

KLASIFIKASI TINGKAT ROASTING BIJI KOPI MENGGUNAKAN METODE DEEP LEARNING BERBASIS CITRA DIGITAL

Tri Mulya Dharma⁽¹⁾, Salimuddin⁽²⁾, Cut Jora Sari⁽³⁾

¹Teknik Informatika, Universitas Jabal Ghafur, Pidie

^{2,3}Ilmu Komputer, Institut Ilmu Kesehatan dan Teknologi Nurdin Abdurrahman, Sigli

e-mail: tri@unigha.ac.id, salimuddin1204@gmail.com, cutjorasari64@gmail.com

ABSTRACT

The roasting process is a crucial factor in determining the quality of coffee's distinct aroma and flavor. However, traditional coffee bean evaluation is often sub-optimal and subjective, as it heavily relies on trained instructors. This study aims to evaluate the performance of a Deep Learning model in classifying coffee bean roasting levels through digital image processing. A quantitative experimental approach was applied using three Convolutional Neural Network (CNN) architectures: InceptionV3, MobileNetV2, and ResNet50. The dataset consisted of 1,200 coffee bean images classified into four color levels: green, light, medium, and dark. The training results demonstrated that the MobileNetV2 model successfully recognized the image objects with a high accuracy rate of 96%. This research provides a practical solution for the coffee industry to maintain consistent product quality and reduce dependence on subjective human assessment.

Keywords: Deep Learning, CNN, MobileNetV2, Roasting Levels, Digital Image Processing

ABSTRAK

Proses roasting merupakan faktor penting menentukan kualitas aroma dan rasa khas kopi. Namun, penentuan biji kopi secara tradisional sering kali kurang optimal dan subjektif karena sangat bergantung pada instruktur yang terlatih. Penelitian ini bertujuan untuk menguji performa model Deep Learning dalam melakukan klasifikasi tingkat roasting biji kopi melalui pengolahan citra digital. Pendekatan eksperimental kuantitatif diterapkan menggunakan tiga arsitektur Convolutional Neural Network (CNN), yaitu InceptionV3, MobileNetV2, dan ResNet50. Dataset biji kopi berjumlah 1200 citra yang diklasifikasikan berdasarkan empat tingkatan warna yaitu, green, light, medium, dan dark. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa model MobileNetV2 mampu mengenali objek citra dengan baik dengan tingkat akurasi 96%. Penelitian ini memberikan solusi praktis bagi industri kopi dalam menjaga konsistensi mutu produk dan mereduksi ketergantungan pada penilaian subjektif manusia.

Kata kunci: Deep Learning, CNN, MobileNetV2, Tingkat Roasting, Pengolahan Citra

1. Pendahuluan

Indonesia termasuk pengeksport kopi dan produk turunannya menunjukkan perkembangan yang positif di pasar global. Pada periode Januari - Oktober 2025, surplus perdagangan komoditas kopi Indonesia mencapai USD 2,32 miliar (Ridwan et al., 2025). Berbagai jenis kopi, seperti biji mentah hingga produk olahan seperti roasted coffee, ekstrak kopi.

Permintaan yang terus meningkat dan karakteristik kopi dengan aroma yang khas, membuat kopi Indonesia semakin dilirik dimata internasional dan produsen kopi terbesar di dunia (Munir et al., 2025)

Tahapan penyangraian atau roasting menjadi faktor penting mempengaruhi aroma dan rasa khas pada kopi (Muhammad

Syadham & Akbar, 2025). Fitur warna dan tekstur untuk identifikasi varietas secara spesifik masih jarang dilakukan, padahal kedua karakteristik tersebut sangat berpengaruh terhadap diferensiasi varietas kopi (Utama Putra et al., 2025). Proses roasting menghasilkan 4 level warna yaitu unroasted atau green, light roasted, medium roasted, dan dark roasted. Untuk mengetahui level warna tersebut dapat dilihat secara langsung melalui cara tradisional, namun memerlukan instruktur yang terlatih como. Namun dengan cara ini terkadang kurang optimal dan kurang akurat, memungkinkan terjadi kesalahan. Adapun cara atau metode yang dapat dilakukan untuk meningkatkan atau membantu dalam proses roasting adalah dengan memanfaatkan citra digital. Klasifikasi citra digital bertujuan agar komputer atau mesin dapat meniru kemampuan dari manusia dalam mengidentifikasi serta mengelompokkan citra digital berdasarkan informasi yang didapat. (Muhammad Syadham & Akbar, 2025).

Penelitian terdahulu (Pakaya et al., 2024) mengembangkan sebuah sistem berbasis aplikasi Android untuk mengklasifikasikan tingkat roasting biji kopi secara objektif menggunakan teknologi computer vision dan deep learning menggunakan model MobileNet. Sistem mampu mengidentifikasi green, light, medium, and dark menggunakan citra digital beresolusi 70 x 70 piksel pengujian terhadap 1.600 gambar biji kopi, model yang dikembangkan berhasil mencapai akurasi pelatihan tertinggi sebesar 98%.

Penelitian lain (Setiadi F. et al., 2022) menggunakan model VGG16 yang untuk mengklasifikasi level roasting menjadi tiga kategori yaitu light, medium, dark. Kemudian dilatih menggunakan dataset sebanyak 300 gambar Hasil pengujian menunjukkan performa yang cukup signifikan dengan capaian akurasi data latih sebesar 96% dan skor validasi sebesar 60%,

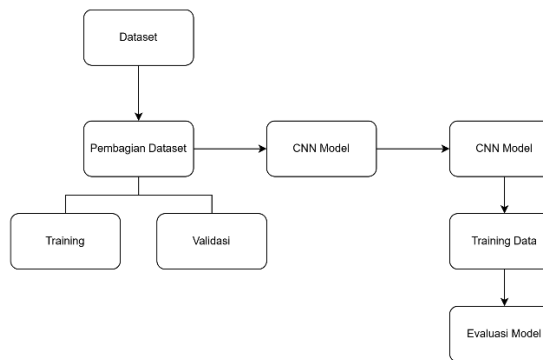
sehingga sistem ini dinilai mampu dalam proses klasifikasi.

Peneliti lain (Halim et al., 2025) berhasil mengembangkan model klasifikasi tingkat roasting biji kopi Arabika secara objektif berbasis citra digital menggunakan model CNN ResNet50V2 dengan metode transfer learning. Melalui pengujian terhadap empat tingkatan roasting yaitu green, light, medium, dan dark, studi ini menunjukkan bahwa proporsi data latih berpengaruh signifikan terhadap stabilitas dan akurasi klasifikasi, di mana skenario pembagian data dengan akurasi 98,75%.

Oleh sebab itu, proses perubahan warna kopi selama roasting memiliki korelasi kuat pemanfaatan citra digital, khususnya arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) yang telah terbukti efektif dalam mengenali fitur visual dan degradasi warna pada kopi. Penelitian ini menghasilkan sistem klasifikasi berbasis citra digital yang mampu mengenali tingkat roasting biji kopi secara akurat. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan solusi praktis bagi para pelaku industri kopi dalam menjaga konsistensi mutu produk, sekaligus mereduksi ketergantungan pada penilaian subjektif manusia.

2. Metode

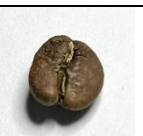
Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental dengan metode Deep Learning untuk melakukan klasifikasi level roasting biji kopi. Alur pelaksanaan penelitian dirancang secara sistematis yang meliputi beberapa tahapan utama, dimulai dari pengumpulan dataset citra biji kopi, pra-pemrosesan seperti resizing dan augmentasi citra, perancangan serta pelatihan arsitektur model Convolutional Neural Network (CNN), hingga tahap evaluasi kinerja model menggunakan confusion matrix untuk mengukur tingkat akurasi prediksi.



Gambar 1. Alur Metode Penelitian

Dataset citra digital biji kopi yang dibagi ke dalam empat tingkatan roasting yaitu green, light, medium, dan dark. dilakukan melalui metode data sekunder, yaitu dengan mengunduh dataset citra digital biji kopi yang tersedia secara publik pada platform Kaggle dengan Coffee Bean Dataset (Ontoum et al., 2022). Dataset tersebut berisi kumpulan gambar biji kopi dengan tingkat roasting, seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Dataset Citra

Label	Citra Gambar		
Dark			
Green			
Light			
Medium			

Total sampel citra yang digunakan adalah sebanyak 1200 citra yang dibagi menjadi

80% data training dan 20% data validasi. Pembagian dataset dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pembagian Dataset

Dataset	Jumlah Dataset
Training	960
Validasi	240
Total	1200

Penelitian ini dikembangkan dalam menggunakan bahasa pemrograman python dengan memanfaatkan library keras dan tensorflow untuk merancang, melatih, dan menguji arsitektur model. Penelitian ini menggunakan tiga model yaitu InceptionV3, MobileNetV2 dan ResNet50 untuk klasifikasi tingkat roasting pada kopi. Pada tahap terakhir dilakukan uji coba model dengan menggunakan confusion matriks untuk menguji dan mengevaluasi model perhitungan akurasi, presisi, recall, dan F1 score menggunakan persamaan menghitung akurasi, presisi, recall, dan F1 score (Dharma et al., 2025). Rumus persamaan ini ditunjukkan dalam Persamaan (1), (2), (3), dan (4).

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (1)$$

$$Presisi = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3)$$

$$f1 = 2 \times \frac{Recall \times Precision}{Recall + Precision} \quad (4)$$

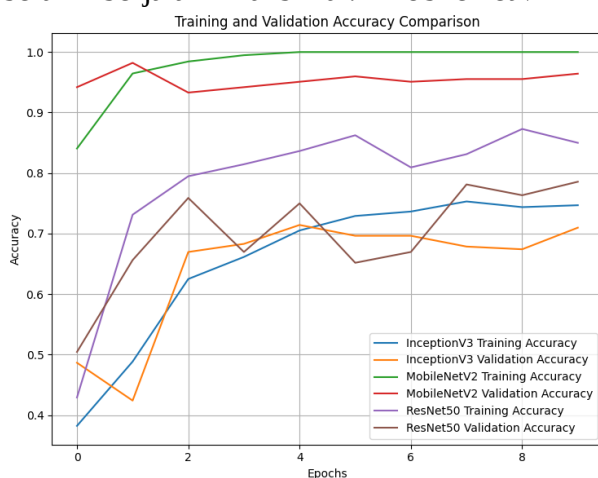
3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini berfokus pada pemanfaatan arsitektur deep learning CNN InceptionV3, MobileNetV2 dan Resnet50. untuk klasifikasi citra biji kopi berdasarkan tingkat roasting, yaitu green, light, medium, dan dark ditunjukkan pada gambar 2.



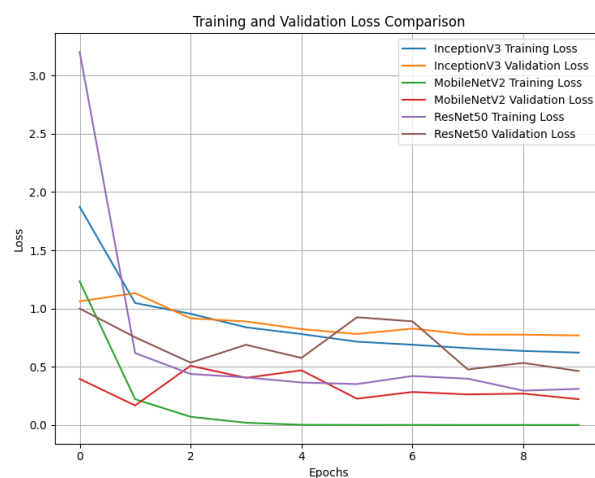
Gambar 2. Arsitektur Model

Hasil training data yang didapat dari ketiga model tersebut untuk mengenali objek seperti pada gambar 3. Model InceptionV3 mendapatkan akurasi 70,83% dan loss 75,98% ini menunjukkan model belum berjalan maksimal. MobileNetV2



(a)

mendapatkan akurasi 95,42% dan loss 26,78% model ini lebih baik dalam mengeneralisasicitra. Model ResNet50 mendapatkan akurasi 77,92% dan loss 47,05% lebih baik dari model InceptionV3. Dari hasil training dan validasi model didapatkan hasil terbaik ialah MobileNetV2 yang menunjukkan performa yang konsisten. Analisis melalui classification report dan confusion matrix, Hasil uji performa dapat dilihat pada tabel 3.



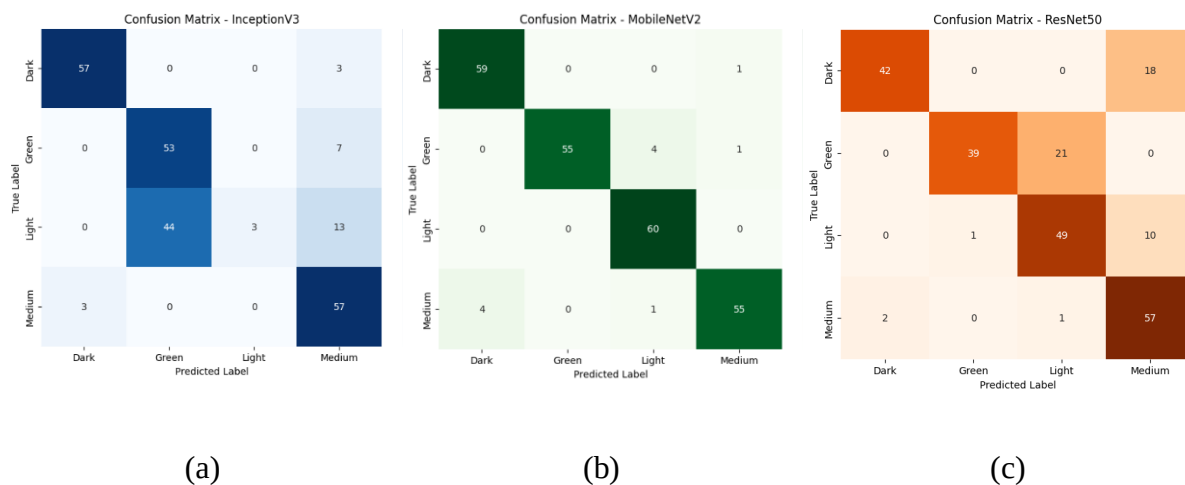
(b)

Gambar 3. Hasil komparasi Akurasi dan Loss (a) Akurasi (b) Loss

Hasil pengujian menunjukkan perbedaan performa yang sangat signifikan di antara ketiga arsitektur CNN. Model MobileNetV2 mendapatkan akurasi validasi stabil di angka 96.43% dan dengan nilai F1-score mencapai 95%.

Kondisi sebaliknya terjadi pada model InceptionV3 yang menunjukkan performa paling rendah dengan akurasi uji akhir hanya sebesar 71% dan loss sebesar 76%. Proses training model ini berjalan sangat lambat, dan kelemahan confusion matrix serta classification report. InceptionV3 mengalami masalah bias atau salah prediksi pada kelas Light dengan nilai recall yang hanya 5%. Pada model ResNet50 berada di posisi menengah dengan performa yang

cukup bagus namun kurang efisien. Meskipun mampu mencapai akurasi uji 78%, confusion matrix ResNet50 memperlihatkan cukup stabil, namun mengindikasikan tingginya prediksi yang salah semua kelas, khususnya tingkat roasting medium dan dark. Untuk itu ResNet50 kurang optimal diimplementasikan pada dataset ini.



Gambar 4. Confusin Matriks (a) InceptionV3 (b) MobileNetV2 dan (c) ResNet50

4. Simpulan dan Saran

Berdasarkan seluruh tahapan eksperimen, training, hingga pengujianakhir, arsitektur MobileNetV2 terbukti menjadi model terbaik dan paling ideal untuk mengklasifikasikan tingkat roasting biji kopi. Model MobileNetV2. Mengingat model InceptionV3 dan ResNet50 masih mengalami kesulitan membedakan fitur visual antar-kelas tertentu seperti Light yang dikira Green, atau Medium yang dikira Dark. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk optimasi data augmentasi, hyperparameter untuk fine-tunning dan pengembangan aplikasi.

Daftar Pustaka

- Dharma, t. M., Adriman, R., Saddami, k., & Ramadhana, R. (2025). Beeffreshnet: a new benchmarking dataset and pre-trained model for beef freshness classification. *2025 tenth international conference on informatics and computing (icic)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/icic68054.2025.11309417>
- Halim, S., Suhartono, & M. Imamudin. (2025). Classification of arabica coffee bean images from roasting using the

convolutional neural network resnet50v2 method with transfer learning. *Research horizon*, 5(6), 3347–3358.

<https://doi.org/10.54518/rh.5.6.2025.923>

- Muhammad Syadham, S., & Akbar, M. (2025). Klasifikasi citra biji kopi temanggung menggunakan gray level co-occurrence matrix – convolutional neural network. *Jurnal informatika dan teknik elektro terapan*, 13(3). <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i3.7274>

- Munir, M., Nafiiyah, N., & Budi, A. S. (2025). Coffee bean quality classification using the resnet50 convolutional neural network. *Jurnal ilmiah sistem informasi*, 4(2), 276–287.

<https://doi.org/10.51903/7cw7662>

- Ontoum, S., Khemanantakul, T., Sroison, P., Triyason, T., & Watanapa, B. (2022). Coffee roast intelligence. *Arxiv*.

<https://arxiv.org/abs/2206.01841>

- Pakaya, I. M., Radi, R., & Purwantana, B. (2024). Classification Of Roasting level of coffee beans using convolutional neural network with mobilenet architecture for android

implementation. *Jurnal teknik pertanian lampung (journal of agricultural engineering)*, 13(3), 924. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v13i3.924-932>

Ridwan, J., Khairunisa, N. F., & Faradila, F. (2025). *Commodity dan market review bulan desember 2025*. <https://bkperdag.kemendag.go.id/storage/publikasi/yd6zonydfb8sgqslt6dg4ukda4uhbikvogcvd7iu.pdf>

Setiadi F., A. F., Kurniawan, A. A., Hartanto, A. D., & Hartatik, H. (2022). Implementasi metode cnn dan deep learning untuk menentukan tingkat roasting biji kopi. *Intechno journal (information technology journal)*, 4(2), 48–54. <https://doi.org/10.24076/intechnojournal.2022v4i2.1563>

Utama Putra, K., Ramadhanu, A., & Arlis, S. (2025). Identifikasi varietas kopi berdasarkan analisis warna dan tekstur menggunakan metode convolutional neural network. *Bulletin of computer science research*, 5(5), 1188–1194. <https://doi.org/10.47065/bulletincsr.v5i5.759>