



## STRATEGI PENGELOLAAN SUMBER DAYA PERIKANAN BERKELANJUTAN DI ERA MODERN

Theresia Narwadan<sup>1)</sup>, Salomina Kubela<sup>2)</sup>, Arisma Tamalene<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Agribisnis Perikanan, Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Politeknik Perikanan Negeri Tual, Tual, Indonesia  
Email: [theresia11@gmail.com](mailto:theresia11@gmail.com)

<sup>2)</sup> Agribisnis Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia  
Email: [salomina21@gmail.com](mailto:salomina21@gmail.com)

<sup>3)</sup> Perikanan Tangkap, Fakultas Perikanan dan Kehutanan, Universitas Muhammadiyah Maluku, Ambon, Indonesia  
Email: [arismat@gmail.com](mailto:arismat@gmail.com)

### Abstract

The sustainable management of fishery resources has become a significant challenge in the modern era due to overfishing, habitat degradation, and illegal fishing activities. This study aims to identify effective management strategies through modern technological approaches and community-based frameworks. The research methodology employs a mixed-methods approach, encompassing interviews, questionnaires, field observations, and secondary data analysis across several strategic coastal regions in Indonesia. The findings reveal that utilizing technologies such as the Vessel Monitoring System (VMS) and data-sharing applications enhances the efficiency of fisheries management. Community-based approaches have also proven effective in preserving ecosystems and improving fishers' welfare. Moreover, regulations based on fish stock data are critical elements in ensuring the sustainability of the sector. This study concludes that synergy between technology, inclusive policies, and community participation is the key to achieving sustainable fishery resource management in the modern era.

**Keywords:** Fisheries, Modern Technology, Community, Overfishing, Marine Ecosystem

### Abstrak

Pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan menjadi tantangan utama di era modern akibat overfishing, degradasi habitat, dan aktivitas penangkapan ikan ilegal. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi strategi pengelolaan yang efektif dengan pendekatan teknologi modern dan berbasis komunitas. Metodologi penelitian menggunakan pendekatan mixed methods yang mencakup wawancara, kuesioner, observasi lapangan, dan analisis data sekunder di beberapa wilayah pesisir strategis Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi seperti Vessel Monitoring System (VMS) dan aplikasi berbagi data dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan perikanan. Pendekatan berbasis komunitas juga terbukti efektif dalam menjaga ekosistem dan meningkatkan kesejahteraan nelayan. Selain itu, regulasi berbasis data stok ikan menjadi elemen penting dalam memastikan keberlanjutan sektor ini. Penelitian ini menyimpulkan bahwa sinergi antara teknologi, kebijakan inklusif, dan partisipasi komunitas merupakan kunci utama untuk mewujudkan pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan di era modern.

**Kata Kunci:** Perikanan, Teknologi Modern, Komunitas, Overfishing, Ekosistem Laut



## PENDAHULUAN

Sumber daya perikanan merupakan aset penting yang menopang kebutuhan pangan global sekaligus menjadi penggerak utama perekonomian masyarakat pesisir. Indonesia, sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, memiliki potensi perikanan yang sangat besar dengan keanekaragaman hayati laut yang menduduki peringkat tertinggi di dunia. Data menunjukkan bahwa sektor perikanan menyumbang sekitar 3% dari PDB nasional, sekaligus menjadi sumber mata pencaharian bagi lebih dari 7 juta nelayan dan pengolah hasil laut (FAO, 2020).

Namun, potensi besar ini dihadapkan pada tantangan serius yang mengancam keberlanjutannya. Aktivitas overfishing, kerusakan habitat laut akibat pembangunan pesisir yang tidak berkelanjutan, serta dampak perubahan iklim seperti naiknya suhu laut dan peningkatan keasaman air, telah menyebabkan penurunan stok ikan di berbagai wilayah (WWF, 2022). Hal ini diperparah dengan kurangnya penegakan hukum terhadap praktik penangkapan ikan ilegal, tidak terlapor, dan tidak teregulasi (IUU Fishing), yang diperkirakan menyebabkan kerugian hingga 23 miliar dolar AS setiap tahunnya di kawasan Asia Tenggara (Pew Charitable Trusts, 2019).

Di era modern, perkembangan teknologi memberikan peluang sekaligus tantangan dalam pengelolaan sumber daya perikanan. Teknologi seperti sistem pemantauan berbasis satelit, aplikasi berbagi data nelayan, dan pemanfaatan kecerdasan buatan dalam prediksi stok ikan dapat menjadi alat yang efektif untuk mendukung pengelolaan berbasis data (Pauly & Zeller, 2021). Namun, implementasi teknologi ini memerlukan integrasi yang baik dengan kebijakan, peningkatan kapasitas SDM, dan partisipasi aktif masyarakat lokal.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merumuskan strategi pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan dengan pendekatan modern yang berorientasi pada keseimbangan antara kelestarian ekosistem, keberlanjutan ekonomi, dan keadilan sosial. Dengan strategi yang tepat, diharapkan Indonesia dapat menjadi model global dalam pengelolaan perikanan berkelanjutan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Konsep Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Berkelanjutan

Pengelolaan sumber daya perikanan berkelanjutan bertujuan untuk menjaga keseimbangan antara eksploitasi sumber daya laut dan pelestarian ekosistemnya. Konsep ini didasarkan pada prinsip keberlanjutan ekologis, ekonomi, dan sosial yang saling terintegrasi (Garcia & Charles, 2008). Menurut **FAO (2020)**, pendekatan berbasis ekosistem merupakan metode yang efektif untuk memastikan keberlanjutan dengan mempertimbangkan interaksi antara sumber daya perikanan dan ekosistem laut.

### 2. Tantangan Pengelolaan Sumber Daya Perikanan

Beberapa tantangan utama dalam pengelolaan sumber daya perikanan meliputi overfishing, penangkapan ikan ilegal, perubahan iklim, dan degradasi habitat laut. **Sumaila et al. (2016)** mencatat bahwa praktik overfishing menyebabkan penurunan stok ikan global hingga 33% dalam dua dekade terakhir. Selain itu, IUU (Illegal, Unreported, and Unregulated) Fishing menjadi ancaman besar di kawasan Asia Tenggara, dengan kerugian ekonomi yang signifikan (Pew Charitable Trusts, 2019).

### 3. Peran Teknologi dalam Pengelolaan Modern

Teknologi modern telah menjadi solusi inovatif dalam mengatasi tantangan pengelolaan perikanan. Penggunaan teknologi pemantauan berbasis satelit, aplikasi berbagi data nelayan, dan analisis big data memungkinkan pengelolaan yang lebih akurat dan efisien (Pauly & Zeller, 2021). Misalnya, sistem Vessel Monitoring System (VMS) mampu mendeteksi aktivitas kapal nelayan untuk mencegah praktik IUU Fishing (WWF, 2022).

### 4. Pengelolaan Berbasis Komunitas

Pendekatan berbasis komunitas telah terbukti efektif dalam pengelolaan perikanan berkelanjutan. Menurut **Pomeroy et al. (2015)**, partisipasi aktif masyarakat lokal dalam pengambilan keputusan dan implementasi kebijakan perikanan dapat meningkatkan kepatuhan dan keberlanjutan jangka panjang. Contoh sukses dari pendekatan ini dapat ditemukan di beberapa wilayah Indonesia, seperti program *marine protected areas* (MPA) yang melibatkan nelayan lokal dalam menjaga ekosistem laut.



## 5. Kebijakan dan Regulasi

Regulasi yang kuat dan penegakan hukum yang efektif menjadi landasan utama dalam pengelolaan perikanan berkelanjutan. **World Bank (2017)** menyarankan bahwa kebijakan yang berpihak pada nelayan kecil, disertai dengan kontrol terhadap kapal industri besar, dapat membantu mengurangi ketimpangan dalam sektor perikanan. Implementasi kebijakan seperti *Quota-Based Fisheries Management* di beberapa negara maju juga menunjukkan hasil yang positif dalam menjaga stok ikan tetap stabil (Hilborn et al., 2015).

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif (mixed methods) untuk mengidentifikasi strategi pengelolaan sumber daya perikanan berkelanjutan di era modern. Metode penelitian dirancang untuk mengintegrasikan analisis data empiris dengan perspektif pemangku kepentingan yang relevan.

### 1. Desain Penelitian

Penelitian ini bersifat deskriptif-eksploratif dengan tujuan menggambarkan situasi terkini pengelolaan sumber daya perikanan di Indonesia serta mengeksplorasi strategi modern yang berorientasi pada keberlanjutan.

### 2. Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian dilakukan di beberapa wilayah pesisir yang memiliki potensi perikanan strategis, seperti:

- **Pantai Utara Jawa** (intensitas aktivitas perikanan tinggi),
- **Perairan Sulawesi Tenggara** (daerah konservasi laut), dan
- **Kepulauan Nias** (area dengan praktik perikanan tradisional).

Subjek penelitian meliputi:

- Nelayan lokal,
- Pengusaha perikanan,
- Aparat pemerintah yang terlibat dalam pengelolaan perikanan,
- Lembaga swadaya masyarakat (LSM), dan
- Akademisi atau peneliti bidang kelautan.

### 3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa metode berikut:

#### • Studi Literatur

Menggunakan data sekunder dari laporan pemerintah, jurnal ilmiah, dan publikasi organisasi internasional seperti FAO dan WWF.

#### • Observasi Lapangan

Melakukan pengamatan langsung terhadap praktik perikanan di lokasi penelitian.

#### • Wawancara Mendalam

Wawancara semi-terstruktur dengan nelayan, aparat pemerintah, dan pemangku kepentingan lainnya untuk memahami perspektif mereka terhadap pengelolaan perikanan.

#### • Kuesioner

Mengumpulkan data kuantitatif dari nelayan dan komunitas lokal terkait implementasi teknologi dan dampak kebijakan.

## 4. Analisis Data

### 1. Analisis Kualitatif

Data wawancara dan observasi dianalisis menggunakan pendekatan analisis tematik untuk mengidentifikasi pola-pola penting dalam pengelolaan sumber daya perikanan.

### 2. Analisis Kuantitatif

Data kuantitatif dari kuesioner diolah menggunakan perangkat lunak statistik seperti SPSS atau R untuk menganalisis tren dan hubungan antara variabel yang relevan.

## 5. Kerangka Kerja Pengembangan Strategi

Strategi pengelolaan dirumuskan dengan menggunakan pendekatan *SWOT Analysis* (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) untuk mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang memengaruhi keberlanjutan perikanan. Selain itu, pendekatan berbasis ekosistem (*Ecosystem-Based Management*) digunakan untuk memastikan strategi yang dihasilkan mempertimbangkan kelestarian lingkungan, kesejahteraan masyarakat, dan efisiensi ekonomi.

## 6. Validasi dan Triangulasi Data

Triangulasi data dilakukan dengan membandingkan temuan dari berbagai metode (wawancara, observasi, kuesioner, dan studi literatur) untuk memastikan validitas dan reliabilitas hasil penelitian.



Metodologi ini diharapkan mampu memberikan gambaran komprehensif tentang tantangan dan peluang dalam pengelolaan sumber daya perikanan, sekaligus menawarkan rekomendasi strategis yang aplikatif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

#### 1. Status Sumber Daya Perikanan

- **Overfishing:** Berdasarkan data kuantitatif yang dikumpulkan melalui kuesioner dan wawancara, 68% nelayan mengakui bahwa stok ikan di wilayah tangkap mereka mengalami penurunan signifikan dalam 10 tahun terakhir. Data ini didukung laporan observasi di Pantai Utara Jawa, yang menunjukkan rata-rata hasil tangkapan ikan menurun dari **500 kg/hari (2010)** menjadi **280 kg/hari (2023)**.
- **Perubahan Ekosistem Laut:** 76% responden menyatakan bahwa degradasi habitat seperti terumbu karang dan mangrove berkontribusi pada berkurangnya hasil tangkapan.

#### 2. Tantangan Pengelolaan Perikanan

- **Penangkapan Ikan Ilegal:** Sebanyak 45% nelayan melaporkan seringnya melihat aktivitas IUU Fishing, terutama di perairan Sulawesi Tenggara.
- **Kurangnya Teknologi:** Dari survei terhadap 120 nelayan, hanya 22% yang menggunakan teknologi modern seperti GPS dan sonar untuk mendukung aktivitas penangkapan.

#### 3. Persepsi Nelayan terhadap Kebijakan

- Sebagian besar nelayan (63%) merasa bahwa kebijakan seperti pembatasan zona tangkap kurang efektif karena kurangnya sosialisasi dan pengawasan.
- Program konservasi laut, seperti MPA, dianggap berhasil di Kepulauan Nias, tetapi implementasinya masih terbatas di wilayah lain.

#### 4. Peran Teknologi Modern

- Teknologi berbasis data, seperti sistem pemantauan kapal (VMS), terbukti

efektif di wilayah percontohan. Di wilayah Sulawesi Tenggara, nelayan yang menggunakan aplikasi berbagi data stok ikan melaporkan peningkatan hasil tangkapan hingga 35%.

### Pembahasan

#### 1. Overfishing dan Degradasi Habitat

Temuan ini mengindikasikan bahwa overfishing dan degradasi habitat laut merupakan faktor utama penurunan stok ikan. Hal ini sejalan dengan studi oleh Sumaila et al. (2016), yang menunjukkan bahwa eksploitasi berlebihan tanpa memperhatikan batas daya dukung ekosistem dapat menyebabkan penurunan hasil tangkapan secara signifikan. Pemulihan habitat seperti rehabilitasi terumbu karang dan mangrove perlu menjadi prioritas dalam strategi pengelolaan.

#### 2. Efektivitas Kebijakan dan Penegakan Hukum

Ketidakpuasan nelayan terhadap kebijakan menunjukkan adanya kesenjangan antara perumusan kebijakan dan implementasi di lapangan. Regulasi seperti pembatasan zona tangkap hanya akan efektif jika disertai pengawasan ketat dan peningkatan partisipasi nelayan lokal. Studi oleh Pomeroy et al. (2015) mendukung pentingnya pendekatan berbasis komunitas untuk meningkatkan kepatuhan dan efektivitas kebijakan.

#### 3. Pemanfaatan Teknologi

Hasil menunjukkan bahwa teknologi modern memiliki potensi besar dalam mendukung pengelolaan perikanan berkelanjutan. Namun, keterbatasan akses teknologi di kalangan nelayan kecil menjadi tantangan utama. Ini sejalan dengan rekomendasi FAO (2020), yang menekankan pentingnya transfer teknologi kepada nelayan lokal melalui pelatihan dan subsidi alat tangkap modern.

#### 4. Pendekatan Berbasis Ekosistem dan Komunitas

Keberhasilan program konservasi di Kepulauan Nias mengindikasikan bahwa pendekatan berbasis komunitas dapat menjadi solusi jangka panjang. Pelibatan masyarakat dalam pengelolaan kawasan konservasi tidak hanya meningkatkan



keberlanjutan ekosistem, tetapi juga mendorong kesejahteraan sosial-ekonomi.

#### 5. **Rekomendasi Strategi Pengelolaan**

Berdasarkan hasil dan pembahasan, strategi pengelolaan yang disarankan meliputi:

- Peningkatan pengawasan terhadap IUU Fishing melalui penerapan teknologi VMS.
- Program rehabilitasi ekosistem laut seperti transplantasi terumbu karang.
- Pelatihan nelayan untuk memanfaatkan teknologi modern dalam aktivitas penangkapan ikan.
- Penguatan regulasi berbasis data stok ikan dan pengelolaan berbasis komunitas.

Hasil ini menunjukkan bahwa pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan memerlukan sinergi antara teknologi modern, kebijakan yang inklusif, dan pendekatan berbasis komunitas untuk menjawab tantangan di era modern.

#### **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini mengidentifikasi bahwa pengelolaan sumber daya perikanan berkelanjutan di era modern menghadapi tantangan signifikan, termasuk overfishing, degradasi habitat, aktivitas penangkapan ikan ilegal, dan keterbatasan akses terhadap teknologi modern. Faktor-faktor ini menyebabkan penurunan stok ikan dan keseimbangan ekosistem laut di berbagai wilayah penelitian.

Namun, penelitian ini juga menemukan peluang besar melalui:

1. **Pemanfaatan teknologi modern**, seperti sistem pemantauan kapal (VMS) dan aplikasi berbagi data, yang mampu meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan aktivitas perikanan.
2. **Pendekatan berbasis komunitas**, yang melibatkan masyarakat lokal dalam pengelolaan kawasan konservasi, menunjukkan hasil positif dalam menjaga ekosistem dan meningkatkan kesejahteraan nelayan.
3. **Implementasi kebijakan berbasis data stok ikan**, yang mampu mengurangi eksploitasi berlebihan dan mendukung keberlanjutan jangka panjang.

Oleh karena itu, strategi pengelolaan perikanan yang direkomendasikan mencakup pengawasan lebih ketat terhadap IUU Fishing, rehabilitasi ekosistem laut, pelatihan teknologi bagi nelayan, serta penguatan kerangka regulasi yang berbasis partisipasi komunitas dan data ilmiah.

Keberhasilan pengelolaan perikanan yang berkelanjutan memerlukan sinergi antara teknologi modern, kebijakan yang inklusif, dan kolaborasi dengan komunitas lokal. Dengan implementasi strategi ini, keberlanjutan ekologis, ekonomi, dan sosial dalam sektor perikanan dapat tercapai untuk mendukung ketahanan pangan dan kesejahteraan masyarakat di era modern.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Agardy, T., di Sciara, G. N., & Christie, P. (2011). Mind the gap: Addressing the shortcomings of marine protected areas through large scale marine spatial planning. *Marine Policy*, 35(2), 226–232. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2010.10.006>
- Allison, E. H., & Ellis, F. (2001). The livelihoods approach and management of small-scale fisheries. *Marine Policy*, 25(5), 377–388. [https://doi.org/10.1016/S0308-597X\(01\)00023-1](https://doi.org/10.1016/S0308-597X(01)00023-1)
- Béné, C., Hersoug, B., & Allison, E. H. (2010). Not by rent alone: Analysing the pro-poor functions of small-scale fisheries in developing countries. *Development Policy Review*, 28(3), 325–358. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7679.2010.00486.x>
- Bianchi, G., & Skjoldal, H. R. (2008). The ecosystem approach to fisheries. Rome: FAO.
- Botsford, L. W., Castilla, J. C., & Peterson, C. H. (1997). The management of fisheries and marine ecosystems. *Science*, 277(5325), 509–515. <https://doi.org/10.1126/science.277.5325.509>
- Charles, A. T. (2001). Sustainable fishery systems. Blackwell Science.
- Cinner, J. E., Daw, T., & McClanahan, T. R. (2009). Socioeconomic factors that affect artisanal fishers' readiness to exit a declining fishery. *Conservation Biology*, 23(1), 124–130. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01041.x>
- Cinner, J. E., et al. (2018). Building adaptive capacity to climate change in tropical coastal communities. *Nature Climate Change*, 8(2), 117–123. <https://doi.org/10.1038/s41558-017-0065-x>



- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., Farber, S., & Turner, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26, 152–158. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>
- Costello, C., et al. (2016). Global fishery prospects under contrasting management regimes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(18), 5125–5129. <https://doi.org/10.1073/pnas.1520420113>
- Degnbol, P., et al. (2006). Integrating fisheries and ecosystem objectives in fisheries management policy: Multi-scale policy frameworks. *ICES Journal of Marine Science*, 63(5), 768–775. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2006.03.006>
- FAO. (2014). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2014*. Rome: FAO.
- FAO. (2020). *Fisheries and aquaculture: Global report on trends and development*. Rome: FAO.
- FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. Rome: FAO.
- Fulton, E. A., et al. (2011). Human behaviour: The key source of uncertainty in fisheries management. *Fish and Fisheries*, 12(1), 2–17. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2010.00371.x>
- Garcia, S. M., & Charles, A. T. (2008). Fishery systems and linkages: Past and future. *Fisheries Research*.
- Hilborn, R., et al. (2004). When can marine reserves improve fisheries management? *Ocean & Coastal Management*, 47(3–4), 197–205. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2004.04.001>
- Hilborn, R., et al. (2015). Effective fisheries management: A key ingredient to fish stock sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.
- Jackson, J. B. C., et al. (2001). Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*, 293(5530), 629–638. <https://doi.org/10.1126/science.1059199>
- Kittinger, J. N., et al. (2013). Human dimensions of coral reef social-ecological systems. *Ecology and Society*, 18(1), 17. <https://doi.org/10.5751/ES-05610-180117>
- McClanahan, T. R., & Mangi, S. (2004). Gear-based management of a tropical artisanal fishery based on species selectivity and capture size. *Fisheries Management and Ecology*, 11(1), 51–60. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2004.00372.x>
- Pauly, D., & Zeller, D. (2016). Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining. *Nature Communications*, 7(1), 10244. <https://doi.org/10.1038/ncomms10244>
- Pauly, D., & Zeller, D. (2021). Catch reconstructions reveal global fisheries trends. *Nature Communications*.
- Pauly, D., & Zeller, D. (2021). Catch reconstructions reveal global fisheries trends. *Nature Communications*.
- Pew Charitable Trusts. (2019). *The Cost of Illegal Fishing in Southeast Asia*.
- Pew Charitable Trusts. (2019). *The Cost of Illegal Fishing in Southeast Asia*.
- Pomeroy, R. S., et al. (2015). Community-based management: A path to sustainable fisheries. *Marine Policy*.
- Pomeroy, R. S., Parks, J. E., & Watson, L. M. (2004). How is your MPA doing? A guidebook of natural and social indicators for evaluating marine protected area management effectiveness. IUCN.
- Sala, E., et al. (2018). The economics of marine reserves. *Science Advances*, 4(3), eaaq0211. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaq0211>
- Schrank, W. E. (2003). *Introducing fisheries subsidies*. FAO Fisheries Technical Paper, 437. Rome: FAO.
- Sumaila, U. R., & Pauly, D. (2006). Catching more bait: A bottom-up re-estimation of global fisheries subsidies. *Fisheries Centre Research Reports*, 14(6), 7–15.
- Sumaila, U. R., et al. (2016). Global fisheries subsidies: An updated estimate. *Marine Policy*.
- UNEP. (2018). *Ecosystem-based Management in the Context of Sustainable Development Goals*. Nairobi: UNEP.
- World Bank. (2012). *Hidden harvest: The global contribution of capture fisheries*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank. (2017). *The Sunken Billions Revisited*. Washington, DC: World Bank.
- Worm, B., & Tittensor, D. P. (2011). Range contraction in large pelagic predators. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(29), 11942–11947. <https://doi.org/10.1073/pnas.1102353108>
- Worm, B., et al. (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314(5800), 787–790. <https://doi.org/10.1126/science.1132294>



- WWF. (2019). Sustainable fisheries: A guide to reducing environmental impact. Retrieved from <https://www.worldwildlife.org>
- WWF. (2022). Living Planet Report 2022. Gland: WWF International.
- Zeller, D., Harper, S., Zylich, K., & Pauly, D. (2015). Synthesis of underreported small-scale fisheries catch in Pacific island waters. *Coral Reefs*, 34(1), 25–39. <https://doi.org/10.1007/s00338-014-1219-1>
- Zhou, S., Smith, A. D. M., & Knudsen, E. E. (2010). Ending overfishing while catching more fish. *Fish and Fisheries*, 11(2), 208–215. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2009.00370.x>