

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*), yang juga dikenal sebagai udang kaki putih, merupakan jenis udang asal Pantai Pasifik Barat Amerika yang pertama kali diperkenalkan di Tahiti pada tahun 1970. Di Indonesia, udang ini secara resmi mulai dibudidayakan pada tahun 2001 sebagai alternatif pengganti udang windu (*Penaeus monodon*), yang saat itu mengalami penurunan kualitas serta kesulitan dalam memperoleh bibit unggul (Ghozali et al., 2021). Saat ini, udang vannamei menjadi salah satu komoditas unggulan dalam sistem perikanan Indonesia karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan memberikan kontribusi signifikan terhadap pendapatan nasional, baik dari pasar domestik maupun ekspor. Menurut laporan Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), nilai komoditas *ekspor* termasuk udang vannamei sempat mengalami penurunan sebesar USD 0,76 miliar atau sekitar 13,6 persen dibandingkan periode yang sama pada tahun sebelumnya. Selain itu, volume *ekspor* udang Indonesia pada Januari hingga Juni 2024 tercatat sebesar 98,51 ribu ton, mengalami kontraksi sebesar 10,8 persen secara *year-on-year*. Meskipun demikian, secara keseluruhan ekspor udang Indonesia masih menunjukkan pertumbuhan rata-rata sebesar 4,61 persen per tahun dan memberikan kontribusi besar terhadap devisa negara, dengan total nilai ekspor perikanan mencapai 34,5% (Reliubun, 2024).

Provinsi Aceh merupakan salah satu wilayah penghasil udang vannamei terbesar, dengan produksi mencapai 45.770 ton (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2023), khususnya di wilayah pesisir Kecamatan Muara Satu, Kota Lhokseumawe. Namun, budidaya udang vannamei di berbagai daerah di Indonesia menghadapi tantangan serius berupa serangan penyakit, yang berdampak pada kematian massal dan kerugian ekonomi signifikan bagi petambak (Selvin et al., 2015). Kehadiran penyakit tersebut berpotensi menurunkan kualitas, pertumbuhan, serta produktivitas udang, yang pada akhirnya dapat menyebabkan kerugian bagi pembudidaya (Rahayuni et al., 2022). Menurut *Shrimp Club*

Indonesia (SCI), produksi udang Indonesia menurun dari 300.000 ton pada tahun 2014 menjadi 265.000 ton pada 2016 (Medistiara, Y. 2017), dan penyakit menjadi salah satu penyebab utama penurunan tersebut (Utami et al., 2016). Di Bangka Belitung, kerugian akibat penyakit udang bahkan mencapai ratusan miliar rupiah, sementara di Kulon Progo, para petambak mengalami kematian udang hingga 40% akibat serangan penyakit kotoran putih. Kondisi ini menunjukkan perlunya upaya serius untuk mengatasi permasalahan penyakit udang secara sistematis. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pendekatan berbasis citra video, yaitu *frame* yang diambil dari rekaman video udang *vannamei* di kolam tambak, bukan gambar statis, untuk deteksi kondisi kesehatannya secara otomatis.

Seiring dengan perkembangan teknologi kecerdasan buatan, khususnya dalam bidang *computer vision*, metode berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) telah terbukti efektif dalam melakukan deteksi objek, ekstraksi fitur visual, serta klasifikasi citra secara otomatis dengan tingkat akurasi yang tinggi. Oleh karena itu, metode ini banyak digunakan dalam berbagai penelitian pengolahan citra, termasuk pada bidang akuakultur untuk mendeteksi kondisi objek secara otomatis.

CNN mampu mengekstraksi fitur citra secara otomatis sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada keahlian domain dan mempercepat proses pelatihan. Selain itu, *Convolutional Neural Network* (CNN) memiliki struktur berlapis yang memungkinkan pembelajaran fitur dari tingkat rendah (seperti warna dan tepi) hingga tingkat tinggi (seperti bentuk objek atau pola penyakit), serta terbukti mampu menghasilkan akurasi tinggi dalam berbagai studi klasifikasi citra biologis. Dalam perancangan sistem ini digunakan pendekatan *machine learning*, khususnya model *supervised learning*. *Machine learning* merupakan bagian dari kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer mempelajari pola dari data tanpa perlu instruksi *eksplisit* (Budiharto, 2016). *Supervised learning* sendiri adalah metode pelatihan model berdasarkan data berlabel, seperti gambar udang sehat dan tidak sehat (Jiang et al., 2020).

Penggunaan *Convolutional Neural Network* (CNN) telah meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam mendeteksi kesehatan udang *vannamei*. Namun,

sebagian besar penelitian sebelumnya masih menggunakan citra statis yang tidak mampu merepresentasikan dinamika perilaku udang secara real-time, sehingga berpotensi menurunkan akurasi deteksi pada kondisi lingkungan nyata yang bersifat kompleks dan dinamis. Pendekatan berbasis video, dengan pemrosesan setiap *frame*, menawarkan potensi yang lebih besar dalam menangkap perubahan perilaku dan kondisi udang secara *real-time*, sehingga memberikan representasi kondisi udang yang lebih adaptif terhadap perubahan lingkungan. Dengan pesatnya perkembangan teknologi di bidang kecerdasan buatan dan visi komputer, muncul berbagai inovasi dalam pemanfaatan citra visual untuk mendeteksi kondisi objek secara otomatis dan akurat. Salah satu metode yang terbukti efektif dalam mengenali pola visual pada gambar adalah *Convolutional Neural Network* (CNN), termasuk dalam bidang pertanian dan perikanan. Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dipilih dalam penelitian ini karena memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan metode klasifikasi konvensional seperti *K-Nearest Neighbor* (KNN), *Support Vector Machine* (SVM), maupun metode ekstraksi fitur manual seperti *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Pada penelitian ini telah dilakukan kajian terhadap penelitian–penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan deteksi kesehatan udang vannamei.

Penelitian juga dilakukan oleh (Haikal et al., 2022) dari Jurnal Informatika dengan judul “*Citra Digital untuk Klasifikasi Kualitas Udang Windu Menggunakan Algoritma GLCM dan K-Nearest Neighbor*”. Penelitian ini membahas pemanfaatan teknologi pengolahan citra digital untuk mengklasifikasikan kualitas udang windu berdasarkan tekstur permukaan. Dalam penelitian tersebut, fitur-fitur tekstur diekstraksi menggunakan metode GLCM, kemudian diklasifikasikan menggunakan K-Nearest Neighbor. Proses pengolahan citra dilakukan menggunakan Python dan pustaka pendukung pengolahan citra. Sistem dirancang untuk membaca citra udang, mengekstraksi ciri tekstur, dan menentukan kategori kualitas berdasarkan kecocokan citra dalam basis data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode GLCM dan KNN mampu mengklasifikasikan kualitas udang dengan akurasi mencapai 80%, sehingga membuktikan efektivitas metode berbasis fitur manual dalam penilaian kualitas

visual.

Penelitian juga dilakukan oleh (Xu et al., 2024) melalui jurnal SmartAg berjudul “*Shrimp Diseases Detection Method Based on Improved YOLOv8 and Multiple Features*” yang mengusulkan sistem deteksi penyakit udang berbasis *deep learning*. Penelitian ini memadukan YOLOv8, fitur GLCM, dan *optical flow* yang kemudian dilabeli menggunakan SVM untuk meningkatkan ketelitian dalam membedakan fragmen udang sehat dan sakit. Sistem ini dirancang untuk bekerja dalam kondisi citra bawah air yang berubah-ubah, sehingga memerlukan kombinasi fitur spasial dan temporal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode ini mampu mencapai akurasi sebesar 97,625%, menunjukkan bahwa integrasi antara ekstraksi fitur dan model *deep learning* dapat meningkatkan performa deteksi penyakit secara signifikan.

Penelitian lain dilakukan oleh (Setiawan, Hadiyanto, & Widodo, 2024) yang dipublikasikan pada Jurnal *Emerging Science and Engineering* dengan fokus pada klasifikasi citra udang dan ikan bawah air. Penelitian ini menerapkan beberapa algoritma *machine learning* seperti SVM, *Random Forest*, dan KNN yang dikombinasikan dengan teknik ekstraksi fitur. Sistem dirancang untuk mengenali objek bawah air melalui pengolahan citra yang dipengaruhi oleh kondisi cahaya dan kekeruhan air. Hasil pengujiannya menunjukkan bahwa model *Random Forest* memberikan performa terbaik dengan akurasi mencapai 93%, menandakan bahwa metode berbasis fitur manual masih cukup kompetitif meskipun memiliki keterbatasan pada kondisi lingkungan yang dinamis. Selain itu, Penelitian oleh Ramadhan, dkk. (2021) yang berjudul “Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan *K-Nearest Neighbors* Berbasis *IoT*” juga berkontribusi dalam bidang kesehatan udang. Penelitian ini mengembangkan sistem prediksi kesehatan udang berdasarkan parameter kualitas air yang dipantau secara *real-time* menggunakan perangkat IoT. Data sensor seperti pH, suhu, dan kadar oksigen diolah menggunakan algoritma KNN untuk memprediksi kondisi kesehatan udang. Hasil penelitian menunjukkan akurasi prediksi kesehatan mencapai 99,9%, serta akurasi prediksi kondisi air sebesar 97,5%, sehingga menunjukkan potensi tinggi implementasi *machine learning* dalam budidaya udang modern.

Walaupun beberapa penelitian terdahulu menunjukkan akurasi yang tinggi, metode berbasis fitur manual, seperti KNN, SVM, *Random Forest* maupun pendekatan berbasis GLCM pada dasarnya memiliki keterbatasan yang serius dalam skenario nyata, terutama untuk objek kompleks seperti udang vannamei. Tingginya akurasi pada penelitian sebelumnya umumnya diperoleh karena pengujian dilakukan pada dataset terbatas, kondisi cahaya yang seragam, atau lingkungan terkontrol sehingga model mudah mengenali pola yang sama. Dalam situasi lapangan, metode berbasis fitur manual sangat mudah menurun performanya ketika citra memiliki variasi posisi, pencahayaan, warna udang, tingkat kekeruhan air, serta noise kamera. Keterbatasan inilah yang menjadi alasan utama pemilihan *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam penelitian ini. CNN mampu belajar langsung dari citra mentah tanpa membutuhkan ekstraksi fitur manual, memiliki kemampuan generalisasi lebih baik, serta dapat menangkap pola tekstur dan bentuk yang lebih kompleks dibandingkan metode konvensional. Oleh karena itu, meskipun penelitian-penelitian sebelumnya memberikan gambaran awal, diperlukan pendekatan berbasis *deep learning* yang lebih stabil dan adaptif untuk deteksi kesehatan udang vannamei.

Dengan demikian, metode CNN dipilih karena mampu menangani kompleksitas citra video udang vannamei dan diharapkan dapat membantu proses deteksi kesehatan udang secara lebih akurat dan efisien. Metode deteksi manual memiliki keterbatasan karena bersifat subjektif, membutuhkan pengalaman, serta tidak dapat dilakukan secara terus-menerus. Akibatnya, banyak kasus penyakit baru terdeteksi ketika kondisi sudah parah dan sulit ditangani. Oleh karena itu, diperlukan sistem berbasis teknologi yang mampu melakukan deteksi secara otomatis, cepat, dan akurat untuk membantu petambak udang vannamei dalam pengambilan keputusan. Berdasarkan keterbatasan penelitian sebelumnya yang masih menggunakan citra statis dan metode berbasis fitur manual, penelitian ini menawarkan pendekatan berbasis video untuk mendeteksi kondisi kesehatan udang secara lebih dinamis dan akurat, sehingga diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efektif dalam membantu petambak mendeteksi kesehatan udang vannamei secara dini.

Meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan keberhasilan dalam mendeteksi kondisi kesehatan udang menggunakan citra maupun data sensor, sebagian besar penelitian masih menggunakan citra statis, parameter kualitas air, atau data yang diperoleh pada lingkungan yang terkontrol. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada penggunaan dataset hasil ekstraksi *frame* video udang vannamei yang diperoleh langsung dari lingkungan tambak nyata serta penerapan model YOLOv8 berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mendeteksi kondisi kesehatan udang berdasarkan karakteristik visual. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang umumnya menggunakan citra statis, data sensor kualitas air, atau lingkungan pengambilan data yang terkontrol, penelitian ini memanfaatkan data video yang mampu merepresentasikan kondisi lapangan yang lebih dinamis. Pendekatan tersebut memungkinkan sistem melakukan deteksi kesehatan udang secara otomatis berdasarkan perubahan visual yang terjadi pada lingkungan budidaya sebenarnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas, maka permasalahan yang penulis rumuskan adalah :

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan sistem deteksi kesehatan udang vannamei secara otomatis dan efisien berdasarkan citra video?
2. Seberapa akurat sistem deteksi kesehatan udang vannamei menggunakan model YOLOv8 berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN)?
3. Sejauh mana model YOLOv8 berbasis CNN mampu mengklasifikasikan kondisi kesehatan udang vannamei berdasarkan citra video?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan sistem deteksi kesehatan udang vannamei berbasis citra video secara otomatis dan efisien menggunakan model YOLOv8 berbasis CNN.

2. Menguji tingkat akurasi dan performa model YOLOv8 berbasis CNN dalam mendeteksi kondisi kesehatan udang vannamei.
3. Menganalisis kemampuan model YOLOv8 berbasis CNN dalam mengklasifikasikan kondisi kesehatan udang vannamei berdasarkan karakteristik visual pada citra video.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan alat bantu kepada petambak udang vannamei yang efisien dalam memantau kesehatan udang secara otomatis, sehingga dapat mengurangi risiko kerugian akibat serangan penyakit yang tidak terdeteksi secara dini.
2. Menjadi referensi dan sumber pengetahuan bagi penelitian selanjutnya dalam penerapan metode *deep learning*, khususnya *Convolutional Neural Network* (CNN), dalam bidang perikanan dan pengolahan citra.
3. Mendukung program peningkatan produktivitas sektor perikanan melalui pemanfaatan teknologi berbasis kecerdasan buatan dalam deteksi kesehatan komoditas unggulan seperti udang vannamei.
4. Menjadi dasar pengembangan aplikasi atau sistem deteksi visual berbasis AI untuk komoditas perikanan, serta menjadi contoh penerapan teknologi *Convolutional Neural Network* (CNN) pada objek non-manusia di bidang akuakultur dan perikanan.
5. Meningkatkan kesadaran kepada masyarakat terhadap pentingnya inovasi teknologi dalam mendukung ketahanan pangan dan ekonomi berbasis sumber daya laut.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian yang ditetapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada deteksi kondisi kesehatan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) berdasarkan citra video.

2. Sistem hanya dibatasi untuk membedakan udang sehat dan tidak sehat berdasarkan gejala visual umum seperti perubahan warna, tekstur, dan bentuk tubuh. Informasi terkait jenis penyakit digunakan sebagai referensi pendukung, namun klasifikasi model tidak diarahkan untuk mengidentifikasi jenis penyakit secara spesifik.
3. Metode yang digunakan untuk klasifikasi citra adalah *Convolutional Neural Network* (CNN). Algoritma lainnya seperti SVM, K-NN, atau metode *hybrid* tidak digunakan dalam penelitian ini.
4. Dataset yang digunakan terdiri dari *frame* citra video udang vannamei yang telah diklasifikasikan secara manual oleh ahli ke dalam dua kategori, yaitu sehat dan tidak sehat.
5. Sistem yang dikembangkan hanya mencakup pengolahan data citra, pelatihan model CNN, dan pengujian akurasi model. Sistem diuji secara *offline* menggunakan citra video, namun dengan desain arsitektur yang memungkinkan penerapan secara *real-time* di masa depan.