

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup, serta sistematika penulisan yang digunakan dalam laporan skripsi berjudul "Penerapan *Hybrid* DenseNet121–SVM untuk Klasifikasi Citra Daging Babi dan Sapi".

1.1 Latar Belakang

Daging sapi merupakan salah satu sumber protein hewani penting dalam pola konsumsi masyarakat Indonesia. Konsumsi daging sapi nasional tahun 2024 mencatat peningkatan signifikan mencapai 819.467 ton dibandingkan tahun sebelumnya sebesar 680.019 ton (Seran, 2024). Status daging sapi sebagai bahan pangan halal menjadi faktor pendorong utama tingginya angka konsumsi tersebut. Menurut Muhamad (2024) yang merujuk pada data Direktorat Jenderal Kependudukan dan Pencatatan Sipil Indonesia, proporsi penduduk Muslim mencapai 87,08% dari total populasi nasional per Semester I tahun 2024. Dominasi demografis tersebut menempatkan jaminan kehalalan produk sebagai kebutuhan fundamental berskala nasional dan aspek krusial dalam perlindungan konsumen. Kewajiban mengonsumsi makanan halal dan menghindari yang haram seperti daging babi secara tegas diperintahkan Allah SWT dalam Al-Qur'an Surat An-Nahl Ayat 114-115. Upaya pemenuhan kewajiban ini sering terkendala oleh kemiripan visual antara daging sapi dan babi, baik secara alami maupun akibat manipulasi fisik yang menyulitkan verifikasi keaslian produk secara kasat mata (SEAFast Center IPB, 2019).

Berbagai kasus mengenai tantangan identifikasi daging sapi telah dilaporkan yang menunjukkan adanya celah dalam pengawasan distribusi daging. Nida dkk. (2020) menemukan bahwa 7,86% sampel daging sapi di Kota Bogor selama periode 2013–2017 positif mengandung daging babi berdasarkan hasil uji *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) dan *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Kasus serupa juga terjadi di Kota Tangerang pada tahun 2020 yaitu beredarnya daging sapi oplosan yang mengandung daging babi di Pasar Bengkok menjelang Idul Fitri. Barang bukti seberat 36,6 kg dari total 100 kg daging sitaan terkonfirmasi sebagai daging babi (Kompas, 2020). Fenomena tersebut

menunjukkan pentingnya metode identifikasi daging yang cepat dan akurat untuk mendukung pengawasan distribusi dan melindungi konsumen.

Daging sapi dan daging babi memiliki kemiripan karakteristik visual dari segi warna, serat, penampakan lemak, dan tekstur terutama saat telah dipotong atau tidak dalam bentuk utuh. Daging sapi umumnya berwarna merah tua, berserat kasar dan padat, memiliki lemak yang kaku dan berserat, serta tekstur yang padat, sedangkan daging babi cenderung berwarna merah muda, berserat halus dan renggang, lemaknya elastis, dan teksturnya lebih lembut (SEAFast Center IPB, 2019). Perbedaan visual tersebut sering kali disamarkan melalui pelumuran darah sapi pada daging babi agar produk tampak menyerupai daging sapi sehingga masyarakat awam kesulitan membedakannya. Metode deteksi berbasis laboratorium seperti PCR atau ELISA memiliki keterbatasan berupa prosedur analisis yang panjang, biaya operasional yang tinggi, serta persiapan sampel yang rumit sehingga dinilai kurang praktis untuk kebutuhan verifikasi langsung di lapangan (Usman dkk., 2024).

Pendekatan *machine learning* berbasis citra digital telah dikembangkan sebagai solusi yang lebih efisien untuk klasifikasi jenis daging secara otomatis. Penelitian Aisah (2018) melaporkan bahwa metode *Support Vector Machine* (SVM) yang menggabungkan ekstraksi ciri warna *Hue, Saturation, Value* (HSV) dan tekstur *Local Binary Pattern* (LBP) mampu mencapai akurasi hingga 90% untuk klasifikasi citra daging sapi, babi, dan celeng. Namun, hasil identifikasi berdasarkan satu ekstraksi ciri saja menunjukkan akurasi rendah yaitu 36,7% untuk warna dan 50% untuk tekstur. Keterbatasan tersebut mengindikasikan bahwa kinerja metode konvensional sangat bergantung pada kerumitan rekayasa fitur manual yang sering kali tidak optimal dalam menangkap variasi data yang kompleks. *Deep learning* menawarkan solusi yang lebih unggul karena kemampuan metode ini untuk mempelajari representasi fitur terbaik dari citra secara otomatis tanpa bergantung pada intervensi manusia dalam seleksi fitur (LeCun dkk., 2015).

Laluma dkk. (2021) menerapkan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis web untuk mengklasifikasikan citra daging sapi dan babi. Penelitian ini menunjukkan bahwa penghilangan latar belakang pada citra dapat meningkatkan akurasi klasifikasi dari 73,375% menjadi 88,75%. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa kualitas dan kesederhanaan citra *input* berpengaruh terhadap kinerja model, serta menunjukkan bahwa model belum sepenuhnya mampu menggeneralisasi terhadap kondisi nyata dengan

variasi latar belakang dan pencahayaan. Sementara itu, Paisal dkk. (2023) mengembangkan model klasifikasi citra daging sapi, babi, dan oplosan menggunakan arsitektur EfficientNetB4 dan teknik augmentasi data. Model yang dilatih dengan *dataset* hasil augmentasi mencapai akurasi tertinggi sebesar 96,28%, dengan presisi tertinggi untuk kelas citra daging sapi sebesar 94,46%. Meskipun demikian, penelitian tersebut mencatat adanya gejala *overfitting* pada model serta keterbatasan jumlah data uji terutama pada skenario pembagian data 90:10 sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan generalisasi model.

DLY dkk. (2023) dalam penelitiannya mengenai klasifikasi citra daging sapi, daging babi, dan daging oplosan menggunakan arsitektur CNN AlexNet. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penerapan teknik augmentasi data berhasil meningkatkan akurasi model dari 80,00% menjadi 85,00% dibandingkan dengan model tanpa augmentasi. Peningkatan akurasi tersebut mengonfirmasi bahwa teknik augmentasi data efektif untuk memperkaya variasi latih dan meningkatkan kemampuan generalisasi model pada kasus klasifikasi citra (Shorten & Khoshgoftaar, 2019).

Arsitektur DenseNet121 memiliki desain koneksi padat yang menghubungkan setiap *layer* yang berfungsi memperkuat propagasi fitur dan mengatasi masalah *vanishing gradient* sehingga memungkinkan pembelajaran representasi yang lebih efektif dengan penggunaan parameter yang lebih efisien (Huang dkk., 2018). Studi oleh J. dkk. (2022) membuktikan keunggulan tersebut dalam tugas klasifikasi penyakit daun menggunakan *dataset* PlantVillage yang menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 99,81% mengungguli arsitektur lain seperti ResNet50, InceptionV4, dan VGG16. Kapabilitas DenseNet121 dalam mempertahankan informasi fitur detail dari lapisan awal hingga akhir melalui mekanisme *feature reuse* sangat relevan untuk mengatasi tantangan kemiripan visual yang tinggi (Huang dkk., 2017). Karakteristik tersebut menjadikan arsitektur ini solusi potensial untuk membedakan pola serat dan tekstur lemak yang sangat halus pada citra daging. Evaluasi kinerja model pada domain ini diperlukan untuk menguji kemampuan generalisasi arsitektur dalam mengenali variasi tekstur yang kompleks.

Penerapan arsitektur *deep learning* murni dengan lapisan klasifikasi standar (*Softmax*) sering kali menghadapi kendala *overfitting* apabila dilatih menggunakan *dataset* dengan jumlah sampel terbatas (Basly dkk., 2020). Model pada kondisi tersebut cenderung

menghafal data latih namun gagal melakukan generalisasi pada data uji yang belum pernah dilihat sebelumnya. Pendekatan *hybrid* yang menggabungkan CNN sebagai ekstraktor fitur dan SVM sebagai klasifikator diajukan sebagai solusi efektif untuk mengatasi keterbatasan tersebut (Rasal dkk., 2024). Basly dkk. (2020) menyatakan bahwa SVM efektif untuk *dataset* kecil dan unggul dalam klasifikasi pada ruang berdimensi tinggi. Selain itu, Rasal dkk. (2024) menunjukkan bahwa model *hybrid* DenseNet-SVM mampu meningkatkan performa klasifikasi citra tanaman secara signifikan dari skor akurasi 85,1% menggunakan DenseNet standar menjadi 96,4% dengan kombinasi DenseNet dan SVM. Metode DenseNet121-SVM ini menawarkan potensi besar untuk meningkatkan akurasi klasifikasi citra daging babi dan sapi terutama dalam skenario ketersediaan data yang terbatas.

Berdasarkan gagasan tersebut di atas, penelitian ini mengusulkan pendekatan klasifikasi citra daging babi dan sapi menggunakan *hybrid* DenseNet121-SVM untuk mengevaluasi pengaruh konfigurasi *hyperparameter* dan teknik augmentasi data terhadap kinerja model. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode klasifikasi jenis daging secara otomatis yang lebih efisien dan akurat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disusun, rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh teknik augmentasi data dan konfigurasi *hyperparameter* terhadap kinerja model yang dikembangkan?
2. Bagaimana kinerja model *hybrid* DenseNet121-SVM dalam mengklasifikasikan citra daging sapi dan babi dibandingkan dengan model *baseline* DenseNet121?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disampaikan, tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengevaluasi pengaruh teknik augmentasi data dan konfigurasi *hyperparameter* terhadap kinerja model yang dikembangkan.
2. Mengevaluasi dan membandingkan kinerja model *hybrid* DenseNet121-SVM dengan model *baseline* DenseNet121 dalam klasifikasi citra daging.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan metode klasifikasi citra berbasis *deep learning* dengan pendekatan *hybrid*, khususnya dalam pemanfaatan arsitektur DenseNet121 dan klasifikasi menggunakan SVM pada kasus identifikasi jenis daging babi dan daging sapi.
2. Mendukung upaya otomatisasi identifikasi jenis daging yang lebih efisien dan akurat sehingga dapat membantu pelaku industri pangan, lembaga pengawasan, atau konsumen dalam mendeteksi keaslian produk daging babi dan daging sapi berbasis citra.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada klasifikasi citra daging sapi dan daging babi menggunakan metode *deep learning* berbasis *transfer learning* dengan pendekatan *hybrid* DenseNet121-SVM.
2. *Dataset* diperoleh dari *platform* Kaggle yang terdiri atas 129 citra daging babi dan 115 citra daging sapi berformat RGB (*Red, Green, Blue*) dan memiliki ukuran yang beragam.
3. Pembagian data menerapkan metode *hold-out* statis dengan proporsi 64% data latih, 16% data validasi, dan 20% data uji.
4. Teknik augmentasi data terbatas pada mekanisme statis untuk penyeimbangan jumlah data latih dan mekanisme dinamis untuk variasi pelatihan yang meliputi operasi transformasi berupa rotasi, *zoom*, *flip*, *shear*, serta pengaturan *brightness*.
5. Eksperimen dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh teknik augmentasi data dan konfigurasi *hyperparameter* terhadap kinerja model menggunakan skema *grid search*. Rentang nilai *hyperparameter* DenseNet121 yang diuji meliputi *batch size* (8, 16, dan 32), *learning rate* (10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5}), serta *dropout* (0,2 dan 0,5). *Hyperparameter* SVM yang mencakup jenis *kernel* (*linear*, *polynomial*, *rbf*) dan nilai regularisasi *C* (0,1; 1; dan 10).
6. Implementasi dilakukan menggunakan *library* Keras dalam lingkungan *Kaggle Notebook*.

1.6 Sistematika Penulisan

Struktur penulisan dalam laporan ini dibagi menjadi lima bab utama yang membahas penelitian "Penerapan *Hybrid DenseNet121*–SVM untuk Klasifikasi Citra Daging Babi dan Sapi". Berikut ini adalah ringkasan singkat dari setiap bab yang dibahas:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menyajikan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup, serta sistematika penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan studi pustaka mengenai dasar teori yang digunakan dalam penelitian skripsi ini yang mencakup *state-of-the-art*, daging sapi dan babi, citra digital, pembagian data, *preprocessing data*, *Convolutional Neural Network* (CNN), Model klasifikasi *DenseNet121*, *transfer learning*, *hyperparameter*, *epoch*, *Batch Normalization*, fungsi aktivasi, *backpropagation*, *loss function*, *K-Fold Cross Validation*, *Grid Search CV*, standardisasi, *Support Vector Machine* (SVM), *confusion matriks*, serta *tools* dan *library* yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini memaparkan tahapan penelitian yang meliputi garis besar penyelesaian masalah, pengumpulan data, pembagian data, *preprocessing data*, pelatihan dan validasi model, serta pengujian dan evaluasi model.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan lingkungan dan perangkat penelitian, skenario eksperimen model, hasil dan analisis pelatihan pada skenario tanpa dan dengan augmentasi data, analisis perbandingan hasil pelatihan, serta analisis hasil pengujian model terbaik.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk penelitian selanjutnya, terutama dalam pengembangan model *deep learning* yang lebih optimal dalam klasifikasi citra daging babi dan sapi.