

KLASIFIKASI MUTU KUALITAS GREENBEAN COFFEE MENGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

¹Azhar Muhamad, ²Irma Surya Kumala Idris, ³Andi Bode

^{1,2,3} Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Ichsan Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

Email: ¹azharkining@gmail.com, ²mhaladp@gmail.com, ³andibode22@gmail.com

Abstrak - Kopi adalah salah satu penghasil devisa Indonesia dan pemegang peran penting dalam pengembangan industri perkebunan. Dalam proses komersial, suatu produk harus memiliki keunggulan terutama dalam hal kualitas agar dapat bertahan dalam persaingan dunia. Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan metode *Deep Learning* yang dapat mengidentifikasi dan mengklasifikasi sebuah objek dalam sebuah citra digital. Proses *training* dilakukan dengan mencari bentuk model yang sesuai dengan data *training* dan data validasi sehingga tidak terjadi *overfitting* pada jaringan CNN. Hasil percobaan pada penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Convolutional Neural Network* dapat mengklasifikasikan mutu *greenbean coffee* dengan tingkat akurasi sebesar 90%, *recall* 92%, *precision* 86%, dan *F1-Score* sebesar 88% dari 30 gambar dengan mengambil 15 sampel gambar dari setiap kelas dengan menggunakan pengujian confusion matrix.

Kata kunci: Klasifikasi, Greenbean Coffee, Convolution Neural Network

Abstract - Coffee is one of Indonesia's foreign exchange sources and plays an important role in the development of the plantation industry. In the commercial process, a product must have advantages, especially in terms of quality to survive in world market competition. The *Convolutional Neural Network* (CNN) method is a *Deep Learning* method that can identify and classify an object in a digital image. The training process is carried out by looking for a model structure that matches the training data and validation data so that *overfitting* does not occur in the CNN network. The experimental results in this study indicate that the *Convolutional Neural Network* method can classify the quality of green bean coffee with an accuracy rate of 90%, recall of 92%, precision of 86%, and *F1-Score* of 88% from 30 images by taking 15 sample images from each class using confusion matrix testing.

Keywords: Classifications, Greenbean Coffee, Convolution Neural Network

1. PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan tanah air. Adapun jenis kopi yang banyak dibudidayakan di Indonesia yaitu jenis kopi Robusta dan kopi Arabica, karena dinilai memiliki cita rasa yang tinggi [1] Bukan hanya untuk menikmati rasa kopinya sendiri, tetapi untuk negara seperti Indonesia, terdapat sumber nilai ekonomi dan devisa yang cukup besar [2]. Ada banyak varietas kopi, tetapi hanya dua yang memiliki nilai jual yang signifikan, kombinasi antara arabica sangrai dan robusta. Perbedaan utama antara kedua kopi adalah rasa, warna, bentuk, dan kandungan kafeinnya.

Biji arabica memiliki rasa yang lebih ringan dan kandungan kafein 70% lebih sedikit dibandingkan biji kopi robusta. Karakteristik biji kopi arabica memiliki bentuk yang lebih oval, dan ukurannya lebih besar dengan garis lipatan tengahnya lebih tegas sedangkan robusta memiliki ukuran lebih kecil dan lebih bundar, dan juga garis tengahnya terlihat kurang jelas serta warnanya pun lebih pucat.

Untuk meningkatkan daya saing pasar, kualitas biji kopi harus memenuhi standar kualitas agar dapat diterima oleh sebagian besar konsumen. Biji kopi terdaftar dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) (2008), yang menetapkan definisi dan penentuan nilai cacat biji kopi dan penilaian kualitas berdasarkan harga nilai default yang diperoleh. Klasifikasi mutu biji kopi berdasarkan SNI 01-2907-2008 [3].

Teknologi pengolahan citra digital dapat digunakan untuk mengklasifikasikan mutu biji kopi yang sesuai standar SNI. Pengolahan citra digital dapat mendeteksi warna dan tekstur yang terdapat pada biji kopi. Hal itu dilakukan dengan melakukan perbandingan komposisi warna RGB (Red, Green, Blue), nilai GLCM, dan deteksi cacat yang diperoleh dari citra biji kopi. Fitur RGB dan GLCM dipilih karena kematangan buah yang ditandai dengan perubahan warna dan tekstur pada permukaan biji kopi.[4] Fitur RGB dan ekstraksi fitur tekstur dipilih karena untuk menentukan perubahan warna dalam mendeteksi cacat warna pada biji kopi. Studi terkait dalam pengklasifikasian K-Nearest Neighbor (K-NN) telah dilakukan beberapa peneliti sebelumnya [5].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi

Kopi adalah salah satu tanaman semak yang dapat tumbuh di daerah tropis dengan ketinggian 700 – 1600 mdpl. Pohon kopi dipangkas pendek untuk menghemat energi dan bantuan panen, namun bisa tumbuh lebih dari 30 kaki (9 meter) tinggi. Setiap pohon ditutupi daun hijau dan ranting yang saling bertautan saling berpasangan. Ceri kopi tumbuh di sepanjang cabang. Karena tumbuh dalam siklus yang terus menerus, tidak biasa melihat bunga, buah hijau dan buah matang bersamaan pada satu pohon. Dibutuhkan hampir setahun untuk ceri yang matang setelah berbunga pertama, dan sekitar 5 tahun pertumbuhan mencapai produksi buah penuh. Sementara tanaman kopi bisa hidup sampai 100 tahun, mereka umumnya paling produktif antara usia 7 dan 20. Perawatan yang tepat dapat mempertahankan dan bahkan meningkatkan hasilnya selama bertahun-tahun, tergantung varietasnya. Rata-rata pohon kopi menghasilkan 10 pon ceri kopi per tahun, atau 2 pon green bean coffee. Semua kopi komersial berasal dari wilayah dunia disebut Coffee Belt. Pohon tumbuh paling baik di tanah yang subur, dengan suhu ringan, hujan deras dan matahari yang teduh.

2.2. Greenbean Coffee

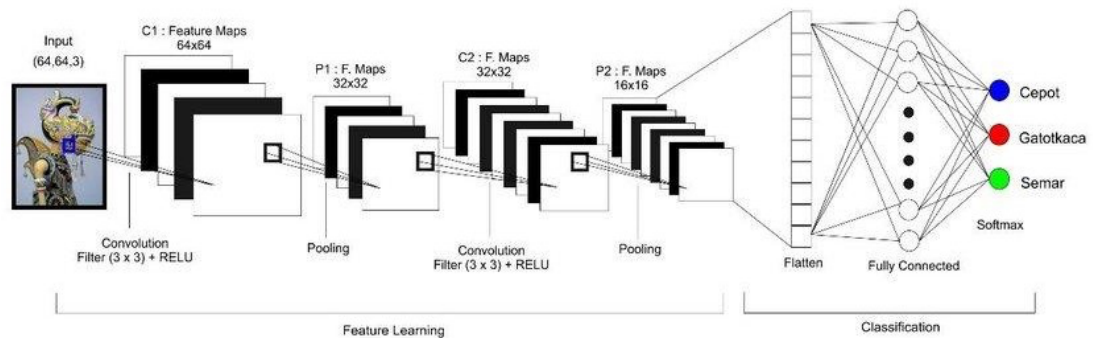
Greenbean coffee adalah biji kopi mentah dari tanaman coffee. Biji kopi pada dasarnya adalah biji kopi yang awalnya hijau, yang ada di lapisan dalam buah kopi berwarna merah. Setelah melalui beberapa proses, Green Bean Coffee siap untuk disangrai sesuai dengan keinginan Anda. Standar cafe dalam meroast greenbeancoffe adalah medium. Standar umumnya digunakan oleh warga negara Australia dan AS. Kopi hijau ini melewati 11 langkah proses kualitas pasca panen. Setelah buah panen, batas maksimal pengupasan adalah 8 jam. selama proses fermentasi 16 jam. Ini membantu menjaga kualitas. Proses penjemuran Tidak langsung di lantai ataupun di tanah.

2.3 Pengolahan Citra

Pengolahan citra (*image processing*) merupakan proses mengolah pixel-pixel di dalam citra digital untuk tujuan tertentu. Pengolahan citra dilakukan karena beberapa alasan yaitu untuk mendapatkan citra asli dari suatu citra yang mengalami penurunan kualitas karena pengaruh derau atau untuk memperoleh citra dengan karakteristik dan cocok secara visual yang dibutuhkan untuk tahap lebih lanjut dalam proses analisis citra. Pengelompokan data numerik dan simbolik (termasuk citra) dilakukan secara otomatis oleh komputer. Tujuan dari pemrosesan ini adalah memperbaiki kualitas citra agar suatu objek dalam citra dapat dikenali dan diinterpretasi oleh manusia atau mesin komputer[10]

2.4 Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network (CNN) adalah metode klasifikasi yang termasuk dalam kelompok deep learning yang menggunakan lapisan konvolusi untuk mengonvolusikan sebuah input dengan sebuah filter. *Convolutional Neural Network (CNN)* terdiri dari lapis masukan (input layer), lapis keluaran (output layer) dan sejumlah lapisan tersembunyi (hidden Layers), lapisan ini terdiri dari dua tahapan utama yaitu fase pembelajaran fitur terdiri dari lapisan konvolusional, ReLU(fungsi aktivasi) dan lapisan penyatuan, sedangkan fase klasifikasi terdiri dari lapisan dan prediksi yang datar dan terhubung sepenuhnya. Setiap bagian CNN memiliki dua proses utama yaitu feedforward dan backpropagation [11].



Gambar 1. Arsitektur Convolutional Neural Network (Nurhikmat, 2018)

2.7 Confusion Matrix

Confusion matrix adalah metode untuk melakukan perhitungan yang akurat untuk konsep data mining. Evaluasi dengan matriks kebingungan memberikan nilai presisi, akurasi, dan recall. *Confusion matrix* memberikan keputusan yang diperoleh dari penilaian *performance* klasifikasi berdasarkan objek dengan benar atau salah (*gurunesca*). *Confusion matrix* berisikan informasi yang berisi informasi *actual* dan prediksi pada sistem klasifikasi.[12]

3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis, Metode, Subjek, Waktu dan Lokasi Penelitian

Pada level aplikasi, penelitian ini merupakan penelitian terapan. Karena sifat data yang ditangani, maka penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Dalam hal pengolahan data, penelitian ini merupakan penelitian konfirmatori.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian *eksperimen*. Dengan demikian jenis penelitian ini adalah penelitian *eksperimental*. Subjek penelitian ini adalah klasifikasi, pada objek kopi. Penelitian ini dimulai dari Februari 2020

3.2 Pengumpulan Data

Data set yang digunakan dalam penelitian ini adalah dataset public dengan nama *Multi Class Dataset Composed Of The Various Greenbean Coffee*. Data Set yang di unduh dari <https://comvis.unsyiah.ac.id/usk-coffee/>. Dataset ini merupakan data yang pada umumnya digunakan dalam eksperimen untuk klasifikasi greenbean coffee. Dataset ini akan dibagi menjadi dua bagian yaitu data training dan data testing. Berikut pendelasan mengenai *Multi Class Dataset Composed Of The Various Greenbean Coffee* :

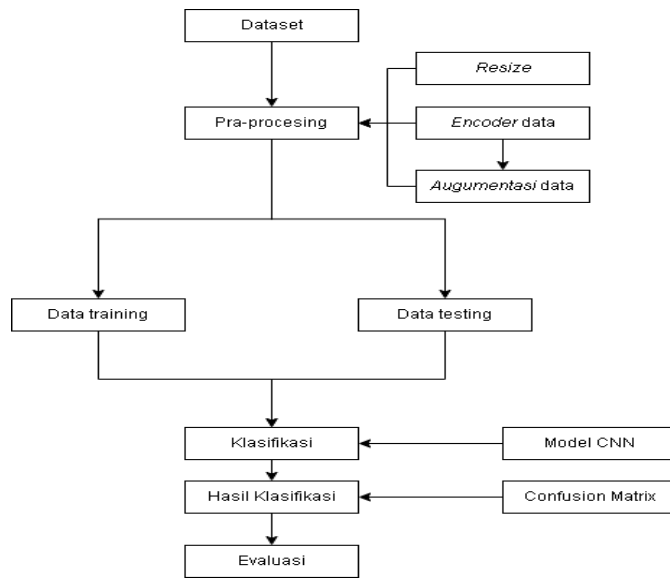
Jumlah Gambar : 3.200

Format Gambar : JPG

Resolusi : High Resolution

URL : <https://comvis.unsyiah.ac.id/usk-coffee/>



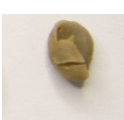
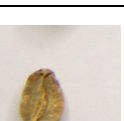

Berikut pada gambar 2 merupakan model penelitian yang digunakan:



Gambar 2. Model Penelitian

Berikut pada tabel 1, merupakan sampel data *Multi Class Dataset Composed Of The Various Greenbean Coffee*, yang terdiri dari dua jenis kopi yaitu baik dan buruk.

Tabel 1. Sampel Data

No	Gambar	Hasil
1.		Buruk
2.		Buruk
3.		Buruk
4.		Buruk
.
3200.		Baik

3.3. *Pra-Processing*

Dari data set atau data publik akan dilakukan proses grayscale pada gambardari citra berwarna di konversi ke citra grayscale. kemudian akan transformasi atau encoding data, selanjutnya augumentasi gambar atau memanipulasi gambar sedemikian rupa sehingga komputer akan mendeteksi bahwagambar yang diubah adalah gambar yang berbeda. Agar memperbanyak jumlah data yang akan diolah agar mendapatkan model yang terbaik. Berikut adalah tahapan Pra-pengolahan :

1. *Resize*
Resize merupakan tahapan awal dari *pre-processing*, bertujuan untuk mengubah ukuran citra asli dari ukuran 256x256 piksel menjadi 48x48 piksel lebih kecil dari skala citra asli agar mempercepat proses latih.
2. *Encoding Data (Label Encoder)*
 Pada proses ini akan dilakukan tranformasi label menjadi bentuk numerik. Agar dapat diolah oleh sistem.
3. *Augumentasi Data*
Augumentasi yaitu suatu teknik manipulasi pada data yang ada tanpa kehilangan inti dari data tersebut. Pada penelitian ini dilakukan teknik augumentasi terhadap data training dengan mengatur *rescale 1./255*, *rotation range* , *horizontal flip*, *with shif range 0.1*, *height shif range 0.1*, dan *fill mode*. Beberapa cara tersebut membantu model yang akan disusun serta mempermudah untuk melatih model tersebut.

3.4 Evaluasi Model

Proses evaluasi bertujuan untuk mengetahui hasil kerja dari metode yang digunakan, evaluasi dilakukan pada semua data uji kemudian target *kelusssaran* dari hasil tersebut dihasilkan akan dipetakan ke dalam *Confussion Matrix* untuk dievaluasi keakuratannya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melalui tahapan pra-pemrosesan data dan pelatihan model, penelitian ini berhasil membangun sebuah model klasifikasi mutu greenbean coffee menggunakan arsitektur Convolutional Neural Network (CNN). Model ini dirancang untuk mengklasifikasikan citra biji kopi mentah ke dalam dua kelas mutu, yaitu Baik dan Buruk.

4.1 Kinerja Model Berdasarkan Confusion Matrix

Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan confusion matrix pada 30 gambar uji yang diambil secara proporsional dari setiap kelas (15 gambar per kelas).

Tabel 2. Hasil Evaluasi Confusion Matrix

Prediksi	Aktual	
	Baik	Buruk
Baik	13	2
Buruk	1	14

$$\begin{aligned}
 Accuracy &= \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} = \frac{13 + 14}{13 + 2 + 1 + 14} \\
 &= \frac{27}{30} = 0.9 * 100 = 90\%
 \end{aligned}$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} = \frac{13}{13 + 2} = 0.86 = 0.86 * 100\% = 86\%$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{13}{13 + 1} = 0.92 = 0.92 * 100\% = 92\%$$

$$f1 - score = 2x \frac{(recall * precision)}{(recall + precision)} = 2 * \frac{(92 * 86)}{(92 + 86)} = 2 * \frac{7.912}{178} \\ = 2 * 44.4 = 88$$

Berdasarkan Tabel 4.2, dapat dihitung metrik evaluasi kinerja model sebagai berikut:

1. Akurasi: Sebesar 90%, yang menunjukkan bahwa secara keseluruhan, model mampu memprediksi kelas dengan benar pada 27 dari 30 sampel uji. Tingkat akurasi ini mengindikasikan bahwa model CNN yang dibangun telah memiliki kemampuan generalisasi yang baik pada dataset yang digunakan.

$$\text{Akurasi} = (TP + TN) / (\text{Total Data}) = (13 + 14) / 30 = 90\%$$

2. Presisi: Sebesar 86%, Nilai ini merepresentasikan bahwa dari semua sampel yang diprediksi sebagai kelas "Baik", sebanyak 86% di antaranya adalah benar. Presisi yang tinggi penting untuk meminimalkan kesalahan dalam mengklasifikasikan biji kopi buruk sebagai biji yang baik, yang dapat berdampak pada penurunan kualitas produk akhir.

$$\text{Presisi} = TP / (TP + FP) = 13 / (13 + 2) \approx 86\%$$

3. Recall: Sebesar 92%, Nilai recall yang tinggi ini menunjukkan bahwa model sangat efektif dalam mengidentifikasi hampir semua sampel yang sebenarnya berkualitas "Baik". Hanya ada 1 sampel baik yang terlewat (false negative). Dalam konteks industri, recall yang tinggi berarti sedikit sekali produk berkualitas yang terbuang karena salah diklasifikasikan sebagai produk buruk.

$$\text{Recall} = TP / (TP + FN) = 13 / (13 + 1) \approx 92\%$$

4. F1-Score: Sebesar 88%. Nilai F1-Score merupakan rata-rata harmonik dari Precision dan Recall. Nilai ini menunjukkan keseimbangan yang baik antara kedua metrik tersebut, yang menandakan bahwa model tidak hanya akurat tetapi juga konsisten dalam performanya tanpa mengorbankan salah satu aspek (precision atau recall) secara signifikan.

$$\text{F1-Score} = 2 (\text{Presisi Recall}) / (\text{Presisi} + \text{Recall}) = 2 * (0.86 * 0.92) / (0.86 + 0.92) \approx 88\%$$

Hasil eksperimen membuktikan bahwa metode Convolutional Neural Network (CNN) layak dan efektif untuk diaplikasikan dalam mengotomasi klasifikasi mutu *greenbean coffee*. Pencapaian akurasi sebesar 90% pada dataset uji menunjukkan bahwa model mampu menangkap karakteristik visual yang membedakan antara biji kopi bermutu baik dan buruk, seperti warna, tekstur, dan adanya cacat.

4.2 Pembahasan

Tingginya nilai recall (92%) merupakan indikator yang sangat positif untuk aplikasi di industri. Hal ini berarti sistem yang dikembangkan dapat dipercaya untuk memastikan bahwa hampir semua biji kopi berkualitas baik berhasil teridentifikasi, sehingga meminimalkan kerugian ekonomi akibat produk baik yang salah diklasifikasikan. Sementara itu, nilai precision (86%) yang sedikit lebih rendah mengindikasikan adanya sedikit kecenderungan model untuk "terlalu bersemangat" dalam memprediksi suatu sampel sebagai "Baik". Beberapa biji kopi buruk (2

sampel) masih salah diklasifikasikan sebagai biji baik. Kesalahan ini mungkin disebabkan oleh kesamaan visual pada beberapa cacat minor dengan variasi tekstur atau warna yang masih dapat diterima pada biji berkualitas baik.

Keberhasilan model ini didukung oleh beberapa faktor kunci, yaitu:

1. Pra-pemrosesan Data: Teknik resize menjadi 48x48 piksel berhasil mempercepat proses komputasi tanpa kehilangan fitur penting. Selain itu, teknik data augmentation seperti rotation dan shifting telah berperan crucial dalam meningkatkan variasi data latih, sehingga model menjadi lebih robust dan tidak mudah mengalami overfitting.
2. Kemampuan Ekstraksi Fitur CNN: Lapisan konvolusi pada CNN secara otomatis berhasil mempelajari dan mengekstraksi fitur-fitur hierarkis dan kompleks dari citra biji kopi, yang mungkin sulit ditangkap oleh metode berbasis fitur manual seperti RGB atau GLCM.

Secara implikasi, penelitian ini memberikan kontribusi nyata bagi industri kopi, khususnya dalam menyediakan solusi otomatis yang cepat, objektif, dan akurat untuk penilaian mutu *greenbean coffee*. Sistem ini berpotensi untuk menggantikan atau membantu metode manual yang subjektif dan memakan waktu. Untuk pengembangan di masa depan, akurasi dan presisi model dapat ditingkatkan dengan menambah jumlah dan variasi data latih, mengeksplorasi arsitektur CNN yang lebih dalam (seperti ResNet atau EfficientNet), atau dengan melakukan *fine-tuning* pada hyperparameter model.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan pembahasannya yang telah diuraikan maka dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa, kinerja model klasifikasi mutu green bean coffee menggunakan metode *Convolutional Neural Network* setelah dihitung menggunakan *Confusion Matrix* dengan jumlah 15 gambar pada tiap kelas menghasilkan nilai akurasi sebesar 90%, nilai precision 86%, nilai recall 92% dan F1-score 88%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Rizal, "Klasifikasi Mutu Biji Kopi Menggunakan Metode K – Nearest Neighbor Berdasarkan Warna Dan Tekstur," *Univ. Teknol. Yogyakarta*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [2] P. Thanthirige *et al.*, "No Title," no. August, pp. 1–63, 2016.
- [3] M. K. Neighbor, B. Bentuk, D. Ikhsan, E. Utami, and F. W. Wibowo, "Metode Klasifikasi Mutu Greenbean Kopi Arabika Lanang Dan Biasa," no. 2, pp. 1–8, 2020.
- [4] T. Y. Prahudaya and A. Harjoko, "Metode klasifikasi mutu jambu biji menggunakan knn berdasarkan fitur warna dan tekstur," vol. 6, 2017, doi: 10.22146/teknosains.26972.
- [5] 2 Rodiah 1 Fitrianiingsih, "KLASIFIKASI JENIS CITRA DAUN MANGGA MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK," 2020, https://www.researchgate.net/publication/350431243_KLASIFIKASI_JENIS_CITRA_DAUN_MANGGA_MENGGUNAKAN_CONVOLUTIONAL_NEURAL_NETWORK
- [6] L. Vinet and A. Zhedanov, "A 'missing' family of classical orthogonal polynomials," *J. Phys. A Math. Theor.*, vol. 44, no. 8, pp. 1–183, 2011, doi: 10.1088/1751-8113/44/8/085201.
- [7] R. Abd and K. S. Nur, "Klasifikasi Jenis Tumbuhan Obat Herbal Menggunakan Convolutional Neural Network," vol. x, no. X.
- [8] R. Abd and K. S. Nur, *KLASIFIKASI JENIS TUMBUHAN OBAT HERBAL MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL Oleh PROGRAM SARJANA Guna memperoleh gelar Sarjana . Program Studi Teknik Informatika ini telah disetujui oleh Tim Pembimbing*. 2022.
- [9] Fitrianiingsih and Rodiah, "Klasifikasi Jenis Citra Daun Mangga Menggunakan

Convolutional Neural Network,” *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 25, no. 3, pp. 223–238, 2020, doi: 10.35760/tr.2020.v25i3.3519.

- [10] Liana Sudjarwadi, “Pengolahan Citra Digital,” pp. 5–47, 2017.