vibrio dan sindrom bintik putih dengan hanya 10% yang mematuhi sertifikasi IndoGAP. Langkah-langkah *biosecurity* proaktif, seperti analisis mikrobioma dan pengujian patogen jarang terjadi karena dapat memperburuk tingkat kematian.
- **Penggunaan antibiotik secara berlebihan:** Didapatkan lebih dari 75% peternakan udang melebihi dosis antibiotik yang direkomendasikan hingga dapat mempercepat resistensi antimikroba (AMR) dengan alternatif seperti terapi atau pakan imunostimulan yang tidak diterapkan secara luas [19].



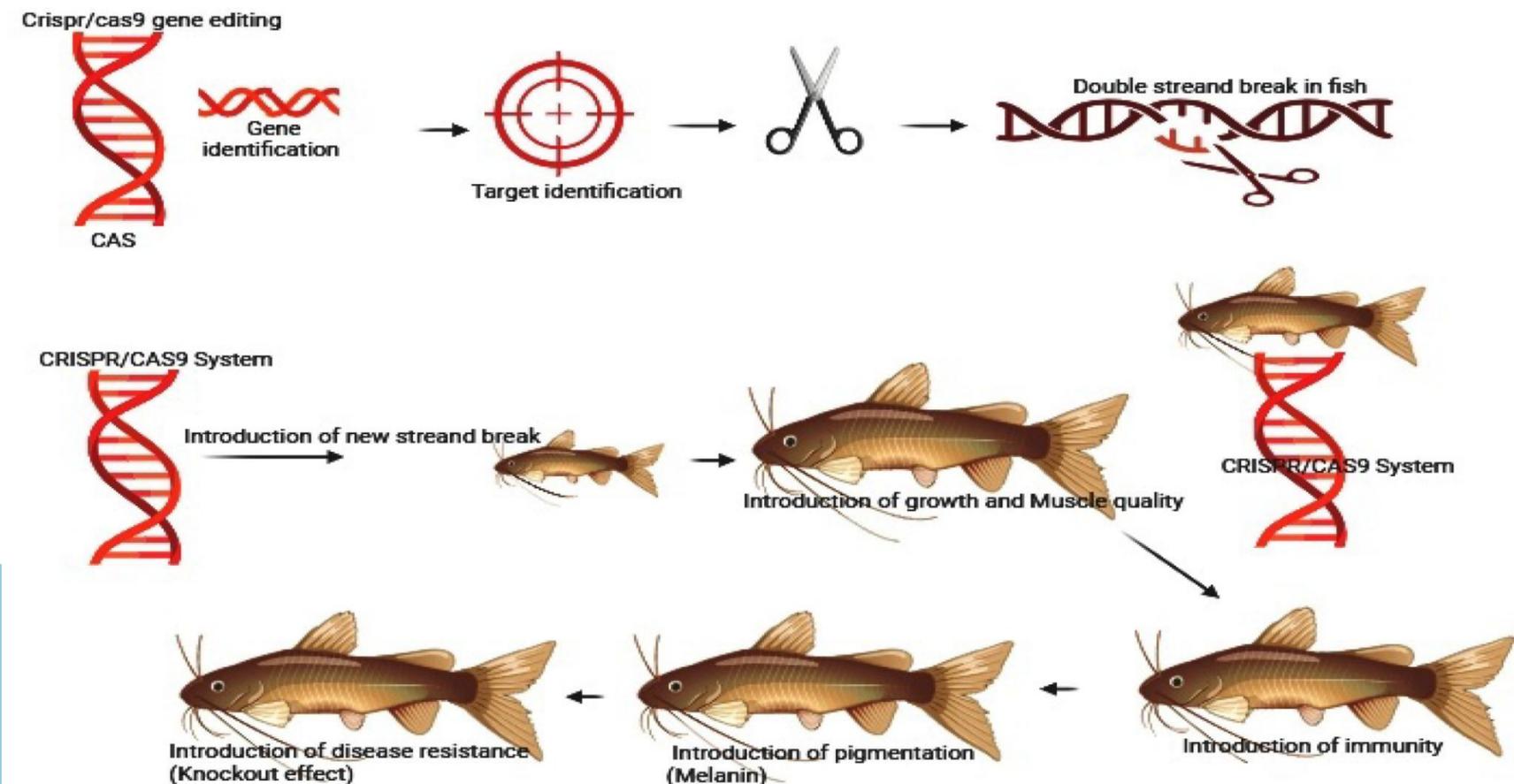
c. Program Genetik dan Pemuliaan yang Terbelakang

- Kurangnya Strain yang Tangguh: Sektor rumput laut Indonesia menderita kelangkaan pembenihan komersial dan penelitian pada kultivar yang tahan iklim dengan hasil tinggi. Ini kontras dengan keberhasilan Ekuador dalam produktivitas udang melalui perbaikan genetik lokal [19].
- Adopsi Pengeditan Gen yang Lambat: Sementara akuakultur global mengeksplorasi pengeditan gen untuk resistensi penyakit dan efisiensi pertumbuhan, Indonesia tertinggal karena keterbatasan pendanaan dan kerangka peraturan. Hal ini membuat petani bergantung pada stok liar yang rentan.

Penerapan CRISPR/Cas9 dalam akuakultur melibatkan beberapa langkah. Pertama, gRNA spesifik dirancang untuk mencocokkan urutan gen target. Kemudian, protein Cas9 mengikat DNA target, menyebabkan putusnya untai ganda. Akhirnya, patah diperbaiki. Zhu dkk. (2024)

d. Ketergantungan Pakan dan Kesenjangan Keberlanjutan

- Ketergantungan pada Bahan Impor: Pakan akuakultur menyumbang 70% dari biaya operasional, namun Indonesia bergantung pada tepung ikan dan kedelai impor. Alternatif berbasis serangga atau turunan ganggang (misalnya, larva Black Soldier Fly) tidak diskalakan karena biaya produksi yang tinggi (~€2.500–4.000/ton) [20].
 - Defisit Daur Ulang Limbah: Produk sampingan pengolahan ikan (misalnya, kepala, usus) dibuang alih-alih diubah menjadi silase untuk pakan, kehilangan kesempatan untuk mengurangi biaya dan dampak lingkungan [20].



e. Ketidaksetaraan Akses Infrastruktur dan Teknologi

- **Keterbatasan petani kecil:** Lebih dari 300.000 hektar tambak udang memerlukan revitalisasi, tetapi petani kecil tidak memiliki akses ke aerator dan terdapat sistem secara otomatis atau penghasil benih berkualitas. Keberadaan proyek *AgResults* bertujuan dalam menjembatani kesenjangan tersebut, tetapi perlu Upaya yang besar terhadap tantangan skalabilitas [21].
- **Sistem intensif energi:** Sistem Akuakultur Resirkulasi (RAS) dan solusi bertenaga surya yang dapat mengurangi penggunaan air hingga 95%, jarang terjadi karena biaya modal yang tinggi dan keahlian teknis yang terbatas.



d. Ketertelusuran dan Tantangan Kepatuhan Pasar

- **Kerangka sertifikasi yang lemah:** Hanya sebesar 15% perikanan global yang bersertifikat, seperti ASC dan MSC dengan pengecualian petani kecil Indonesia karena rintangan birokrasi. Terdapat kesalahan pelabelan dan penipuan yang semakin merusak kepercayaan pasar [16].
- **Kurangnya pemanfaatan *blockchain*:** Terlepas dari tren global, rantai pasok makanan laut Indonesia tidak memiliki *blockchain* atau barcode DNA untuk ketertelusuran sehingga dapat membatasi akses ke pasar premium seperti UE dan AS.

Syarat Ekspor Udang

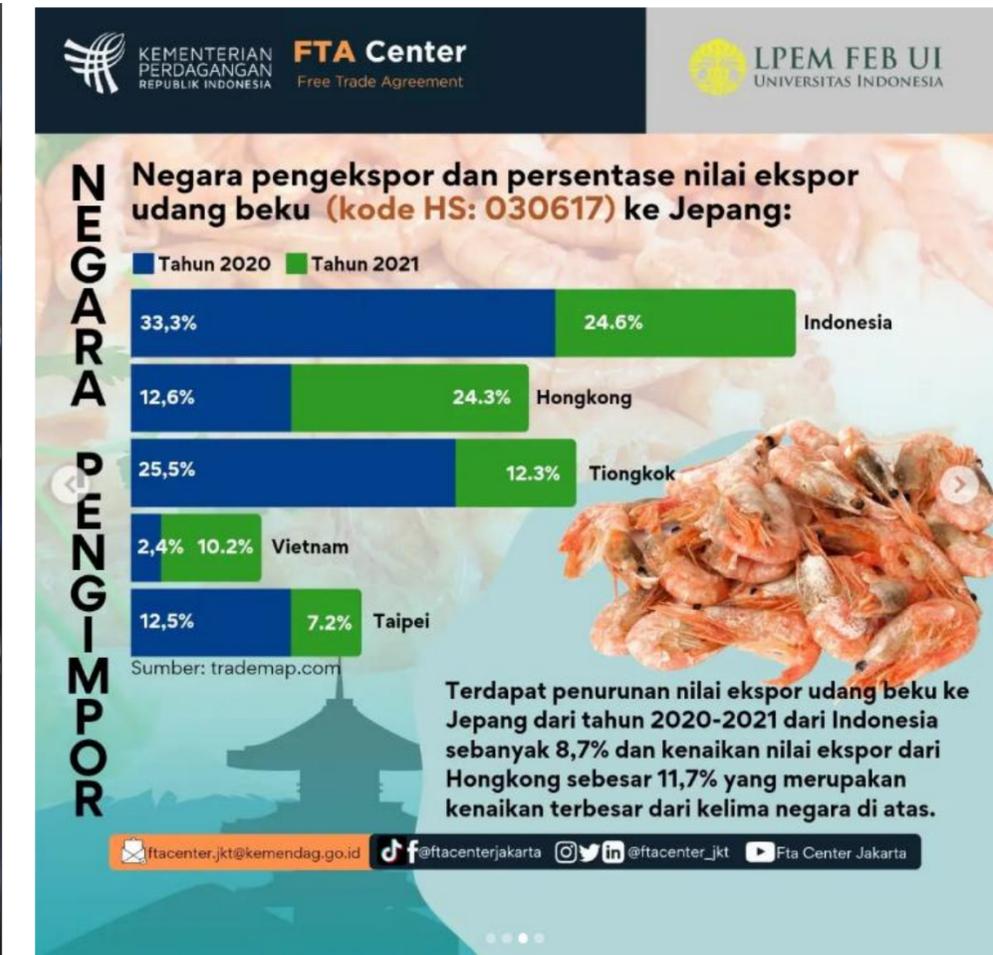
PERSYARATAN UTAMA

- NIB** (Nomor Induk Berusaha)
- HACCP** (Hazard Analysis Critical Control Point)
- HC** (Health Certificate)
- SKP** (Sertifikat Kelayakan Pengolahan)
- COO** (Certificate of Origin)

Negara Tujuan	Nilai Ekspor
Jepang	Rp 12,2 Triliun
Cina	Rp 7,7 Triliun
Vietnam	Rp 1,4 Triliun

Belum jadi member **Nexport**? Daftarkan segera produk dan perusahaan anda

[Klik Link di Bio!](#)



- a. Kemitraan publik-swasta:** Berkolaborasi dengan entitas kemitraan udang berkelanjutan untuk menskalakan program *biosecurity* dan sertifikasi.
- b. Investasi Penelitian:** Mendirikan pembenihan rumput laut komersial dan mendanai uji coba pengeditan gen untuk spesies yang tahan akan perubahan iklim.
- c. Reformasi subsidi:** Mengarahkan subsidi berbahaya pada penerapan RAS, inovasi pakan, dan pelatihan petani kecil.
- d. Model ekonomi sirkular:** Mengintegrasikan daur ulang limbah ikan dan IMTA (*Integrated Multi-Trophic Aquaculture*) untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya tangkapan liar.

KESIMPULAN

Kekurangan teknologi Indonesia dalam perikanan dan akuakultur berasal dari kebijakan yang terfragmentasi, kekurangan dana R&D, dan akses yang tidak merata. Upaya dalam mengatasi kesenjangan tersebut membutuhkan prioritas dalam mengimplementasikan teknologi adaptif, mendorong kolaborasi internasional (misalnya, berbagi pengetahuan ASEAN), dan menyelaraskan pertumbuhan dengan agenda "Transformasi Biru" FAO. Melalui wadah upaya kesenjangan tersebut, Indonesia dapat meningkatkan ketahanan pangan, mengurangi kerusakan ekologis, dan mengamankan posisinya sebagai pemimpin akuakultur global.

Langkah untuk Perbaikan



Referensi

01

Ahmed N, Thompson S, Glaser M. 2019. Global aquaculture productivity, environmental sustainability, and climate change adaptability. *Environmental Management* 63: 159-172.

02

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

03

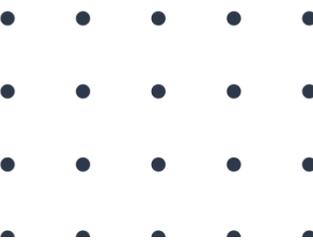
Jiang Q, Bhattarai N, Pahlow M, Xu Z. 2022. Environmental sustainability and footprints of global aquaculture. *Resources, Conservation and Recycling* 180: 106183.

04

Ocean Climate Platform. 2024. Fishing and Aquaculture in a Changing Climate: Challenges and Perspectives . Available online at: <https://ocean-climate.org/en/fishing-and-aquaculture-in-a-changing-climate-challenges-and-perspectives/>

05

FAO. Future challenges in fisheries and aquaculture. Available online at: <https://www.fao.org/4/x6947e/x6947e09.htm>



Referensi

06

Wacker S, et al. 2021. Selection against individuals from genetic introgression of escaped farmed salmon in a natural population of Atlantic salmon. *Evol Appl.* 14(5):1450–1460.

07

Global Seafood Alliance. 2019. What Is the Impact of Aquaculture on the Environment? Available online at: <https://www.globalseafood.org/blog/what-is-the-environmental-impact-of-aquaculture/>

08

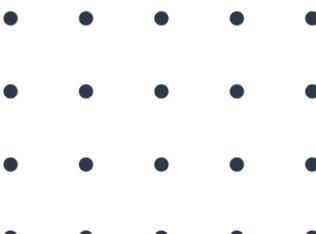
Kok B, et al. 2020. Fish as feed: Using economic allocation to quantify the Fish In : Fish Out ratio of major fed aquaculture species. *Aquaculture* 528: 735474.

09

Pahlow M, van Oel PR, Mekonnen MM, Hoekstra AY. 2015. Increasing pressure on freshwater resources due to terrestrial feed ingredients for aquaculture production. *Science of The Total Environment* 536: 847–857.

10

Aquaculture Stewardship Council. Responsible feed: Integral to seafood farming's future. Available online at: <https://asc-aqua.org/producers/asc-standards/feed-standard/responsible-feed-integral-to-seafood-farmings-future/>



Referensi

11

Tidwell JH, Allan GF. 2001. Fish as food: aquaculture's contribution. *EMBO Rep.* 2(11): 958–963.

12

FreezeM. Insect Protein: A Promising Feed Ingredient for the Future of Sustainable Aquaculture. Available online at: <https://www.freezem.com/resources/insect-protein-as-feed-ingredient-for-sustainable-aquaculture/>

13

Global Seafood Alliance. Rabobank: Production growth for key aquaculture species in 2025; modest gains for salmon and shrimp. Available online at: <https://www.globalseafood.org/advocate/rabobank-production-growth-for-key-aquaculture-species-in-2025-modest-gains-for-salmon-and-shrimp/>

14

Blue Life Hub. 2025. Aquaculture feed: Europe bucking the trend, Asia and the Americas slowing down. Available online at: <https://www.bluelifehub.com/2025/05/15/aquaculture-feed-europe-bucking-the-trend-asia-and-the-americas-slowing-down/>

15

OECD (2025), OECD Review of Fisheries 2025, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/560cd8fc-en>.



Referensi

16

Suherman A, Hernuryadin Y, Suadela P, Furkon UA, Amboro T. 2025. Transformation of Indonesian capture fisheries governance: Review and prospects. *Marine Policy* 174: 106619.

17

Adiputra YT, Suadi, Pratiwi A, Tonralipu ASA. 2024. Caught in the net: Unravelling policy challenges and smuggling dynamics in Indonesia's puerulus exploitation. *Marine Policy* 169: 106336.

18

The Nature Conservancy. 2024. Indonesia Seaweed Aquaculture Policy Gap Analysis. Available online at: <https://www.aquaculturescience.org/indonesia-seaweed-policy-gap-analysis/>

19

JALA Tech. 2025. Empowering Indonesia's Shrimp Industry with Comprehensive Insights at Shrimp Outlook 2025. Available online at: <https://jala.tech/blog/shrimp-industry/empowering-indonesia-s-shrimp-industry-with-global-insights-at-shrimp-outlook-2025>

20

Lim A. 2025. What's shaping aquaculture and its growing role in global food security - exclusive analysis. Available online at:

<https://www.agtechnavigator.com/Article/2025/04/29/aquaculture-2025-whats-shaping-aquacultures-growing-role-in-global-food-security/>



Referensi

21

Ambari M. 2024. Indonesia fisheries minister eyes aquaculture expansion under Prabowo. Available online at: <https://news.mongabay.com/2024/11/indonesia-fisheries-minister-eyes-aquaculture-expansion-under-prabowo/>

World Bank. 2025. Indonesia Sustainable Oceans Program.

<https://www.worldbank.org/en/programs/indonesia-sustainable-oceans-program/overview>

Chopin, T, et al., 2008. Multitrophic Integration for Sustainable Marine Aquaculture. In Jørgensen, SE, & Fath, BD (Ed.). Ecological Engineering Vol. 3 of Encyclopedia of Ecology. Elsevier, Oxford.

Ocean and Climate Platform. 2024. Fishing and Aquaculture in a Changing Climate: Challenges and Perspectives.

World Aquaculture Society. 2024. Indonesia: Emerging as a Leader in Aquaculture.

Available online at:

https://www.was.org/article/Indonesia_Emerging_as_a_Leader_in_Aquaculture.aspx



THANK YOU

Farid K Muzaki / ITS

 +6281217762277

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

