

Pemantauan Pertumbuhan Lobster Menggunakan Artificial Intelligence Berbasis Algoritma Decision Tree

Suhendri

Program Studi Bisnis Digital, Politeknik Jatiluhur

Email : suhendri@polijati.ac.id

Email korespondensi: suhendri@polijati.ac.id

Info Artikel

Kata Kunci:

Algoritma Decision Tree;
CART; Ekstraksi Fitur
Citra; Model Klasifikasi;
Kecerdasan Buatan yang
Dapat Dijelaskan
[Explainable AI];
Pembelajaran Mesin
dalam Akuakultur

Submitted :

28 Oktober 2025

Abstrak

Lobster merupakan komoditas perikanan bernilai ekonomi tinggi yang banyak dibudidayakan di wilayah pesisir Indonesia, khususnya di Pulau Jawa dan Sumatra. Namun, sistem budidaya intensif menghadapi berbagai tantangan seperti kestabilan kualitas air, kepadatan populasi, stres saat molting, serta ketidakseimbangan pertumbuhan. Perkembangan Artificial Intelligence [AI] dan computer vision membuka peluang pemantauan otomatis pertumbuhan lobster. Penelitian sebelumnya menggunakan Support Vector Machine [SVM] dan Neural Network dengan tingkat akurasi tinggi namun memiliki kompleksitas komputasi tinggi dan interpretabilitas rendah. Penelitian ini mengusulkan penggunaan algoritma Decision Tree sebagai model klasifikasi yang lebih sederhana dan interpretatif dengan variabel utama tingkat kecerahan lobster. Menggunakan dataset yang sama dengan penelitian Suhendri dan Ari [2025], penelitian ini mengevaluasi tingkat akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Hasil menunjukkan akurasi sebesar 91,4% yang kompetitif dibanding metode sebelumnya. Kontribusi penelitian ini terletak pada penggunaan model Explainable AI dalam sistem budidaya lobster serta penegasan bahwa tingkat kecerahan merupakan indikator penting perkembangan pertumbuhan lobster.

Article Info

Keyword:

Decision Tree Algorithm;
CART; Image Feature
Extraction; Classification
Model; Explainable AI;
Machine Learning in
Aquaculture

Submitted :

Abstract

Lobster is a high-value aquaculture commodity widely cultivated in Indonesia's coastal regions, particularly in Java and Sumatra. However, intensive farming systems face multiple challenges, including water quality instability, high stocking density, stress during molting, and uneven growth distribution. The advancement of Artificial Intelligence [AI] and computer vision technologies has created new opportunities for automated lobster growth monitoring. Previous studies have applied Support Vector Machine [SVM] and Neural Network algorithms, achieving high classification accuracy but at the cost of high computational complexity and limited interpretability.

28 Oktober 2025

This study proposes the use of the Decision Tree algorithm as a simpler and more interpretable classification model, with lobster brightness level as the primary feature variable. Using the same dataset as Suhendri and Ari [2025], this research evaluates model performance based on accuracy, precision, recall, and F1-score. The results indicate an accuracy rate of 91.4%, which is competitive compared to previous methods. The contribution of this study lies in the implementation of an Explainable AI model within lobster aquaculture systems and in establishing brightness level as a significant indicator of lobster growth development.

1. Pendahuluan

Lobster merupakan komoditas akuakultur bernilai ekonomi tinggi yang permintaannya terus meningkat di pasar global maupun domestik. Di Indonesia, budidaya lobster berkembang pesat di wilayah pesisir Jawa dan Sumatra sebagai solusi atas keterbatasan tangkapan alam yang dipengaruhi musim, regulasi konservasi, dan fluktuasi populasi liar [2], [5]. Pengelolaan budidaya modern tidak hanya bergantung pada ketersediaan benih dan pakan, tetapi juga pada stabilitas lingkungan perairan yang mencakup suhu, pH, oksigen terlarut, serta sistem sirkulasi air [9], [16].

Gangguan pada parameter lingkungan tersebut dapat menyebabkan stres fisiologis dan menghambat proses molting, yaitu proses pergantian eksoskeleton yang krusial dalam pertumbuhan lobster [3], [4]. Secara biologis, dinamika sistem saraf stomatogastrik pada lobster menunjukkan bahwa organisme krustasea memiliki respons adaptif terhadap perubahan lingkungan, sehingga kondisi lingkungan yang tidak stabil dapat berdampak langsung pada sistem regulasi internalnya [19].

Dalam konteks manajemen perikanan, pengumpulan data yang terstandarisasi menjadi bagian penting dalam kebijakan ekonomi dan keberlanjutan sumber daya laut [25]. Transformasi digital di sektor akuakultur mendorong integrasi sensor dan Internet of Things [IoT] untuk memantau kualitas air secara real-time [6], [11], [15]. Selain itu, penggunaan sensor magnetik untuk mendeteksi tangkapan lobster pada skala laboratorium menunjukkan potensi otomasi dalam sistem monitoring perikanan [28].

Perkembangan computer vision selama dua dekade terakhir memperlihatkan kemajuan signifikan dalam deteksi dan klasifikasi objek [20]. Evolusi metode dari pendekatan tradisional hingga deep learning telah meningkatkan akurasi deteksi pada berbagai domain, termasuk akuakultur dan pertanian presisi [22], [24]. Dalam lingkungan bawah air dengan pencahayaan rendah, teknik peningkatan citra berbasis pembelajaran terbukti meningkatkan kualitas deteksi krustasea [21]. Sistem berbasis YOLO juga telah diterapkan untuk deteksi dan klasifikasi kepiting [27], sedangkan perangkat keras berdaya rendah telah digunakan untuk pengambilan data perikanan krustasea secara otomatis [26].

Secara khusus dalam penelitian lobster, CNN digunakan untuk grading dalam rantai pasok Southern Rock Lobster [1], machine vision diterapkan untuk meningkatkan nilai jual melalui sistem grading otomatis [12], serta identifikasi spesies dan umur lobster dilakukan menggunakan computer vision [7]. Penelitian terbaru oleh Suhendri dan Ari [18] mengembangkan sistem pemantauan pertumbuhan lobster berbasis computer vision menggunakan algoritma Support Vector Machine [SVM] dan Neural Network yang menghasilkan tingkat akurasi tinggi.

Namun demikian, sebagian besar pendekatan tersebut menggunakan model berbasis deep learning atau margin-based classifier yang bersifat black-box dan memiliki kompleksitas

komputasi relatif tinggi. Dalam implementasi pada sistem berbasis perangkat keras terbatas, kompleksitas model menjadi faktor pembatas utama [26]. Selain itu, variabel morfologis seperti tingkat kecerahan [brightness level] belum dieksplorasi secara mendalam sebagai indikator utama fase pertumbuhan dalam kerangka klasifikasi berbasis citra.

Dengan demikian, terdapat celah penelitian dalam dua aspek utama: (1) kebutuhan model yang lebih interpretable dan ringan secara komputasi, (2) eksplorasi brightness sebagai fitur utama pertumbuhan lobster.

Penelitian ini diposisikan sebagai studi komparatif lanjutan yang mengevaluasi algoritma Decision Tree menggunakan dataset yang sama dengan penelitian sebelumnya [18], dengan fokus pada trade-off antara akurasi, kompleksitas komputasi, dan interpretabilitas model.

Meskipun penelitian sebelumnya menunjukkan akurasi tinggi menggunakan SVM dan Neural Network, terdapat tiga celah penelitian utama: [1] kompleksitas komputasi tinggi; [2] rendahnya interpretabilitas model; [3] belum optimalnya eksplorasi algoritma Explainable AI seperti Decision Tree dalam pemantauan pertumbuhan lobster. Selain itu, variabel tingkat kecerahan lobster belum secara eksplisit dijadikan indikator utama pertumbuhan.

Pertanyaan penelitian: Bagaimana tingkat akurasi pemantauan perkembangan pertumbuhan lobster menggunakan algoritma Decision Tree? Tujuan penelitian: [1] Mengimplementasikan Decision Tree; [2] Mengukur akurasi model; [3] Membandingkan dengan metode sebelumnya; [4] Menganalisis peran tingkat kecerahan sebagai variabel prediktor.

2. Studi Literatur

A. Pertumbuhan Lobster dan Respons Biologis

Pertumbuhan lobster dipengaruhi oleh faktor nutrisi, kepadatan populasi, serta kualitas lingkungan perairan [3], [4], [5]. Molting merupakan indikator utama pertumbuhan, yang sensitif terhadap kondisi lingkungan dan stres fisiologis. Studi pada sistem saraf stomatogastrik menunjukkan bahwa lobster memiliki mekanisme regulasi internal yang kompleks terhadap perubahan eksternal [19]. Oleh karena itu, pemantauan pertumbuhan berbasis citra perlu mempertimbangkan indikator morfologis yang merepresentasikan kondisi fisiologis tersebut.

B. Computer Vision dan Akuakultur Presisi

Computer vision berkembang sebagai cabang dari kecerdasan buatan yang memanfaatkan pemrosesan citra untuk interpretasi visual otomatis. Sejak era awal robot otonom seperti Shakey [23], teknologi ini terus berevolusi hingga menjadi sistem deteksi objek berbasis deep learning [20]. Dalam sektor pertanian dan akuakultur presisi, computer vision digunakan untuk monitoring tanaman dan organisme air secara otomatis [22], [24].

Pada domain perikanan dan krustasea, CNN digunakan untuk grading lobster [1], deep learning untuk deteksi ikan pelagis [17], serta sistem berbasis YOLO untuk klasifikasi kepiting [27]. Metode peningkatan citra pada kondisi pencahayaan rendah meningkatkan kualitas deteksi organisme bawah air [21]. Selain itu, sistem video berbasis perangkat keras rendah daya memungkinkan pengumpulan data perikanan secara berkelanjutan [26].

C. Machine Learning dalam Monitoring Lobster

Machine learning telah digunakan dalam monitoring kualitas air [10], pengendalian berbasis fuzzy logic [15], serta sistem monitoring kesehatan lobster [8]. SVM dan Neural Network digunakan dalam penelitian sebelumnya untuk klasifikasi pertumbuhan lobster berbasis citra [18]. Meskipun akurasi tinggi dapat dicapai, model tersebut memiliki keterbatasan interpretabilitas dan kebutuhan komputasi yang besar.

D. Teori Decision Tree

Decision Tree merupakan algoritma supervised learning yang digunakan untuk klasifikasi dan regresi. Algoritma ini bekerja dengan membangun struktur pohon berdasarkan pemisahan data secara rekursif menggunakan kriteria impurity seperti Gini Index atau Information Gain.

Secara konseptual, Decision Tree membagi ruang fitur menjadi beberapa region melalui aturan berbasis threshold. Setiap node internal merepresentasikan kondisi pengujian terhadap suatu atribut, sedangkan daun [leaf node] merepresentasikan kelas akhir. Keunggulan utama Decision Tree meliputi:

- Interpretabilitas tinggi karena aturan keputusan dapat ditelusuri secara eksplisit.
- Tidak memerlukan asumsi distribusi data tertentu.
- Kompleksitas komputasi relatif rendah dibanding deep learning.

Dalam konteks Explainable Artificial Intelligence [XAI], Decision Tree termasuk model yang transparan karena struktur pohonnya dapat dianalisis untuk memahami kontribusi masing-masing fitur terhadap hasil klasifikasi. Hal ini relevan dalam sistem budidaya, di mana pengambilan keputusan operasional membutuhkan pemahaman logika model.

Algoritma CART (Classification and Regression Tree) menggunakan Gini Index untuk menentukan pemisahan terbaik pada setiap node, dengan tujuan meminimalkan impurity. Proses pruning dilakukan untuk menghindari overfitting dan meningkatkan generalisasi model.

Dalam penelitian ini, brightness level diposisikan sebagai fitur utama dalam proses pemisahan node. Analisis struktur pohon memungkinkan identifikasi threshold kecerahan yang membedakan fase pertumbuhan lobster, sehingga memberikan interpretasi biologis terhadap hasil klasifikasi.

3. Metodologi

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif eksperimental dengan pendekatan komparatif. Studi ini mengevaluasi performa algoritma Decision Tree dalam klasifikasi pertumbuhan lobster berbasis citra digital, menggunakan dataset yang sama dengan penelitian sebelumnya [18]. Dengan demikian, desain penelitian bersifat *comparative extension study*, yang bertujuan menilai trade-off antara akurasi, kompleksitas komputasi, dan interpretabilitas model.

Penelitian dilakukan melalui tahapan utama:

- Akuisisi dan pra-pemrosesan data citra
- Ekstraksi fitur morfologis
- Pembangunan model Decision Tree
- Evaluasi performa klasifikasi
- Analisis interpretabilitas model

a. Dataset dan Teknik Sampling

Dataset yang digunakan merupakan dataset citra lobster yang telah dikumpulkan dan dilabeli pada penelitian sebelumnya oleh Suhendri dan Ari [18]. Dataset tersebut terdiri dari citra lobster pada beberapa tahap pertumbuhan yang telah diverifikasi secara manual berdasarkan ukuran dan fase perkembangan.

Teknik sampling yang digunakan adalah **total sampling**, yaitu seluruh data pada dataset digunakan dalam eksperimen tanpa pengurangan atau seleksi tambahan. Pendekatan ini bertujuan menjaga konsistensi perbandingan performa model dengan penelitian sebelumnya.

b. Tahap Pra-Pemrosesan (Preprocessing)

Sebelum dilakukan pemodelan, citra mengalami beberapa tahapan pra-pemrosesan:

1. Normalisasi Ukuran Citra

Seluruh citra diseragamkan pada resolusi tertentu untuk menjaga konsistensi dimensi input.

2. **Konversi Warna**

Citra RGB dikonversi untuk memperoleh nilai intensitas kecerahan [brightness level].

3. **Noise Reduction**

Filtering dilakukan untuk mengurangi gangguan visual yang dapat mempengaruhi ekstraksi fitur.

4. **Segmentasi Objek**

Area lobster dipisahkan dari latar belakang untuk memastikan fitur yang diekstrak hanya berasal dari objek utama.

Tahap ini penting untuk meningkatkan stabilitas model dan mengurangi bias akibat variasi pencahayaan eksternal.

c. **Ekstraksi Fitur**

Penelitian ini menekankan **brightness level** sebagai variabel utama dalam klasifikasi pertumbuhan lobster. Brightness dihitung berdasarkan rata-rata intensitas piksel pada area lobster yang telah disegmentasi.

Secara matematis, brightness dapat dinyatakan sebagai:

$$B = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I_i$$

di mana:

- B = nilai kecerahan rata-rata
- I_i = intensitas piksel ke- i
- N = jumlah total piksel pada objek lobster

Selain brightness, fitur pendukung seperti estimasi luas area [size estimation] dan distribusi tekstur sederhana juga digunakan untuk meningkatkan diskriminasi antar kelas pertumbuhan.

5. **Results**

Hasil pengujian menunjukkan bahwa Decision Tree menghasilkan akurasi sebesar 91,4%, precision 90,8%, recall 91,1%, dan F1-score 90,9%. Dibandingkan dengan Neural Network [94,2%] dan SVM [92,7%], hasil ini menunjukkan performa kompetitif dengan keunggulan interpretabilitas dan efisiensi komputasi. Tingkat kecerahan terbukti menjadi variabel dominan dalam pemisahan node pada pohon keputusan.

6. **Kesimpulan**

Algoritma Decision Tree mampu memberikan akurasi yang kompetitif dalam pemantauan pertumbuhan lobster berbasis AI. Meskipun sedikit di bawah Neural Network, model ini menawarkan keunggulan dalam transparansi dan efisiensi. Tingkat kecerahan lobster terkonfirmasi sebagai indikator penting pertumbuhan. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan metode ensemble atau integrasi dengan sistem IoT secara real-time.

Referensi

- [1] S. A. Vo, J. Scanlan dan P. Turner, "An application of Convolutional Neural Network to lobster grading in the Southern Rock Lobster supply chain," *Elsevier*, vol. 113, 2020.
- [2] K. Lengka, M. Kolopita dan S. Asma, "Teknik Budidaya Lobster [*Cherax quadricarinatus*] Air Tawar di Balai Budidaya Air Tawar," *Budidaya Perairan*, vol. 1, pp. 15-21, 2013.
- [3] Rosmawatia, Mulyanaa, and M. A. Rafib,, "Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Lobster Air Tawar [*Cherax quadricarinatus*] Yang Diberi Pakan Buatan Berbahan Baku Tepung Keong Mas [*Pomacea* sp]," *J. Mina Sains* , pp. 31-41, 2019.
- [4] K. A. Zaky, A. R. Rahim dan Aminin, "JENIS SHELTER YANG BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN SINTASAN LOBSTER AIR TAWAR RED CLAW [*Cherax quadricarinatus*]," *Jurnal Perikanan Pantura*, vol. 3, no. 1, 2020.
- [5] D. Lesmana, Robin, N. MZ dan A. N. Milla, "EVALUATION OF PRODUCTION PERFORMANCE OF FRESHWATER CRAYFISH *Cherax quadricarinatus* WITH DIFFERENT FEEDING RATE," *Jurnal Mina Sains*, vol. 8, no. Oktober, pp. 101-106, 2022.
- [6] M. R. U. Albaab dan R. Purbaningtyas, "Website Monitoring Pintar Terintegrasi Berbasis IoT pada Budidaya," *Jurnal Aplikasi Teknologi Informasi dan Manajemen* , vol. 4, pp. 1-18, 2024.
- [7] Yasir Hasan , Kristian Siregar , "COMPUTER VISION IDENTIFICATION OF SPECIES, SEX, AND AGE OF INDONESIAN MARINE LOBSTERS," *JURNAL INFOKUM*, vol. 9, no. 2, 2021.
- [8] C. K. Sastradipraja, "'SISTEM PEMANTAUAN KESEHATAN LOBSTER [LHMS] MENGGUNAKAN MACHINE LEARNING," *JURSISTEKNI*, vol. 2, no. 1, pp. 1-9, 2020.
- [9] W. P. Astiyani, F. Humaira, V. T. Febriani, M. Akbarurrasyid dan E. A. Prama, "NILAI PARAMETER KUALITAS AIR PADA PEMELIHARAAN LOBSTER AIR TAWAR [*Cherax quadricarinatus*]," *Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, vol. 6, p. 1, 2024.
- [10] M. Ali, "KLASIFIKASI KUALITAS AIR PADA BUDIDAYA LOBSTER AIR TAWAR MENGGUNAKAN METODE NAÏVE BAYES," *Repository Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro*, 2021.
- [11] Bagas Prasetyo Nugroho, Ahmad Fahrudi Setiawan, Deddy Rudhistiar, "SISTEM MONITORING DAN CONTROLLING ALAT PENGURAS AIR OTOMATIS PADA KOLAM LOBSTER BERBASIS IOT," *JATI [Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika]* , vol. 7, no. 1, 2023.
- [12] Bob Foster , Vani Maharani , Graha Prakarsa , Susan Purnama, "Improving the Value of Lobster Selling with Grading Method Using Machine Vision Technology," *Linguistics and Culture Review*, 2022.
- [13] G. d. Arco dan J. Antonio, "Using ORB [Oriented FAST and Rotated BRIEF], BoW and SVM to identify and track tagged Norway lobster *Nephrops norvegicus*," *SARTI*, no. March, pp. 50-52, 2016.
- [14] Hakkun Elmunsyah , Feri Kurniawan , Prima yams Fathurrachman , Putri Ayu Anggreini ,Yogi Dwi Mahandi, "Automated Lobster Cultivation Monitoring System Based on Embedded System

and Internet of Things: TALOPIN,” *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, vol. 242, 2018.

- [15] A. Susilo, Y. Cahyana, S. A. PuspitaLestari dan T. Rohana, “Implementasi Alat Ukur Suhu Dan PH Air Untuk Budidaya Lobster Dengan Algoritma Fuzzy Logic Berbasis IoT,” *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 4, no. Desember, pp. 1-10, 2024.
- [16] S. T. Sipriana, “KUALITAS AIR PADA KOLAM LOBSTER AIR TAWAR [*Cherax quadricarinatus*] DI BBAT TATELU,” *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, vol. vii, no. Desember, p. 3, 2011.
- [17] Allken, V.; Rosen, S.; Handegard, N.O.; Malde, K. A, “A deep learning-based method to identify and count pelagic and mesopelagic fishes from trawl camera images,” *ICES*, vol. 78, p. 3780–3792., 2021.
- [18] S Suhendri, APW Wibowo – “*Lobster Growth Monitoring with AI-Based Computer Vision Using SVM and Neural Network*”, Brilliance: Research of Artificial Intelligence, 2025

