

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor perikanan merupakan salah satu pilar utama ekonomi global, di mana udang menjadi komoditas perdagangan dengan nilai tertinggi. Menurut data Organisasi Pangan dan Pertanian (FAO, 2024), permintaan dunia terhadap udang segar terus meningkat seiring dengan pertumbuhan konsumsi protein global. Indonesia, sebagai salah satu produsen terbesar, memiliki peran strategis dalam menyuplai pasar internasional. Di tingkat nasional, komoditas utama ekspor Indonesia meliputi udang senilai USD 1,68 miliar, yang mewakili 28,2% dari total ekspor perikanan Indonesia (KKP, 2025). Khususnya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*), jenis ini menjadi primadona ekspor ke negara tujuan utama seperti Amerika Serikat dan Jepang.

Sebagai institusi pendidikan vokasi, Politeknik Negeri Jember (POLIJE) memiliki komitmen dalam mendukung hilirisasi hasil perikanan melalui inovasi terapan berbasis teknologi. Pengembangan sistem inspeksi mutu visual udang segar menggunakan *computer vision* merupakan bentuk kontribusi dalam menjawab permasalahan industri, sejalan dengan pelaksanaan Tridharma Perguruan Tinggi.

Untuk menembus pasar ekspor, produk udang segar harus memenuhi standar kualitas yang ketat sesuai dengan parameter visual SNI 01-2728.1-2006 (Badan Standardisasi Nasional, 2006), Standar SNI menetapkan bahwa udang segar harus mencapai skor organoleptik minimal 7 pada skala 1-9 untuk diterima sebagai bahan baku berkualitas ekspor. Parameter visual yang dinilai meliputi kecerahan permukaan kulit, kebeningan cangkang, kilau, noda hitam (*melanosis*), integritas struktur cangkang, dan kehadiran minyak atau lemak.

Namun demikian, di banyak pengolahan hasil perikanan di Indonesia, proses penilaian mutu aspek visual masih dilakukan secara manual. Praktik ini menimbulkan beberapa permasalahan, seperti rendahnya konsistensi antarpemilai, kelelahan visual saat menangani volume panen besar, serta tingkat penolakan di pasar ekspor.

Melanosis atau *blackspot* merupakan reaksi enzimatik alami yang ditandai dengan munculnya bintik hitam pada cangkang udang. Fenomena ini dipicu oleh aksi katalitik enzim polifenol oksidase terhadap substrat tirosin. Kondisi ini secara organoleptik merugikan karena menurunkan nilai produk serta menimbulkan reaksi negatif dari konsumen. Penyebab *melanosis* bervariasi antar spesies krustasea dan dipengaruhi oleh lokasi serta tingkat aktivitas enzim tertentu (Tian et al., 2025). Dalam SNI 01-2346-2006, noda hitam menjadi indikator penting yang membedakan tingkat kualitas, mulai dari tidak ada noda (skor 9-8) hingga banyak noda (skor 3). Meskipun *melanosis* tidak berbahaya bagi konsumen, kehadirannya menurunkan nilai pasar produk secara signifikan.

Perubahan warna udang selama penyimpanan mencerminkan proses deteriorasi. Penelitian oleh (Fahmi Fauzia Al Malik et al., 2025) pada udang rebus menunjukkan bahwa ruang warna CIELAB, yang terdiri atas parameter L^* (*lightness* atau tingkat kecerahan) serta parameter a^* dan b^* (mewakili dimensi warna), mampu memberikan representasi warna yang mendekati persepsi visual manusia. Sistem *computer vision* dengan CIELAB dapat mendeteksi perubahan warna, misalnya dari kondisi "cerah" menjadi "kusam" atau dari "merah cerah" menjadi "merah muda", yang relevan dengan indikator mutu warna pada produk udang.

Identifikasi benda asing atau kontaminan menjadi parameter pelengkap yang penting untuk menjamin aspek sanitasi, mengingat pasar ekspor seperti Amerika Serikat mewajibkan produk perikanan diproses dalam kondisi higienis berdasarkan (Office of the Federal Register, 2026), di mana keberadaan kontaminan fisik dapat menyebabkan produk dinyatakan sebagai barang pemalsuan (*adulterated*) dan ditolak masuk.

Selanjutnya, untuk menentukan grade SNI final dari hasil ekstraksi fitur visual (*melanosis*, degradasi warna, kontaminan), diperlukan algoritma klasifikasi yang *robust* dan *interpretable*. Penelitian ini mengadopsi metode *Weighted K-Nearest Neighbors* (WKNN) dengan metrik jarak *Euclidean* sebagai *classifier* akhir. WKNN dipilih karena memiliki beberapa keunggulan, di antaranya mampu menangani hubungan non-linear antara fitur visual dan kelas *grade* SNI, serta

memberikan *output* yang dapat diinterpretasi melalui identifikasi sampel referensi terdekat dari *training set*. Melalui identifikasi sampel referensi terdekat dari *training set*, sehingga hasil klasifikasi dapat dijelaskan dan fleksibel dalam menerima data latih baru untuk peningkatan model secara berkelanjutan.

Berdasarkan uraian di atas, diperlukan sistem *computer vision* yang mampu mendeteksi *melanosis*, menganalisis *degradasi warna* dengan CIELAB, dan mengidentifikasi kontaminan secara simultan. Sistem ini dirancang sebagai alat bantu yang mendeteksi indikator visual SNI secara objektif, dengan mampu mendeteksi banyak udang dalam sekali foto.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi fokus penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana mengembangkan sistem *computer vision* untuk deteksi *melanosis* untuk penilaian aspek visual SNI?
- b. Bagaimana mengukur degradasi warna secara objektif menggunakan CIELAB sesuai indikator visual SNI?
- c. Bagaimana mengidentifikasi benda asing pada udang segar secara otomatis?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dirumuskan, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengembangkan *computer vision* untuk mendeteksi *melanosis* sesuai indikator visual SNI
- b. Mengimplementasikan pengukuran degradasi warna menggunakan parameter CIELAB
- c. Mengembangkan algoritma deteksi otomatis untuk kontaminan benda asing

1.4 Manfaat

Penelitian atau kegiatan ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis. Manfaat tersebut dirinci sebagai berikut:

- a. Manfaat bagi mahasiswa

Mahasiswa dapat meningkatkan keterampilan dalam *computer vision*, machine learning, image processing, dan penerapan standar SNI untuk menyelesaikan permasalahan *real-world* di industri perikanan. Pengalaman ini menjadi bekal untuk karier di bidang *quality control*, dan *food technology*.

b. Manfaat bagi Perguruan Tinggi

Perguruan tinggi memperkuat reputasi sebagai institusi yang mendukung penelitian teknologi untuk industri, dengan mengintegrasikan teori dan praktik untuk menghasilkan inovasi yang aplikatif dan membuka peluang kolaborasi dengan industri dan lembaga terkait.

c. Manfaat bagi Masyarakat

Masyarakat, khususnya pelaku industri pengolahan udang, dapat memperoleh manfaat berupa sistem yang mampu membantu mereka dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi proses klasifikasi bahan baku udang. Dengan adanya sistem ini, kualitas produk yang dihasilkan dapat lebih terjamin, sehingga mendukung daya saing produk di pasar lokal maupun internasional.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian ini hanya fokus pada aspek visual mutu udang segar yang dapat dideteksi melalui *computer vision*, yaitu: *melanosis* atau *blackspot*, degradasi warna menggunakan parameter CIELAB, dan identifikasi benda asing atau kontaminan.
- b. Penelitian tidak mencakup penilaian organoleptik lengkap sesuai SNI 01-2346-2006 yang meliputi aspek bau (odor/aroma) dan tekstur (elastisitas/konsistensi), yang hanya dapat dinilai oleh panel penilai terlatih bersertifikat SNI.
- c. Sistem yang dikembangkan dirancang sebagai alat bantu *pre-screening* visual untuk mendukung, bukan menggantikan, prosedur penilaian organoleptik SNI yang sudah terstandar.

- d. Penelitian ini hanya berfokus pada inspeksi mutu udang segar jenis *Litopenaeus vannamei* (udang vaname) yang merupakan spesies dominan dalam budidaya dan ekspor Indonesia.
- e. Penelitian tidak mencakup jenis udang lainnya seperti udang jerbung, udang putih, atau spesies penaid lainnya yang mungkin memiliki karakteristik visual berbeda. Selain itu, penelitian tidak mencakup produk udang dalam bentuk lain seperti udang beku (*frozen*), udang kering, udang kalengan, atau produk olahan lainnya, karena karakteristik visual produk-produk tersebut berbeda secara signifikan dari udang segar