

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Upaya peningkatan kualitas sumber daya manusia melalui penguatan gizi nasional merupakan agenda prioritas pembangunan Indonesia dalam rangka menciptakan generasi yang sehat dan kompetitif [1]. Dalam mendukung visi tersebut, Pemerintah Indonesia melalui berbagai program penguatan ketahanan pangan telah menginisiasi pembentukan Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi (SPPG) di berbagai wilayah sebagai unit garda terdepan dalam penyediaan pangan fungsional yang terstandarisasi [2]. SPPG tidak sekadar berfungsi sebagai unit pengolahan, namun juga berperan sebagai penjamin bahwa setiap asupan yang didistribusikan kepada masyarakat memenuhi kriteria keamanan pangan, nilai gizi yang optimal, dan keberlanjutan pasokan bahan baku lokal [2].

Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi (SPPG) Tanjungpinang Timur, Air Raja atau yang biasa di sebut SPPG Sungai Carang, Air Raja di Tanjungpinang melayani kebutuhan gizi masyarakat lokal dalam volume besar, dimaksimalkan hingga 3000 porsi setiap harinya [2]. Sebagai unit produksi, SPPG Sungai Carang, Air Raja mengandalkan pasokan tempe yang berlimpah sebagai salah satu komoditas protein nabati dalam memenuhi target gizi di kesehariannya [3]. Namun, tempe merupakan produk biologis hasil fermentasi kapang *Rhizopus oligosporus* yang memiliki sifat dinamis, di mana kualitasnya dapat berubah secara drastis dalam hitungan jam tergantung pada kondisi lingkungan [4]. Volume pasokan yang besar dan sifat bahan baku yang mudah rusak ini menciptakan beban pengawasan yang sangat berat bagi unit produksi, karena ketidakkonsistenan kualitas pada satu gelombang bahan baku dapat merusak integritas nutrisi dan mutu dari ribuan porsi produk akhir yang akan dikonsumsi masyarakat.

Urgensi terhadap jaminan mutu bahan baku ini semakin dipertegas melalui Surat Keputusan Kepala Badan Gizi Nasional Nomor 63 Tahun 2025 Bab IV Poin 4.10.1 [5]. Regulasi tersebut secara eksplisit menetapkan larangan keras terhadap penggunaan bahan baku yang telah mengalami pembusukan

atau tidak layak konsumsi, serta melarang keras pendistribusian makanan yang tidak higienis atau basi. Sebagai unit produksi yang bergerak di bawah naungan pemenuhan gizi nasional, SPPG Sungai Carang, Air Raja memiliki tanggung jawab mutlak untuk menegakkan standarisasi ini tanpa toleransi kesalahan (*zero-tolerance*), karena setiap kelalaian dalam penyaringan bahan baku berimplikasi langsung pada pelanggaran regulasi negara dan keselamatan konsumen.

Urgensi penelitian ini juga didukung oleh fakta bahwa kasus keracunan pangan pernah dikaitkan dengan tempe. Pada Mei 2025, media melaporkan kasus keracunan sebanyak 173 siswa dari jenjang PAUD hingga SMA di Penukal Abab Lematang Ilir (PALI), Sumatera Selatan. Hasil pemeriksaannya menyebut tempe dan air sebagai penyebab [6]. Sementara pada September 2025 kasus lain juga menyinggung tempe yang pahit dan berwarna hitam dalam dugaan keracunan, sejumlah siswa mengeluh pusing, mual, hingga muntah. Ada sekitar 30 orang siswa SDN Taruna Bakti di Desa Sarampad, Kecamatan Cugenang, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat, mengalami gejala keracunan setelah menyantap menu makan bergizi gratis (MBG) [7]. Selain itu, literatur tentang keamanan pangan juga menyebut bahwa tempe bongkrek pernah menjadi sumber keracunan massal di Indonesia, dan penyebabnya berkaitan dengan toksin berbahaya dari proses fermentasi yang tidak tepat. Kasus keracunan tempe bongkrek telah terjadi sejak tahun 1895. Pada periode 1951–2013 tercatat lebih dari 9.000 kasus keracunan dengan lebih dari 1.000 korban meninggal dunia akibat kontaminasi asam bongkrek [8].

Namun, sejauh ini proses identifikasi kualitas tempe di SPPG Sungai Carang, Air Raja masih dilakukan secara konvensional melalui observasi visual manual oleh petugas produksi. Metode ini memiliki kelemahan fundamental, yaitu subjektivitas yang tinggi. Faktor kelelahan mata (*visual fatigue*), perbedaan persepsi antar individu dapat menyebabkan terjadinya kesalahan klasifikasi (*human error*). Standarisasi mutu yang bersifat kualitatif ini sulit untuk direplikasi dan diukur akurasi secara saintifik, sehingga diperlukan sebuah pendekatan teknologi yang mampu melakukan penilaian secara objektif, cepat, dan nondestruktif [9].

Pemanfaatan teknologi *Computer Vision* melalui pengolahan citra digital menawarkan solusi untuk melakukan digitalisasi indra penglihatan manusia ke dalam sistem komputer. Salah satu aspek krusial dalam identifikasi mutu tempe adalah analisis tekstur visual dan warnanya, mengingat kualitas tempe tercermin pada kerapatan dan distribusi miselium putih pada permukaannya, serta pembentukan spora bewarna abu-abu kehitaman [10].

Metode *Gray Level Co-Occurance Matrix* (GLCM) merupakan teknik ekstraksi ciri statistik orde kedua yang sangat efektif dalam menganalisis hubungan spasial antar piksel untuk mendefinisikan tekstur visual yang kompleks. Melalui ekstraksi fitur seperti *Contrast*, *Correlation*, *Energy*, dan *Homogeneity*, GLCM mampu menangkap detail karakteristik permukaan tempe yang seringkali terlewatkan oleh mata telanjang manusia [11].

Hue, *Saturation*, dan *Value* (HSV) merupakan salah satu dari beberapa ruang warna (*color space*) seperti *Red*, *Green*, dan *Blue* (RGB). Namun, dari beberapa ruang warna yang ada, HSV memiliki tingkat kekonsistenan yang paling baik dalam menggambarkan penglihatan manusia. Selain itu, mengekstraksi fitur warna yang menggunakan ruang warna HSV juga memiliki keuntungan, seperti memberikan hasil yang lebih baik dan segmentasi citra yang lebih efisien. Dengan menghitung nilai *Mean Hue*, *Mean Saturation*, dan *Mean Value*, HSV mampu menangkap ciri warna pada permukaan yang menunjukkan kualitas dari tempe [12].

Untuk memproses fitur-fitur tekstur visual tersebut menjadi sebuah keputusan klasifikasi, diperlukan algoritma pembelajaran mesin yang tangguh. Dalam penelitian ini, *Support Vector Machine* (SVM) dipilih karena kemampuannya yang sangat baik dalam menangani data dimensi tinggi, yang sering dihasilkan dari ekstraksi ciri tekstur digital. Berbeda dengan algoritma klasifikasi tradisional, SVM bekerja dengan prinsip *Structural Risk Minimization* (SRM), yang memungkinkan model memiliki kemampuan generalisasi yang kuat meskipun dibangun dengan jumlah sampel data yang terbatas [13], [14]. Penggabungan GLCM dan SVM diharapkan mampu memberikan akurasi yang tinggi dalam membedakan kelas kualitas tempe secara otomatis, konsisten, dan terukur [15].

Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini difokuskan pada pengembangan sistem identifikasi kualitas tempe di SPPG Sungai Carang, Air Raja Tanjungpinang. Dengan adanya sistem ini, diharapkan SPPG Sungai Carang, Air Raja dapat memiliki standar baku digital dalam proses seleksi bahan baku, guna menjamin bahwa hanya tempe dengan kualitas optimal yang masuk ke dalam lini produksi, demi menjaga integritas gizi dan kualitas produk pangan yang dihasilkan, sekaligus mendukung efisiensi manajemen rantai pasok pangan fungsional di level daerah maupun nasional.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana identifikasi kualitas tempe dapat dilakukan secara otomatis serta nondestruktif dengan penerapan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) berdasarkan parameter-parameter *Gray Level Co-Occurance Matrix* (GLCM) dan *Hue, Saturation, Value* (HSV) yang telah ditentukan?

C. Batasan Penelitian

Agar penelitian ini lebih fokus dan tidak menyimpang dari tujuan utama, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian adalah tempe kedelai dengan pembungkus plastik yang baru diterima di SPPG Sungai Carang, Air Raja Tanjungpinang.
2. Klasifikasi kualitas tempe dibagi menjadi tiga kategori, yaitu: Layak Olah (Optimal), Tidak Layak Olah (*Over-fermented*), dan Busuk berdasarkan standar visual dan analisis komparatif yang sudah dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya.
3. Fitur tekstur visual yang diambil hanya menggunakan metode GLCM dengan parameter *Contrast, Correlation, Energy*, dan *Homogeneity* dan metode HSV dengan parameter *Mean Hue, Mean Saturation*, dan *Mean Value*.
4. Pengambilan citra dilakukan menggunakan kamera *smartphone* dengan resolusi minimal 20 MP dengan jarak 25-30cm yang konsisten di atas

objek, pada kondisi pencahayaan stabil (terkontrol) dan menggunakan latar belakang berwarna netral untuk menghindari *noise*.

5. Citra masukan diolah dalam format digital (.jpg atau .png) yang telah melalui proses prapemrosesan berupa redimensi, konversi *grayscale* untuk ekstraksi ciri tekstur, dan konversi HSV untuk ekstraksi ciri warna.
6. *Dataset* yang digunakan sebanyak 150 data untuk masing-masing kelas.
7. Luaran dari penelitian ini adalah sebuah prototipe aplikasi berbasis web yang dibangun menggunakan *framework Flask*, di mana sistem akan memberikan output berupa keputusan klasifikasi mutu tempe secara kualitatif ke dalam tiga kategori, yaitu 'Layak Olah', 'Tidak Layak Olah', dan 'Busuk' beserta informasi akurasi keakuratan keputusan klasifikasinya.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan bagaimana identifikasi kualitas tempe dapat dilakukan secara otomatis serta nondestruktif dengan penerapan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) berdasarkan parameter-parameter *Gray Level Co-Occurance Matrix* (GLCM) dan *Hue, Saturation, Value* (HSV).

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kegunaan sebagai berikut:

- a. Bagi Akademisi (IPTEK)
 1. Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan bidang *Computer Vision*, khususnya mengenai efektivitas kombinasi metode ekstraksi fitur GLCM dan HSV, dengan model klasifikasi SVM pada objek pangan fungsional dengan karakteristik tekstur visual biologis yang kompleks.
 2. Menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan sistem deteksi kualitas pangan berbasis kecerdasan buatan.
- b. Bagi SPPG Sungai Carang, Air Raja (Industri/Lembaga)
 1. Menyediakan alat bantu objektif dalam proses seleksi bahan baku untuk mengurangi risiko *human error* atau subjektivitas petugas.

2. Membantu menjamin konsistensi mutu produk pangan yang dihasilkan melalui standarisasi bahan baku yang lebih ketat.

c. Bagi Masyarakat Umum

Meningkatkan kepercayaan sekolah dan B3 yang menerima penyaluran Makan Bergizi Gratis (MBG) terhadap produk olahan dari SPPG Sungai Carang, Air Raja karena proses produksinya didukung oleh teknologi penjaminan mutu yang modern.

