

Machine Learning dalam Bidang Perikanan: Peluang dan Tantangan

Hindayati Mustafidah^{1✉}, Suwarsito², Agung Purwo Wicaksono³, Ermadi Satriya Wijaya⁴
¹⁻⁴Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Indonesia

✉Corresponding Author: h.mustafidah@ump.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi *Machine Learning* (ML) telah membuka peluang besar untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam sektor perikanan. Artikel ini membahas penerapan ML dalam perikanan, termasuk klasifikasi spesies ikan, prediksi hasil tangkapan, dan pemantauan ekosistem perairan. Dengan menggunakan algoritma seperti Naive Bayes, jaringan saraf tiruan, dan algoritma lainnya, sektor perikanan dapat mengatasi berbagai tantangan, seperti overfishing dan perubahan iklim. Studi ini juga menyoroti potensi, kendala, dan arah penelitian di masa depan. Diharapkan, aplikasi ML dapat memberikan solusi inovatif untuk mendukung pengelolaan perikanan yang berkelanjutan.

Kata Kunci: *Machine Learning*, klasifikasi, algoritma, perikanan

A. Pendahuluan

Perikanan merupakan sektor krusial yang berperan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan global dan mendukung perekonomian banyak negara, termasuk Indonesia. Namun, tantangan seperti penurunan stok ikan akibat penangkapan berlebihan (*overfishing*), perubahan iklim, dan degradasi habitat menuntut pendekatan inovatif dalam pengelolaan sumber daya perikanan (FAO, 2022).

Dalam beberapa dekade terakhir, teknologi informasi, khususnya *Machine Learning* (ML), telah berkembang pesat sebagai alat analisis data yang kuat. Dengan kemampuan untuk menangani data besar dan kompleks, ML berpotensi mengubah cara kita mengelola sumber daya perikanan (Chen *et al.*, 2022). ML adalah salah satu cabang utama dalam *Artificial Intelligence* (AI) yang merupakan bidang ilmu komputer yang berfokus pada pengembangan sistem yang dapat meniru kecerdasan manusia, termasuk dalam pengambilan keputusan, pemecahan masalah, dan pembelajaran dari data (Russell and Norvig, 2021), dan memungkinkan sistem untuk belajar dari data tanpa perlu diprogram secara eksplisit (Goodfellow, 2016). ML bekerja dengan menggunakan algoritma yang mampu mengenali pola dalam data dan membuat prediksi atau keputusan berdasarkan pola tersebut (Mitchell and Mitchell, 1997). Perkembangan teknologi ML telah memberikan dampak signifikan di berbagai sektor, seperti kesehatan, keuangan, dan ekologi perairan. Misalnya, dalam bidang perikanan, ML digunakan untuk klasifikasi spesies ikan dan pemantauan ekosistem perairan.

Machine Learning telah diterapkan untuk pemantauan stok ikan, prediksi hasil tangkapan, identifikasi spesies, dan pengelolaan budidaya. Misalnya, teknologi **FishFace** yang dikembangkan oleh Yayasan Konservasi Alam Nusantara (YKAN) memanfaatkan ML untuk mengidentifikasi spesies ikan dengan akurasi mencapai 99%, sehingga membantu pengumpulan data secara real-time dan akurat tentang status stok ikan (YKAN, 2024). Selain itu, ML juga digunakan dalam budidaya perikanan untuk meningkatkan efisiensi dan keuntungan. Di tahun 2021 pernah dibahas penerapan ML dalam sistem budidaya perikanan cerdas, yang mencakup pemantauan kualitas air, pengelolaan pakan, dan deteksi penyakit ikan (BPPSDM, 2021). Dengan terus berkembangnya teknik dan komputasi dalam ML,

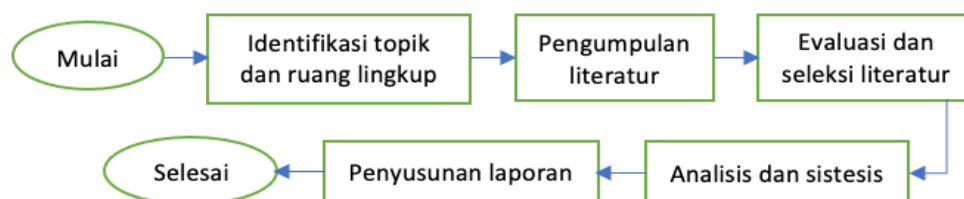
penerapannya dalam berbagai domain akan semakin luas dan memberikan manfaat besar dalam pengambilan keputusan berbasis data. Namun, implementasi ML dalam sektor perikanan tidak lepas dari tantangan. Keterbatasan data berkualitas, kebutuhan akan infrastruktur teknologi yang memadai, serta kurangnya sumber daya manusia yang terampil dalam teknologi ini menjadi hambatan utama. Selain itu, isu etika dan regulasi terkait penggunaan AI dalam pengelolaan sumber daya alam juga perlu mendapat perhatian khusus (Wahdatulnisa and Nugraha, 2025).

Artikel ini akan membahas lebih lanjut tentang peluang dan tantangan penerapan *Machine Learning* dalam bidang perikanan, dengan tujuan memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai potensi teknologi ini dalam mendukung pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai peran *Machine Learning* dalam sektor perikanan serta memberikan rekomendasi untuk penelitian dan implementasi lebih lanjut. Berdasarkan permasalahan tersebut, rumusan masalah dapat disimpulkan sebagai berikut: (a) bagaimana ML dapat digunakan untuk mendukung pengelolaan perikanan yang berkelanjutan; (b) algoritma ML apa saja yang telah digunakan dalam bidang perikanan; dan (c) apa saja tantangan utama dalam penerapan ML di sektor perikanan.

B. Metode

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan menganalisis dan mensintesis informasi dari berbagai sumber akademik terkait penerapan algoritma dalam ML di bidang perikanan. Kajian dilakukan terhadap jurnal ilmiah, prosiding konferensi, serta laporan industri terkait untuk mengidentifikasi tren atau peluang dan tantangan utama.

Tahapan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1 yang meliputi identifikasi topik dan ruang lingkup yaitu tentang kajian Machine Learning di bidang perikanan termasuk peluang dan tantangannya; mengumpulkan literatur dari berbagai sumber artikel jurnal, prosiding konferensi, dan laporan dari berbagai instansi terkait; mengevaluasi dan seleksi literatur; menganalisis dan menyintesis dari informasi dan data yang diperoleh; yang terakhir yaitu menyusun laporan kajian yang sistematis.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

C. Hasil dan Pembahasan

1. Perikanan dan Tantangannya

Perikanan merupakan sektor yang memiliki peran penting dalam ketahanan pangan dan ekonomi global. Namun, berbagai tantangan mengancam keberlanjutannya, terutama akibat aktivitas manusia dan perubahan lingkungan. Dua tantangan utama dalam sektor perikanan adalah *overfishing*, perubahan iklim, dan kerusakan habitat serta kesulitan dalam pemantauan dan pengelolaan sumber daya perikanan.

a. Overfishing, Perubahan Iklim, dan Kerusakan Habitat

Salah satu ancaman terbesar bagi perikanan adalah overfishing atau penangkapan ikan yang melebihi kapasitas regenerasi alami. Praktik penangkapan ikan yang tidak berkelanjutan menyebabkan berkurangnya populasi ikan secara drastis, bahkan beberapa spesies mendekati kepunahan. *Overfishing* terjadi ketika tingkat penangkapan ikan melebihi kemampuan populasi untuk pulih secara alami. Praktik ini tidak hanya mengurangi stok ikan secara signifikan tetapi juga mengganggu keseimbangan ekosistem laut. Di Indonesia, beberapa wilayah perairan telah mengalami overfishing, seperti di perairan Selat Malaka dan Samudera Hindia sebelah selatan Jawa (Adhiem, 2023). Perubahan iklim membawa dampak signifikan terhadap ekosistem laut. Peningkatan suhu permukaan laut, pengasaman air laut, dan naiknya permukaan air laut menyebabkan kerusakan pada terumbu karang, hutan mangrove, dan padang lamun. Kerusakan habitat ini mengakibatkan penurunan sumber daya ikan dan mengganggu rantai makanan ekosistem laut (Koral, 2022). Kerusakan habitat juga disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti penangkapan ikan dengan alat yang merusak terumbu karang dan pencemaran laut. Degradasi habitat ini mengurangi keanekaragaman hayati dan melemahkan ekosistem laut yang rapuh.

b. Tantangan dalam Pemantauan dan Pengelolaan Sumber Daya Perikanan

Pengelolaan sumber daya perikanan di Indonesia dihadapkan pada berbagai tantangan, termasuk penangkapan ikan ilegal, overfishing, perubahan iklim, dan degradasi habitat laut. Kurangnya data yang akurat dan terkini menyulitkan dalam pengambilan keputusan yang efektif untuk pengelolaan perikanan yang berkelanjutan (Narwadan *et al.*, 2024). Selain itu, kurangnya pengawasan dan penegakan hukum terhadap aktivitas penangkapan ikan ilegal dan tidak dilaporkan (IUU Fishing) memperburuk kondisi sumber daya perikanan. Keterbatasan sumber daya manusia dan teknologi dalam pemantauan aktivitas perikanan menjadi hambatan dalam memastikan kepatuhan terhadap regulasi yang ada. Untuk mengatasi tantangan-tantangan tersebut, diperlukan pendekatan pengelolaan perikanan yang komprehensif dan adaptif, termasuk peningkatan kapasitas pengawasan, penegakan hukum yang tegas, serta penerapan teknologi modern dalam pemantauan dan pengelolaan sumber daya perikanan.

Salah satu kendala utama dalam mengelola perikanan adalah kesulitan dalam pemantauan populasi ikan dan aktivitas penangkapan. Banyak wilayah perikanan yang sulit dijangkau, sehingga pengumpulan data mengenai jumlah tangkapan, stok ikan, dan kondisi ekosistem sering kali tidak akurat. Teknologi seperti pemantauan satelit, sensor bawah air, dan Machine Learning telah dikembangkan untuk membantu pengawasan, namun penerapannya masih terbatas, terutama di negara-negara berkembang yang memiliki sumber daya terbatas. Selain itu, kurangnya koordinasi antara pemerintah, nelayan, dan industri perikanan juga menjadi hambatan dalam menerapkan kebijakan yang efektif.

Untuk memastikan keberlanjutan perikanan, dibutuhkan solusi inovatif seperti zona konservasi laut, regulasi ketat terhadap alat tangkap destruktif, serta edukasi kepada masyarakat tentang pentingnya praktik perikanan berkelanjutan. Dengan pendekatan yang lebih berbasis data dan teknologi, pengelolaan perikanan dapat menjadi lebih efektif dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut dan keberlanjutan ekonomi nelayan.

2. Peluang dengan Teknologi *Machine Learning* (ML)

Penerapan ML dalam sektor perikanan menawarkan berbagai peluang signifikan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan keberlanjutan. Dua area utama di mana ML dapat memberikan kontribusi besar adalah:

a. Pengolahan Data Besar untuk Pengambilan Keputusan Berbasis Data

Industri perikanan menghasilkan volume data yang sangat besar, termasuk informasi tentang kondisi lingkungan, perilaku ikan, dan parameter kualitas air. Dengan menerapkan algoritma ML, data ini dapat dianalisis secara real-time untuk mengidentifikasi pola dan tren yang mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat. Sebagai contoh, dalam budidaya perikanan, ML digunakan untuk memantau parameter seperti suhu air, pH, dan kadar oksigen terlarut, memungkinkan prediksi kondisi optimal untuk pertumbuhan ikan dan deteksi dini potensi masalah (BPPSDM, 2021).

b. Peningkatan Keberlanjutan dan Efisiensi Operasional

ML berperan penting dalam meningkatkan efisiensi operasional dan keberlanjutan dalam perikanan. Dalam budidaya ikan, ML dapat mengoptimalkan pemberian pakan dengan menganalisis perilaku makan ikan, sehingga mengurangi limbah dan biaya pakan. Selain itu, ML membantu dalam deteksi dini penyakit melalui analisis data perilaku dan kesehatan ikan, memungkinkan intervensi cepat yang mengurangi kematian ikan dan kerugian ekonomi. Implementasi ML dalam sistem pemantauan kualitas air juga memastikan lingkungan budidaya tetap dalam kondisi optimal, mendukung pertumbuhan ikan yang sehat dan berkelanjutan (Deriota, 2023). Dengan memanfaatkan ML, sektor perikanan dapat bertransformasi menuju praktik yang lebih efisien dan berkelanjutan, memastikan kelangsungan sumber daya laut dan kesejahteraan ekonomi bagi para pelakunya.

3. Penerapan *Machine Learning* dalam Perikanan

Perikanan merupakan sektor vital yang berperan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan global. Namun, tantangan seperti penurunan stok ikan, perubahan iklim, dan praktik penangkapan yang tidak berkelanjutan menuntut inovasi dalam pengelolaan sumber daya perikanan. Salah satu pendekatan yang semakin mendapat perhatian adalah penerapan ML dalam berbagai aspek perikanan.

Dalam konteks perikanan, teknologi ML telah diterapkan untuk berbagai tujuan, seperti pemantauan populasi ikan, prediksi hasil tangkapan, dan pengelolaan budidaya ikan. Misalnya, dalam budidaya laut, machine learning digunakan untuk mengembangkan sistem pemantauan, kontrol, dan produksi yang cerdas, yang membantu meningkatkan efisiensi dan keuntungan dalam budidaya perikanan (Alkhan, 2019). Selain itu, penerapan machine learning dalam pengelolaan perikanan juga mencakup prediksi hasil produksi. Penelitian yang dilakukan oleh Sakina dan Mirza (2024) mengembangkan model prediksi untuk hasil produksi ikan lele menggunakan tiga algoritma ML: *Artificial Neural Network* (ANN) atau Jaringan Syaraf Tiruan (JST), *Random Forest*, dan *Decision Tree*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan bagi Dinas Perikanan dalam merencanakan produksi dan mengelola sumber daya secara lebih efisien (SAKINA and MIRZA, 2024). Penelitian lain menggunakan

metode Naive Bayes untuk mengklasifikasikan kesegaran ikan berdasarkan analisis warna pada citra area mata ikan. Dengan menggunakan 40 dataset citra mata ikan, model yang diusulkan mencapai tingkat akurasi sebesar **97,5%**. Hasil ini menunjukkan potensi metode analisis warna dan fitur entropi dalam membedakan tingkat kesegaran ikan (Muchtar *et al.*, 2024).

Selain yang disebutkan, beberapa penelitian terkait pemanfaatan ML di bidang perikanan yaitu seperti tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa penelitian berbasis ML di bidang perikanan

Objek kajian - peneliti	Metode yang digunakan
klasifikasi ikan (Ramadhani and Murti, 2018)	<i>Oriented Fast and Rotated Brief</i> (Orb) dan KNN (<i>K-Nearest Neighbor</i>)
klasifikasi kualitas citra ikan bandeng (Fatimah, 2018)	metode fuzzy KNN
klasifikasi ikan di Bangladesh (Islam <i>et al.</i> , 2019)	SVM (<i>Support Vector Machine</i>)
klasifikasi kesegaran ikan berdasarkan warna mata (Krisdiani, 2019)	KNN
ikan berformalin (Pariyandani <i>et al.</i> , 2019) dan (Wanti and Muhathir, 2021)	KNN dan GLCM (<i>Gray Level Co-occurrence Matrix</i>), dan JST <i>multilayer perceptron</i>
klasifikasi kualitas ikan tongkol beku berdasarkan fitur nilai warna HSV (Susilo <i>et al.</i> , 2019)	Naïve Bayes
identifikasi ikan cupang (Diesta and Al Maki, 2021), (Akbar <i>et al.</i> , 2021), dan (Hasym and Susilawati, 2021)	SVM, KNN, dan PCA (<i>Principal Component Analysis</i>)
klasifikasi jenis ikan laut (Rachmat <i>et al.</i> , 2021)	SVM dengan fitur HOG (<i>Histogram of Oriented Gradient</i>) dan HSV (<i>Hue, Saturation, Value</i>)
citra ikan air tawar (Suwarsito <i>et al.</i> , 2022) dan (Nuraini <i>et al.</i> , 2023)	KNN dan kombinasi KNN dengan PCA
klasifikasi jenis ikan hias African Cichlid (Yusup <i>et al.</i> , 2023)	SVM

Berdasarkan beberapa hasil penelitian yang telah disebutkan, integrasi ML dalam sektor perikanan menawarkan potensi besar untuk meningkatkan efisiensi operasional, akurasi prediksi, dan pengelolaan sumber daya yang lebih berkelanjutan. Namun, implementasi teknologi ini memerlukan pendekatan yang hati-hati, termasuk pengumpulan data yang akurat, pemilihan model yang tepat, dan evaluasi berkelanjutan untuk memastikan hasil yang optimal. Penelitian ini juga mengungkap beberapa tantangan, seperti keterbatasan akses data berkualitas, kebutuhan akan tenaga ahli di bidang ML, serta keterbatasan infrastruktur teknologi di wilayah-wilayah terpencil. Oleh karena itu, diperlukan kolaborasi lebih lanjut antara pemerintah, institusi penelitian, dan sektor swasta untuk mengatasi kendala-kendala tersebut.

4. Peluang dan Manfaat

Teknologi ML telah membawa revolusi dalam berbagai sektor, termasuk perikanan. Dengan kemampuan analisis data yang cepat dan akurat, ML berkontribusi besar dalam pengelolaan sumber daya perikanan yang lebih efisien dan berkelanjutan. Beberapa manfaat utama dari penerapan ML dalam sektor ini meliputi:

a. Meningkatkan Efisiensi Pengelolaan Sumber Daya Perikanan

ML dapat menganalisis pola migrasi ikan, memprediksi lokasi tangkapan terbaik, dan mengoptimalkan rute kapal nelayan, sehingga mengurangi pemborosan bahan bakar dan meningkatkan hasil tangkapan. Selain itu, ML mampu mendeteksi pola perilaku ikan

berdasarkan data sensor dan citra satelit, sehingga membantu pengambilan keputusan dalam perikanan tangkap maupun budidaya.

b. Mendukung Keberlanjutan Perikanan

Keberlanjutan perikanan sangat bergantung pada keseimbangan antara eksploitasi dan konservasi sumber daya laut. ML berperan dalam:

- Pemantauan stok ikan secara real-time, sehingga dapat menghindari overfishing.
- Deteksi dini penyakit ikan dalam akuakultur, memungkinkan intervensi cepat untuk mengurangi kerugian dan meningkatkan kesejahteraan ikan budidaya.
- Pengelolaan ekosistem perairan, misalnya dengan model prediktif untuk mendeteksi perubahan kualitas air dan dampaknya terhadap populasi ikan.

c. Solusi Inovatif untuk Pengelolaan Perikanan Berkelanjutan

ML menawarkan solusi inovatif untuk pengelolaan perikanan yang lebih adaptif dan berbasis data, termasuk:

- Prediksi stok ikan berbasis big data, membantu perencanaan jangka panjang dalam industri perikanan.
- Sistem otomatis untuk identifikasi dan pelacakan ikan, memungkinkan pengelolaan spesies yang lebih akurat dan efektif.
- Optimasi pakan dalam akuakultur, di mana ML membantu menyesuaikan pola pemberian pakan untuk meningkatkan pertumbuhan ikan dan mengurangi limbah.

Penerapan ML dalam sektor perikanan membuka peluang besar untuk meningkatkan efisiensi operasional, mendukung keberlanjutan, dan menghadirkan solusi inovatif dalam pengelolaan sumber daya perikanan. Dengan semakin berkembangnya teknologi dan ketersediaan data yang lebih besar, ML dapat menjadi alat utama dalam menciptakan ekosistem perikanan yang lebih cerdas dan berkelanjutan.

5. Tantangan dalam Implementasi *Machine Learning*

Implementasi ML dalam sektor perikanan menawarkan potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan. Namun, penerapan teknologi ini dihadapkan pada berbagai tantangan yang perlu diatasi untuk mencapai hasil yang optimal. Berikut adalah beberapa tantangan utama dalam implementasi machine learning di bidang perikanan:

a. Ketersediaan dan Kualitas Data

Data yang akurat dan lengkap sangat penting untuk pengembangan model ML yang andal. Namun, dalam sektor perikanan, seringkali terdapat keterbatasan dalam ketersediaan data yang memadai. Hal ini disebabkan oleh kurangnya infrastruktur untuk pengumpulan data, serta minimnya standar dalam pencatatan informasi terkait perikanan. Sebagai contoh, dalam manajemen data kapal perikanan, sering ditemukan ketidaksesuaian jumlah data dengan jumlah kapal yang ada di lapangan akibat replikasi atau duplikasi data yang disebabkan oleh kesalahan manusia (FRCI, 2021).

b. Kompleksitas Lingkungan Perairan

Lingkungan perairan memiliki dinamika yang kompleks dan variabel yang beragam, seperti suhu air, salinitas, dan arus laut. Variabilitas ini menyulitkan pengembangan model ML yang dapat secara akurat memprediksi kondisi atau perilaku tertentu dalam ekosistem perairan. Selain itu, interaksi antara berbagai spesies dan faktor lingkungan menambah tingkat kompleksitas yang harus dipertimbangkan dalam model.

c. Keterbatasan Teknologi dan Infrastruktur

Penerapan ML memerlukan infrastruktur teknologi yang memadai, termasuk perangkat keras, perangkat lunak, dan konektivitas internet yang stabil. Di banyak daerah pesisir atau pedesaan yang menjadi sentra perikanan, akses terhadap teknologi ini masih terbatas. Selain itu, kurangnya pengetahuan dan keterampilan dalam mengoperasikan teknologi canggih menjadi hambatan tambahan dalam implementasi machine learning di sektor perikanan.

d. Tantangan Etika dan Regulasi

Penggunaan ML dan AI dalam perikanan juga menimbulkan pertanyaan etika dan regulasi. Misalnya, mengenai tanggung jawab atas keputusan yang dihasilkan oleh sistem otomatis, serta perlindungan data yang dikumpulkan dan digunakan. Kurangnya kerangka hukum yang jelas dan standar internasional yang mengatur penggunaan AI dalam operasi maritim menambah kompleksitas dalam penerapan teknologi ini (Wahdatulnisa and Nugraha, 2025).

e. Adaptasi dan Penerimaan oleh Masyarakat Nelayan

Peralihan dari metode tradisional ke teknologi berbasis ML memerlukan perubahan budaya dan adaptasi dari masyarakat nelayan. Resistensi terhadap perubahan, kurangnya pemahaman tentang manfaat teknologi, dan kekhawatiran akan penggantian peran manusia oleh mesin dapat menghambat penerapan machine learning dalam perikanan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan partisipatif dan edukatif untuk memastikan penerimaan dan partisipasi aktif dari komunitas nelayan.

Mengatasi tantangan-tantangan tersebut memerlukan kerjasama antara pemerintah, akademisi, industri, dan komunitas nelayan. Investasi dalam infrastruktur teknologi, pengembangan kapasitas sumber daya manusia, penyusunan regulasi yang adaptif, serta pendekatan edukasi dan partisipasi masyarakat menjadi kunci untuk suksesnya implementasi ML dalam sektor perikanan.

6. Arah Penelitian dan Pengembangan di Masa Depan

Seiring dengan meningkatnya tantangan dalam sektor perikanan, penelitian dan pengembangan di masa depan semakin berfokus pada penerapan ML untuk meningkatkan efisiensi, keberlanjutan, dan ketahanan ekosistem perairan. Beberapa arah penelitian yang diperkirakan akan berkembang dalam beberapa tahun ke depan meliputi:

a. Penggunaan ML untuk Pemantauan dan Manajemen Sumber Daya Perikanan

Salah satu tantangan terbesar dalam pengelolaan perikanan adalah pemantauan stok ikan di perairan yang luas. ML dapat digunakan untuk mengolah data dari sensor bawah laut, pencitraan satelit, dan teknologi akustik guna memperkirakan jumlah dan distribusi spesies ikan secara real-time. Model prediktif berbasis deep learning juga dapat membantu

dalam mendeteksi tren populasi ikan dan mengidentifikasi potensi *overfishing*, sehingga memungkinkan pengelolaan yang lebih adaptif dan berbasis data.

b. Peningkatan Efisiensi dalam Akuakultur melalui Sistem Cerdas

Di bidang budidaya perikanan, ML dapat diterapkan untuk memprediksi kesehatan ikan, mengoptimalkan pemberian pakan, dan mendeteksi penyakit secara dini. Sistem berbasis AI dapat menganalisis parameter lingkungan seperti suhu, kadar oksigen, dan pH air untuk memberikan rekomendasi yang lebih akurat bagi petani ikan. Model ML yang dikombinasikan dengan Internet of Things (IoT) juga dapat membantu menciptakan sistem pemantauan otomatis yang meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya operasional.

c. Prediksi dan Mitigasi Dampak Perubahan Iklim terhadap Perikanan

Perubahan iklim berpengaruh terhadap habitat ikan dan siklus perairan. Penggunaan ML dalam analisis data iklim dapat membantu memprediksi pola migrasi ikan, perubahan suhu air, dan dampaknya terhadap ekosistem perairan. Dengan adanya model prediktif ini, pemerintah dan komunitas perikanan dapat lebih siap dalam menghadapi perubahan yang terjadi dan mengembangkan strategi adaptasi yang lebih efektif.

d. Deteksi Penangkapan Ikan Ilegal dengan Pengolahan Citra dan Big Data

Penangkapan ikan ilegal menjadi ancaman serius bagi keberlanjutan perikanan global. ML dapat diterapkan dalam analisis citra satelit dan data pelacakan kapal untuk mendeteksi aktivitas penangkapan ikan yang tidak sah. Model berbasis computer vision juga dapat digunakan untuk mengenali jenis ikan hasil tangkapan di pelabuhan dan memastikan kepatuhan terhadap regulasi perikanan.

e. Otomatisasi Kualitas dan Keamanan Produk Perikanan

Kualitas produk perikanan sangat penting untuk perdagangan dan konsumsi. ML dapat digunakan dalam analisis citra digital untuk menilai kesegaran ikan, mendeteksi kontaminasi, serta mengoptimalkan rantai pasok. Dengan adanya sistem otomatis ini, kualitas ikan yang sampai ke pasar dapat lebih terjaga dan risiko produk yang tidak layak konsumsi dapat dikurangi.

Arah penelitian dan pengembangan di bidang machine learning untuk perikanan terus berkembang pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan solusi berbasis teknologi. Dengan memanfaatkan AI dan ML, sektor perikanan dapat menjadi lebih efisien, berkelanjutan, dan tahan terhadap berbagai tantangan, termasuk perubahan iklim dan eksploitasi berlebihan. Untuk mewujudkan hal ini, diperlukan kolaborasi antara akademisi, industri, pemerintah, dan komunitas perikanan dalam mengembangkan serta mengimplementasikan solusi berbasis data yang inovatif.

D. Kesimpulan

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- *Machine Learning* (ML) memiliki potensi besar untuk merevolusi sektor perikanan melalui pendekatan berbasis data yang lebih cerdas. Meski demikian, keberhasilan penerapannya bergantung pada kolaborasi antara ilmuwan, pemerintah, dan praktisi.

- Tantangan yang ada, seperti kualitas data dan infrastruktur, perlu diatasi untuk memaksimalkan manfaat ML. Investasi dalam pengumpulan data berkualitas dan pendidikan teknologi akan menjadi kunci dalam menghadapi tantangan ini.
- ML menawarkan banyak potensi dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sektor perikanan.
- Penerapan teknologi ML dapat membantu mengatasi masalah besar seperti *overfishing* dan perubahan iklim, serta mendukung pengelolaan perikanan yang lebih baik dan lebih berkelanjutan.
- Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan algoritma yang lebih adaptif dan spesifik untuk aplikasi perikanan.

Daftar Pustaka

- Adhiem, M.A. (2023), "TANTANGAN PENERAPAN KEBIJAKAN PENANGKAPAN IKAN TERUKUR", *Info Singkat: KAJIAN SINGKAT TERHADAP ISU AKTUAL DAN STRATEGIS*, Vol. XV No. 10, pp. 11–15.
- Akbar, M.A.D., Setiawan, A.B. and Niswatin, R.K. (2021), "Klasifikasi Jenis Ikan Cupang Menggunakan Metode GLCM Dan KNN", *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, Vol. 5, pp. 152–158.
- Alkhan, T.M. (2019), "Machine learning: perannya dalam dunia kelautan", <https://Medium.Com/%40alkhantitan/Machine-Learning-Perannya-Dalam-Dunia-Kelautan-E8e671b4aa55>, 19 August, (accessed 1 February 2025).
- BPPSDM. (2021), "Penerapan Machine Learning pada Budidaya Perikanan", https://Www.Mekanisasikp.Web.Id/2021/12/Penerapan-Machine-Learning-Pada.Html?Utm_source=chatgpt.Com, 14 December, (accessed 1 February 2025).
- Chen, T., Song, C., Fan, C., Gao, X., Liu, K., Li, Z., Cheng, J., *et al.* (2022), "Remote sensing modeling of environmental influences on lake fish resources by machine learning: A practice in the largest freshwater lake of China", *Frontiers in Environmental Science*, Frontiers Media SA, Vol. 10, p. 944319.
- Deriota. (2023), "Smart Akuakultur - Budidaya Perairan dengan IoT", https://Deriota.Com/News/Read/956/Smart-Akuakultur-Budidaya-Perairan-Dengan-Iot.Html?Utm_source=chatgpt.Com, 10 April, (accessed 1 February 2025).
- Diesta, I.R. and Al Maki, W.F. (2021), "Klasifikasi Ikan Cupang Menggunakan Support Vector Machine", *EProceedings of Engineering*, Vol. 8, pp. 10556–10565.
- FAO. (2022), "The State of World Fisheries and Aquaculture 2022", <https://Openknowledge.Fao.Org/Items/11a4abd8-4e09-4bef-9c12-900fb4605a02>, (accessed 1 February 2025).
- Fatimah, G.M.U. (2018), "KLASIFIKASI KUALITAS CITRA IKAN BANDENG MENGGUNAKAN METODE FUZZY K-NEAREST NEIGHBOR BERDASARKAN DESCRIPTOR BENTUK DAN CO-OCCURANCE MATRIK", Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- FRCI. (2021), "Pengembangan Machine Learning untuk Data Kapal Perikanan", https://Perikanan.Org/Id/Kegiatan/Pengembangan-Machine-Learning-Untuk-Data-Kapal-Perikanan/Show?Utm_source=chatgpt.Com#, 3 January, (accessed 2 February 2025).
- Goodfellow, I. (2016), *Deep Learning*, Vol. 196, MIT press.
- Hasym, I.E. and Susilawati, I. (2021), "Klasifikasi Jenis Ikan Cupang Menggunakan Algoritma Principal Component Analysis (PCA) Dan K-Nearest Neighbors (KNN)", *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi Dan Sistem Informasi*, Vol. 1 No. 1, pp. 168–179.
- Islam, M.A., Howlader, M.R., Habiba, U., Faisal, R.H. and Rahman, M.M. (2019), "Indigenous fish classification of Bangladesh using hybrid features with SVM classifier", *2019 International Conference on Computer, Communication, Chemical, Materials and Electronic Engineering (IC4ME2)*, IEEE, pp. 1–4.

- Koral. (2022), “DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP SEKTOR PERIKANAN”, https://Koral.Info/Id/Dampak-Perubahan-Iklm-Terhadap-Sektor-Perikanan-2/?Utm_source=chatgpt.Com, 22 April (accessed 2 February 2025).
- Krisdiani, Y. (2019), “Klasifikasi kesegaran ikan berdasarkan warna mata menggunakan metode K-Nearest Neighbor”, Universitas Negeri Malang.
- Mitchell, T.M. and Mitchell, T.M. (1997), *Machine Learning*, Vol. 1, McGraw-hill New York.
- Muchtar, M., Pasrun, Y.P., Rasyid, R., Miftachurohmah, N. and Mardiwati, M. (2024), “Penerapan metode Naïve Bayes dalam klasifikasi kesegaran ikan berdasarkan warna pada citra area mata”, *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, Vol. 12 No. 1.
- Narwadan, T., Kubela, S. and Tamalene, A. (2024), “Strategi Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Berkelanjutan di Era Modern”, *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan*, Vol. 1 No. 2, pp. 46–52.
- Nuraini, R., Wibowo, A., Warsito, B., Syafei, W.A. and Jaya, I. (2023), “Combination of K-NN and PCA Algorithms on Image Classification of Fish Species”, *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, Vol. 7 No. 5, pp. 1026–1032, doi: <https://doi.org/10.29207/resti.v7i5.5178>.
- Pariyandani, A., Larasati, D.A., Wanti, E.P. and Muhathir, M. (2019), “Klasifikasi Citra Ikan Berformalin Menggunakan Metode k-NN dan GLCM”, *Semantika (Seminar Nasional Teknik Informatika)*, Vol. 2, pp. 42–47.
- Rachmat, N., Yohannes, Y. and Mahendra, A. (2021), “Klasifikasi Jenis Ikan Laut Menggunakan Metode SVM dengan Fitur HOG dan HSV”, *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, Vol. 8 No. 4, pp. 2235–2247, doi: <https://doi.org/10.35957/jatisi.v8i4.1686>.
- Ramadhani, M. and Murti, D.H. (2018), “Klasifikasi Ikan Menggunakan Oriented Fast and Rotated Brief (Orb) Dan K-Nearest Neighbor (Knn)”, *JUTI J. Ilm. Teknol. Inf*, Vol. 16 No. 2, p. 115.
- Russell, S.J. and Norvig, P. (2021), *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 4th ed., Pearson Education, Inc., Hoboken.
- SAKINA, E. and MIRZA, A.H. (2024), “PREDIKSI HASIL PRODUKSI IKAN LELE MENGGUNAKAN MACHINE LEARNING (Studi Kasus Dinas Perikanan Kabupaten Muara Enim)”, *Jurnal INSTEK (Informatika Sains Dan Teknologi)*, Vol. 9 No. 1, pp. 55–64.
- Susilo, F.A., Fitriyah, H. and Setyawan, G.E. (2019), “Sistem Klasifikasi Kualitas Ikan Tongkol Beku Berdasarkan Fitur Nilai Warna HSV Menggunakan Metode Naïve Bayes”, *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, Vol. 3 No. 1, pp. 753–760.
- Suwarsito, S., Mustafidah, H., Pinandita, T. and Purnomo, P. (2022), “Freshwater Fish Classification Based on Image Representation Using K-Nearest Neighbor Method”, *JUITA: Jurnal Informatika*, Vol. 10 No. 2, pp. 183–189, doi: <http://dx.doi.org/10.30595/juita.v10i2.15471>.
- Wahdatulnisa, N. and Nugraha, I.F. (2025), “Inovasi dan Tantangan Penggunaan Artificial Inteligence dalam Hukum Maritim di Era Transformasi Digital”, *Desentralisasi : Jurnal Hukum, Kebijakan Publik, Dan Pemerintahan*, Vol. 2 No. 1, pp. 86–97.
- Wanti, E.P. and Muhathir, M. (2021), “Pengidentifikasian Citra Ikan Berformalin Dengan Menggunakan Metode Multilayer Perceptron”, *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer Dan Informatika)*, Vol. 5 No. 1, pp. 491–502, doi: <http://dx.doi.org/10.30645/j-sakti.v5i1.342>.
- YKAN. (2024), “Pemanfaatan Teknologi AI untuk Perikanan Berkelanjutan”, https://www.ykan.or.id/id/publikasi/artikel/perspektif/pemanfaatan-teknologi-ai-untuk-perikanan-berkelanjutan/?utm_source=chatgpt.com (accessed 1 February 2025).
- Yusup, D., Faisal, S. and Pratama, A. (2023), “Klasifikasi Jenis Ikan Hias African Cichlid Menggunakan Algoritma Support Vector Machines”, *Scientific Student Journal for Information, Technology and Science*, Vol. 4 No. 1, pp. 31–38.