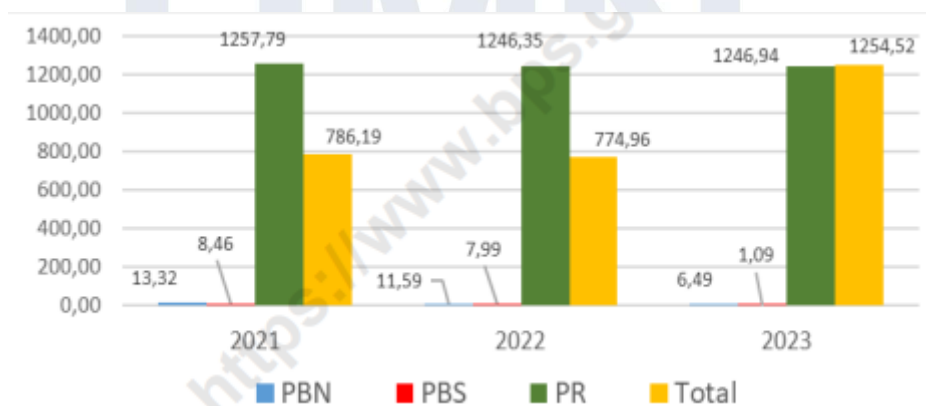


BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta menjadi bagian penting dalam industri global. Di Indonesia, kopi tidak hanya berperan sebagai komoditas ekspor unggulan, tetapi juga berkembang menjadi bagian dari gaya hidup masyarakat [1], [2]. Hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya konsumsi kopi serta pertumbuhan industri *specialty coffee* dalam beberapa tahun terakhir. Tingginya permintaan kopi Indonesia tercermin dari data produksi dan ekspornya. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) dan International Coffee Organization (ICO), produksi kopi nasional pada tahun 2023 tercatat sekitar 760 ribu ton, sedangkan volume ekspor kopi Indonesia meningkat dari 387 ribu ton senilai US\$858,5 juta pada tahun 2021 menjadi 437 ribu ton senilai US\$1,15 miliar pada tahun 2022. Pertumbuhan permintaan tersebut juga didorong oleh meningkatnya konsumsi kopi domestik dan berkembangnya industri *specialty coffee*, sehingga proses penilaian (*grading*) kualitas biji kopi yang cepat dan konsisten menjadi semakin penting untuk menjaga nilai jual produk.



Gambar 1.1 Luas Areal Perkebunan Kopi di Indonesia Tahun 2021–2023

Sumber: Badan Pusat Statistik, Statistik Kopi Indonesia 2023 [2]

Perkembangan tersebut juga didukung oleh peningkatan luas areal perkebunan kopi di Indonesia. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.1 yang menunjukkan tren peningkatan luas perkebunan kopi berdasarkan status perusahaan pada periode 2021–2023, yaitu dari sekitar 1,25 juta hektar pada tahun 2021 menjadi sekitar 1,27 juta hektar pada tahun 2023, kualitas biji kopi merupakan faktor utama yang menentukan cita rasa dan nilai jual produk akhir. Penilaian kualitas biji kopi umumnya dilakukan melalui inspeksi visual oleh tenaga ahli dengan mempertimbangkan bentuk, warna, ukuran, serta keberadaan cacat fisik pada biji kopi. Namun, metode manual ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain bersifat subjektif, membutuhkan waktu yang relatif lama, serta berpotensi menghasilkan ketidakkonsistenan antar penilai, dalam skala industri, metode ini juga kurang efisien untuk digunakan secara berkelanjutan.

Seiring dengan perkembangan teknologi, pendekatan berbasis *computer vision* dan *deep learning* mulai banyak digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah klasifikasi citra menggunakan *Convolutional Neural Network (CNN)*. Metode ini mampu mengklasifikasikan kualitas biji kopi berdasarkan citra digital secara otomatis. Namun, pendekatan klasifikasi memiliki keterbatasan karena hanya memberikan satu *label* untuk seluruh gambar tanpa mampu mengidentifikasi lokasi dan jumlah objek dalam satu citra. Salah satu pendekatan yang umum digunakan dalam analisis citra adalah klasifikasi menggunakan *Convolutional Neural Network (CNN)*. *CNN* merupakan arsitektur *deep learning* yang dirancang khusus untuk memproses data berbasis citra melalui proses ekstraksi fitur secara otomatis pada setiap lapisan jaringan. Menurut penelitian oleh Yann LeCun[3], *CNN* mampu mengenali pola kompleks dalam citra dan telah menunjukkan performa yang sangat baik dalam berbagai tugas klasifikasi citra.

Dalam konteks biji kopi, *CNN* telah digunakan untuk mengklasifikasikan kualitas biji kopi berdasarkan citra digital dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi. Penelitian oleh Febriana[4], menunjukkan bahwa model *CNN* seperti *ResNet* dan

MobileNet mampu melakukan klasifikasi multi-kelas biji kopi dengan performa yang baik menggunakan *dataset USK-Coffee*.

Pada kondisi nyata, satu citra biji kopi umumnya terdiri dari banyak biji dengan kualitas yang berbeda-beda. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih kompleks yaitu *objek deteksi*. Metode ini tidak hanya mampu mengklasifikasikan objek, tetapi juga menentukan lokasi objek melalui *bounding box*, sehingga memungkinkan deteksi multi-objek dalam satu citra secara simultan [5], [6], beberapa algoritma objek deteksi yang banyak digunakan antara lain *YOLO (You Only Look Once)*, *Faster R-CNN*, dan *SSD (Single Shot Detector)*. *YOLO* dikenal memiliki keunggulan dalam kecepatan deteksi secara *real-time* [7], sementara *Faster R-CNN* unggul dalam akurasi deteksi meskipun membutuhkan waktu komputasi lebih tinggi [8]. *SSD* menawarkan keseimbangan antara kecepatan dan akurasi, sehingga banyak digunakan dalam berbagai aplikasi deteksi objek [9].

Meskipun telah banyak penelitian terkait klasifikasi kualitas biji kopi, penelitian yang secara khusus membandingkan performa beberapa model *objek deteksi* dalam mendeteksi kualitas biji kopi berbasis citra digital masih terbatas [10], [11]. Selain itu, analisis yang mempertimbangkan aspek akurasi deteksi, efisiensi komputasi, serta kemampuan model dalam mendeteksi objek secara multi-instance belum banyak dibahas secara komprehensif [12].

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kemampuan model objek deteksi dalam mendeteksi kualitas biji kopi berdasarkan citra digital?
2. Bagaimana perbandingan performa model *YOLO*, *Faster R-CNN*, dan *SSD* berdasarkan metrik evaluasi *mAP (mean Average Precision)*, *IoU (Intersection over Union)*, *precision* dan *recall*?

3. Model objek deteksi manakah yang memberikan performa terbaik untuk deteksi kualitas biji kopi berdasarkan hasil evaluasi akurasi dan efisiensi komputasi?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Dataset* yang digunakan dalam penelitian ini berupa citra digital biji kopi yang diperoleh dari *dataset USK-Coffee* yang tersedia melalui *Google Drive* yang telah ditentukan. *Dataset* tersebut memiliki struktur direktori yang terbagi ke dalam empat kelas, yaitu *premium*, *peaberry*, *longberry*, dan *defect*. Tiga kelas pertama (*premium*, *peaberry*, dan *longberry*) merepresentasikan biji kopi dalam kondisi normal dengan variasi karakteristik tertentu, sedangkan kelas *defect* merepresentasikan biji kopi yang memiliki cacat fisik dan telah dilakukan proses anotasi *bounding box*.
2. Penelitian ini berfokus pada deteksi objek (*objek deteksi*) untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan biji kopi dalam satu citra.
3. Model yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada *YOLO*, *Faster R-CNN*, dan *SSD*.
4. Proses pelatihan dilakukan menggunakan lingkungan komputasi dengan menggunakan *Google Colab*.
5. Evaluasi performa model dilakukan menggunakan metrik objek deteksi seperti *mAP*, *IoU*, *precision*, dan *recall*.
6. Penelitian ini hanya menggunakan data visual citra dan tidak mempertimbangkan aspek kimia atau sensorik dari biji kopi.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan model objek deteksi untuk mendeteksi kualitas biji kopi berdasarkan citra digital.

1. Menganalisis kemampuan model objek deteksi dalam mendeteksi kualitas biji kopi berdasarkan citra digital
2. Membandingkan performa model *YOLO*, *Faster R-CNN* dan *SSD* berdasarkan metrik *mAP*, *IoU*, *precision* dan *recall*.
3. Menentukan model object deteksi terbaik untuk deteksi kualitas biji kopi berdasarkan hasil evaluasi performa dan efisiensi komputasi.

1.4.2 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu *deep learning*, khususnya dalam bidang objek deteksi pada sektor agrikultur. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan deteksi kualitas produk pertanian berbasis citra.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis, penelitian ini dapat membantu industri kopi dalam mengembangkan sistem *grading* otomatis yang lebih objektif, cepat, dan konsisten. Dengan adanya sistem berbasis objek deteksi, proses identifikasi kualitas biji kopi dapat dilakukan secara lebih efisien dan akurat dibandingkan metode manual.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan, Berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

Bab II Landasan Teori, Membahas teori-teori yang berkaitan dengan *machine learning*, *deep learning*, objek deteksi, serta penelitian terdahulu yang relevan.

Bab III Metodologi Penelitian, Menjelaskan tahapan penelitian mulai dari pengumpulan data, proses anotasi, *preprocessing*, pelatihan model, hingga evaluasi performa.

Bab IV Hasil dan Pembahasan, Menyajikan hasil eksperimen dan analisis perbandingan performa model objek deteksi.

Bab V Kesimpulan dan Saran, Berisi kesimpulan dari penelitian serta saran untuk penelitian selanjutnya.



UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA