

KLASIFIKASI KUALITAS BUBUK KOPI ROBUSTA MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) DENGAN ARSITEKTUR RESNET-V2

Salsabilla Rizqi, Desi puspita sari, Risnaini Masdalipa

Teknik Informatika, Institut Teknologi pagar alam

Jl. Masik Siagim No. 75 Simpang Mbacang, Kec. Dempo Tengah Kota Pagar Alam

Salsapga582@gmail.com

ABSTRAK

Kopi Robusta merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan Indonesia, termasuk di Kota Pagar Alam yang dikenal sebagai daerah penghasil kopi dengan produktivitas tinggi. Namun, proses penilaian kualitas bubuk kopi masih banyak dilakukan secara visual oleh manusia sehingga bersifat subjektif dan berpotensi menghasilkan penilaian yang tidak konsisten. Oleh karena itu, diperlukan metode otomatis berbasis pengolahan citra yang mampu melakukan klasifikasi kualitas kopi secara lebih objektif. Penelitian ini bertujuan mengklasifikasikan kualitas bubuk kopi Robusta berbasis citra digital menggunakan metode deep learning dengan arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) ResNet50V2. Dataset yang digunakan terdiri dari 150 citra bubuk kopi yang dikelompokkan menjadi tiga kelas kualitas yaitu light, medium, dan dark. Untuk meningkatkan variasi data dan mengurangi risiko overfitting, dilakukan teknik augmentasi sehingga jumlah data latih meningkat menjadi sekitar 1.500 citra. Dataset kemudian dibagi menjadi 70% data pelatihan, 20% data validasi, dan 10% data pengujian. Penelitian ini menerapkan tahapan CRISP-DM yang meliputi business understanding, data understanding, data preparation, modeling, evaluation, dan deployment. Proses prapemrosesan citra meliputi resize, normalisasi, dan augmentasi data. Evaluasi model dilakukan menggunakan confusion matrix dengan metrik accuracy, precision, recall, dan F1-score. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN dengan arsitektur ResNet50V2 mampu mengklasifikasikan kualitas bubuk kopi dengan tingkat akurasi yang tinggi sehingga berpotensi digunakan sebagai sistem pendukung dalam penilaian mutu kopi secara objektif dan konsisten.

Kata kunci : Kopi Robusta, Klasifikasi Citra, CNN, ResNet-V2.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah memberikan dampak yang signifikan dalam berbagai sektor, termasuk pada bidang pertanian dan perkebunan. Pemanfaatan teknologi informasi memungkinkan proses pengolahan data dan penyampaian informasi dilakukan secara lebih cepat dan efisien, sehingga dapat membantu meningkatkan kualitas produksi serta pengambilan keputusan dalam pengelolaan komoditas pertanian. [1]

Salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia adalah kopi. Indonesia dikenal sebagai salah satu produsen kopi terbesar di dunia, dengan jenis kopi yang banyak dibudidayakan yaitu kopi Robusta. Kopi Robusta banyak ditanam di berbagai wilayah seperti Lampung, Sumatera Selatan, dan khususnya Kota Pagar Alam yang dikenal sebagai salah satu daerah penghasil kopi dengan produktivitas yang cukup tinggi.[2]

Kota Pagar Alam memiliki potensi besar dalam produksi kopi Robusta yang menjadi salah satu sumber penghasilan utama masyarakat. Data menunjukkan bahwa produktivitas kopi Robusta di wilayah ini relatif lebih tinggi dibandingkan rata-rata produktivitas di tingkat provinsi maupun nasional. Meskipun demikian, proses penilaian kualitas bubuk kopi yang dihasilkan masih banyak dilakukan secara manual berdasarkan pengamatan visual oleh manusia. Penilaian tersebut biasanya didasarkan pada karakteristik warna, tekstur, dan tingkat kehalusan

bubuk kopi. Proses ini bersifat subjektif karena sangat bergantung pada pengalaman dan persepsi individu, sehingga berpotensi menimbulkan ketidakkonsistenan dalam menentukan kualitas kopi.[3]

Permasalahan tersebut menunjukkan perlunya suatu metode yang mampu melakukan penilaian kualitas kopi secara lebih objektif dan konsisten. Perkembangan teknologi pengolahan citra dan kecerdasan buatan memungkinkan proses klasifikasi objek dilakukan secara otomatis menggunakan algoritma pembelajaran mesin. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam klasifikasi citra adalah Convolutional Neural Network (CNN) yang merupakan bagian dari deep learning. Metode ini memiliki kemampuan untuk mengekstraksi fitur visual seperti warna, tekstur, dan pola secara otomatis dari citra digital sehingga sangat efektif digunakan dalam berbagai penelitian klasifikasi objek berbasis gambar.[4]

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model klasifikasi kualitas bubuk kopi Robusta berbasis citra digital menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur ResNet50V2. Model ini diharapkan mampu mengidentifikasi dan mengklasifikasikan kualitas bubuk kopi ke dalam beberapa kategori berdasarkan karakteristik visual yang dimiliki. Dengan memanfaatkan pendekatan deep learning, proses klasifikasi dapat dilakukan

secara otomatis dengan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan metode manual.

Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, penelitian ini menerapkan metode CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) yang terdiri dari beberapa tahapan yaitu pemahaman masalah, pemahaman data, persiapan data, pemodelan, evaluasi, dan implementasi. Dataset yang digunakan berupa citra bubuk kopi Robusta yang kemudian diproses melalui tahap prapemrosesan seperti resize, normalisasi, dan augmentasi data sebelum digunakan dalam proses pelatihan model CNN. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan model klasifikasi yang mampu membantu proses penilaian kualitas kopi secara lebih objektif, konsisten, dan efisien sehingga dapat mendukung peningkatan kualitas serta daya saing produk kopi Robusta.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kopi Robusta yang secara ilmiah dikenal sebagai *Coffea canephora* merupakan salah satu dari dua spesies kopi yang paling banyak dibudidayakan dan dikonsumsi di dunia selain Arabika. Menurut jurnal [5], kopi Robusta termasuk dalam keluarga Rubiaceae dan menjadi salah satu jenis kopi yang dominan diproduksi secara global karena memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap hama serta kemampuan beradaptasi pada kondisi iklim yang lebih luas dibandingkan kopi Arabika. Dua spesies kopi yang memiliki nilai ekonomis terbesar adalah *Coffea arabica* dan *Coffea canephora* (Robusta), yang memiliki perbedaan dalam kondisi iklim tumbuh, karakteristik fisik, serta komposisi kimia. Data komposisi kimia menunjukkan bahwa kopi Robusta memiliki kandungan kafein yang lebih tinggi dibandingkan Arabika sehingga menghasilkan rasa yang lebih pahit dan kuat. Oleh karena itu, kopi Robusta banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku industri kopi bubuk, kopi instan, serta berbagai produk olahan komersial lainnya karena karakter rasanya yang khas dan kandungan kimia yang mendukung cita rasa produk kopi [5].

Kopi Robusta juga dikenal sebagai jenis kopi yang banyak dibudidayakan pada daerah dengan ketinggian sekitar 400–700 meter di atas permukaan laut dan memiliki tingkat produktivitas yang relatif tinggi dibandingkan jenis kopi lainnya. Kandungan kafein yang lebih tinggi menjadikan kopi Robusta memiliki karakter rasa yang lebih kuat dan pahit sehingga sering digunakan sebagai bahan utama dalam produksi kopi bubuk maupun kopi instan [6].

Data mining merupakan proses analisis data dari berbagai sudut pandang untuk menghasilkan informasi yang bernilai dan dapat dimanfaatkan dalam pengambilan keputusan. Proses ini melibatkan pengumpulan serta pemanfaatan data historis untuk menemukan pola, hubungan, atau keteraturan yang terdapat dalam kumpulan data berukuran besar. Pola yang ditemukan kemudian diekstraksi dan diubah menjadi informasi yang berguna sehingga dapat

dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi biaya, maupun mendukung proses pengambilan keputusan dalam suatu sistem [7].

Salah satu metode yang banyak digunakan dalam proses klasifikasi citra adalah Convolutional Neural Network (CNN) yang merupakan bagian dari teknik Deep Learning. CNN bekerja dengan memanfaatkan lapisan konvolusi untuk mengekstraksi fitur penting dari suatu citra secara otomatis. Arsitektur CNN umumnya terdiri dari beberapa lapisan utama seperti convolution layer, fungsi aktivasi ReLU, pooling layer, serta fully connected layer yang digunakan pada tahap klasifikasi. Dengan mekanisme feed-forward dan backpropagation, CNN mampu mempelajari pola visual seperti warna, tekstur, dan bentuk secara otomatis dari citra digital sehingga metode ini banyak digunakan dalam berbagai penelitian pengenalan objek dan klasifikasi citra [8].

CNN memiliki keunggulan dalam pengolahan citra karena mampu mengekstraksi fitur visual secara otomatis tanpa memerlukan proses ekstraksi fitur secara manual. Selain itu, CNN juga mampu mengenali objek meskipun mengalami perubahan posisi, rotasi, maupun variasi pencahayaan pada citra. Kemampuan tersebut menjadikan CNN sebagai salah satu algoritma deep learning yang memiliki performa sangat baik dalam berbagai penelitian klasifikasi citra [9].

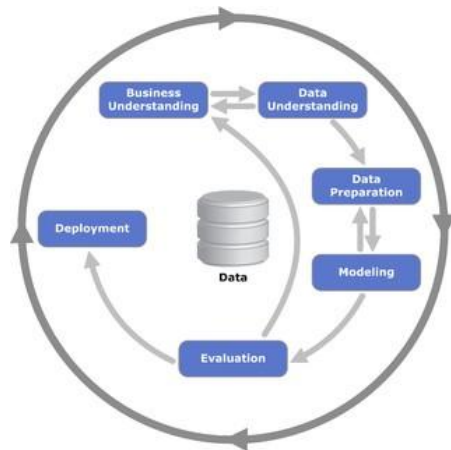
Salah satu arsitektur CNN yang banyak digunakan dalam penelitian klasifikasi citra adalah ResNet-50. Arsitektur ini merupakan jaringan saraf dalam yang memiliki hingga 50 lapisan dan dirancang untuk meningkatkan performa model dalam mengenali pola pada data citra. ResNet-50 mampu menghasilkan akurasi yang tinggi karena memiliki struktur jaringan yang dalam sehingga dapat mengekstraksi fitur visual secara lebih kompleks dibandingkan arsitektur CNN konvensional [10].

ResNet dikembangkan dengan konsep shortcut connection atau residual learning yang memungkinkan jaringan saraf belajar lebih dalam tanpa mengalami masalah vanishing gradient. Pendekatan ini memungkinkan informasi dari lapisan sebelumnya tetap diteruskan ke lapisan berikutnya sehingga proses pelatihan jaringan menjadi lebih stabil. Salah satu pengembangan dari arsitektur tersebut adalah ResNet50V2, yang memiliki kemampuan lebih baik dalam mengekstraksi fitur visual dari citra. Dalam penelitian klasifikasi kualitas bubuk kopi Robusta, arsitektur ini sangat relevan digunakan karena mampu mengenali variasi warna, tekstur, serta tingkat homogenitas partikel bubuk kopi secara lebih akurat sehingga berpotensi menghasilkan model klasifikasi yang lebih stabil dan memiliki tingkat akurasi yang tinggi [11].

3. METODE PENELITIAN

Metode pengembangan yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *CRISP-DM* (Cross Industry Standard Process for Data Mining). Pemilihan

CRISP-DM didasarkan pada kemampuannya dalam menyediakan kerangka kerja yang terstruktur dan sistematis untuk pengembangan model *data mining*, khususnya pada penelitian yang melibatkan pengolahan citra serta penerapan algoritma pembelajaran mesin seperti *Transfer Learning*. CRISP-DM terdiri dari enam tahapan utama yang saling berkaitan dan dilaksanakan secara iteratif untuk mendukung proses pengembangan model secara menyeluruh.



Gambar 1. metode CRISP-DM

3.1. Pemahaman Bisnis (Business understanding)

Tahap awal dalam penelitian ini adalah memahami permasalahan dan tujuan penelitian yang berkaitan dengan klasifikasi kualitas bubuk kopi robusta. Permasalahan utama yang dihadapi adalah perlunya metode yang objektif dan konsisten dalam menilai kualitas bubuk kopi robusta, yang selama ini masih banyak dilakukan secara subjektif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi kualitas bubuk kopi robusta berbasis citra dengan memanfaatkan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dan *Transfer Learning* menggunakan arsitektur *ResNet*, sehingga diharapkan dapat membantu pelaku usaha kopi dalam melakukan penilaian mutu secara lebih akurat dan efisien.

3.2. Pemahaman Data (Data Understanding)

Penelitian ini menggunakan dataset berupa 150 citra bubuk kopi Robusta yang diperoleh melalui pengambilan gambar langsung menggunakan kamera DLSR dengan kondisi pencahayaan dan latar belakang yang seragam. Dataset terbagi ke dalam tiga kelas kualitas, yaitu light, medium, dan dark, masing-masing sebanyak 50 citra. Data dibagi menjadi data pelatihan, validasi, dan pengujian dengan proporsi 70%, 20%, dan 10%. Data pelatihan digunakan untuk melatih model *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur *ResNet50-V2*, data validasi untuk memantau kinerja model dan mengurangi overfitting, serta data pengujian untuk mengevaluasi performa model secara objektif. Teknik augmentasi citra diterapkan pada data pelatihan guna meningkatkan

variasi data, sementara data pengujian menggunakan citra asli tanpa augmentasi.

3.3. Persiapan Data (Data Preparation)

Tahap persiapan data dilakukan untuk menghasilkan dataset yang siap digunakan dalam proses pemodelan. Pada tahap ini, dilakukan pembersihan data untuk menghilangkan citra yang tidak layak, penyesuaian ukuran citra menjadi 224×224 piksel, serta augmentasi citra guna meningkatkan variasi data latih. Selanjutnya, fitur citra diekstraksi menggunakan arsitektur *ResNet50-V2* sebagai feature extractor, di mana citra bubuk kopi Robusta diproses untuk memperoleh representasi fitur visual tingkat tinggi yang mencakup informasi warna dan tekstur. Fitur hasil ekstraksi ini kemudian digunakan sebagai masukan pada tahap klasifikasi untuk menentukan kualitas bubuk kopi Robusta secara akurat.

3.4. Pemodelan (Modelling)

Pada tahap pemodelan, penelitian ini menerapkan metode Deep Learning menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur *ResNet50-V2* untuk klasifikasi kualitas bubuk kopi Robusta. Model dikembangkan dan dilatih menggunakan data pelatihan pada lingkungan Google Colaboratory. Arsitektur *ResNet50-V2* dimanfaatkan sebagai pre-trained model berbasis ImageNet dengan pengaturan `include_top = false`, sehingga berfungsi sebagai feature extractor untuk menghasilkan representasi fitur visual tingkat tinggi. Pendekatan transfer learning ini dipilih untuk meningkatkan efisiensi pelatihan serta mengatasi keterbatasan jumlah data. Lapisan klasifikasi kemudian ditambahkan secara terpisah untuk menyesuaikan dengan jumlah kelas kualitas kopi Robusta.

Proses klasifikasi dilakukan secara terintegrasi melalui rangkaian lapisan CNN yang terdiri dari convolution layer, fungsi aktivasi ReLU, pooling layer, fully connected layer, dan softmax. Citra input yang telah melalui tahap praproses digunakan sebagai masukan model untuk mengekstraksi fitur visual seperti warna dan tekstur bubuk kopi. Selama proses pelatihan, bobot jaringan diperbarui untuk meminimalkan nilai loss, sementara teknik dropout diterapkan untuk mengurangi risiko overfitting. Setelah pelatihan selesai, model diuji menggunakan data uji yang tidak terlibat dalam proses training guna mengevaluasi kemampuan generalisasi. Hasil akhir model berupa prediksi kelas kualitas bubuk kopi Robusta berdasarkan probabilitas tertinggi pada lapisan softmax, yang selanjutnya digunakan pada tahap evaluasi performa sistem.

3.5. Pelatihan (Evaluation)

Pada tahap evaluasi, kinerja model *Convolutional Neural Network* (CNN) dinilai menggunakan Confusion Matrix untuk memastikan bahwa model yang dihasilkan memenuhi standar metodologi CNN. Evaluasi dilakukan dengan

menghitung tiga metrik utama, yaitu precision, recall, dan accuracy, yang masing-masing mengukur ketepatan prediksi model, kemampuan model dalam mengenali seluruh data yang relevan, serta tingkat kesesuaian antara hasil prediksi dan label sebenarnya. Perhitungan metrik tersebut didasarkan pada nilai True Positive (TP), True Negative (TN), False Positive (FP), dan False Negative (FN) yang diperoleh dari hasil klasifikasi data uji. Pendekatan ini digunakan untuk memvalidasi performa model secara objektif dan memastikan bahwa hasil keluaran sistem sejalan dengan perhitungan evaluasi secara manual.

3.6. Penyebaran (Deployment)

Pada tahap akhir metode *CRISP-DM*, pengetahuan atau informasi yang diperoleh dari proses pengolahan dan analisis data diterapkan dalam bentuk laporan hasil penelitian. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap hasil klasifikasi kualitas bubuk kopi robusta berdasarkan citra yang telah diproses menggunakan metode CNN dengan arsitektur *ResNet*, sehingga hasil klasifikasi tersebut dapat dipahami dengan jelas dan digunakan sebagai bahan pertimbangan oleh pelaku usaha kopi, petani, maupun pihak terkait dalam proses penilaian mutu kopi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pemahaman Bisnis (*Business Understanding*)

Tujuan utama penelitian ini adalah membangun model *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis *ResNet50-V2* yang mampu membantu proses penilaian kualitas bubuk kopi Robusta secara lebih cepat, objektif, dan akurat. Model yang dikembangkan diharapkan dapat mengklasifikasikan kualitas bubuk kopi ke dalam kategori yang telah ditentukan, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam proses pengendalian mutu di rumah roasting kopi

4.2. Pemahaman Data (*Data Understanding*)

Pengujian model klasifikasi kualitas bubuk kopi halus dilakukan dengan TensorFlow dan *ResNet50-V2* sebagai feature extractor, dilengkapi augmentasi citra hingga 1500 per kelas, serta pembagian data latih (70%), validasi (20%), dan uji (10%). Dataset tiga kelas (dark, light, medium) diakses dari Google Drive, kemudian sistem melakukan preprocessing, pelatihan, evaluasi dengan confusion matrix, dan prediksi kualitas kopi melalui upload citra.

4.3. Persiapan Data (*Data Preparation*)

Setelah dataset dibagi menjadi data latih, validasi, dan uji, citra bubuk kopi halus (dark, light, dan medium) diproses melalui preprocessing berupa resize menjadi 224×224 piksel, konversi ke format numerik, normalisasi, serta segmentasi menggunakan Otsu thresholding untuk memfokuskan model pada objek kopi. Selanjutnya, dilakukan augmentasi data sebelum pembagian dataset agar setiap kelas mencapai 1500 citra, meliputi rotasi, pergeseran, zoom, shear,

dan horizontal flip untuk meningkatkan variasi serta mengurangi risiko overfitting. Dengan tahapan ini, dataset menjadi representatif, seimbang, dan siap digunakan dalam pelatihan, evaluasi, serta pengujian model *ResNet50-V2* untuk klasifikasi kualitas bubuk kopi.



Gambar 2. Dataset Sebelum dan sesudah resize



Gambar 3. Citra Hasil Augmentasi

4.4. Pemodelan (*Modelling*)

Setelah proses penyiapan data selesai dilakukan, tahapan selanjutnya adalah perancangan model *Convolutional Neural Network* (CNN) menggunakan arsitektur *ResNet50V2* dengan metode transfer learning untuk klasifikasi kualitas jenis kopi halus. Pada tahap ini, model *ResNet50V2* digunakan sebagai base model dengan bobot awal dari ImageNet dan parameter `include_top=False` untuk menghilangkan lapisan klasifikasi bawaan. Seluruh layer pada base model dibekukan (freezing) dengan mengatur `trainable=False` agar bobot awal tidak berubah selama proses pelatihan tahap awal.

4.5. Pelatihan (*Evaluation*)

Pada tahap pelatihan dilakukan pengujian model klasifikasi kualitas bubuk kopi menggunakan data uji (testing data). Hasil klasifikasi selanjutnya dievaluasi menggunakan metode confusion matrix untuk mengetahui performa model, termasuk tingkat akurasi yang dihasilkan, sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut

✓ Confusion Matrix:

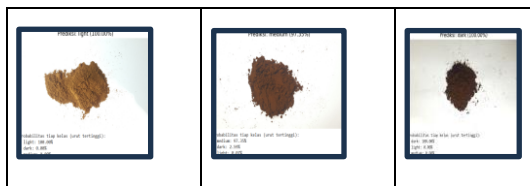
```
[[150  0  0]
 [  0 143  7]
 [  0  0 150]]
```

✓ Classification Report:

	precision	recall	f1-score	support
dark	1.00	1.00	1.00	150
light	1.00	0.95	0.98	150
medium	0.96	1.00	0.98	150
accuracy			0.98	450
macro avg	0.99	0.98	0.98	450
weighted avg	0.99	0.98	0.98	450

Gambar 4. Hasil evaluasi confusion matrix

4.6. Penyebaran (Deployment)



Gambar 5. hasil pengujian matrix

Hasil prediksi menunjukkan bahwa model CNN berhasil mengklasifikasikan kualitas bubuk kopi dengan tingkat kepercayaan tinggi. Model memprediksi citra pertama sebagai kelas light (100%), citra kedua sebagai medium (97,35%), dan citra ketiga sebagai dark (100%), sementara kelas lain memiliki probabilitas yang sangat rendah. Nilai probabilitas tertinggi pada tiap citra menjadi dasar penentuan kelas, menunjukkan bahwa model mampu mengenali perbedaan karakteristik visual seperti kecerahan dan tekstur secara efektif sesuai pola yang dipelajari selama pelatihan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan CNN dengan ResNet50-V2 untuk mengklasifikasikan kualitas bubuk kopi Robusta (light, medium, dark) dengan akurasi 98% dan performa evaluasi (precision, recall, F1-score) di atas 0,95. Model mampu mengenali perbedaan warna dan tekstur secara konsisten, termasuk pada citra baru dengan tingkat kepercayaan hingga 100%. Pengembangan selanjutnya disarankan menambah variasi dataset, membandingkan arsitektur CNN lain, mengintegrasikan model ke aplikasi operasional, serta menambahkan parameter kualitas lain untuk sistem yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Ajib and A. Habiburrahman, "Dampak Perkembangan Teknologi Pertanian Terhadap Perubahan Sosial Masyarakat Petani," *Al-I'timad J. Dakwah dan Pengemb. Masy. Islam*, vol. 1, no. 1, pp. 19–41, 2023, doi: 10.35878/alitimad.v1i1.725.
- [2] A. W. S. Ramadhana, A. D. Aulia, and T. Ulum, "Keunggulan Komparatif Ekspor Kopi di Indonesia," *J. Econ. Business, Account. Manag.*, vol. 2, no. 1, pp. 110–123, 2024, doi: 10.61476/095w2813.
- [3] K. P. Al. BPS, *Panen, Pascapanen dan Pemasaran Kopi Robusta di Kota Pagar Alam*, no. 114. 2021.
- [4] G. A. Pratama *et al.*, "Convolutional neural network dan faster region convolutional neural network untuk klasifikasi kualitas biji kopi arabika," vol. 12, no. 3, pp. 2776–2785, 2024.
- [5] N. Farhaty and Muchtaridi, "Tinjauan Kimia dan Aspek Farmakologi Senyawa Asam Klorogenat Pada Biji Kopi," *J. Ilm. Farm. Indones.*, vol. 14, no. 1, pp. 214–227, 2016.
- [6] D. Handoko, A. Syarifuddin, and E. Febriyanti, "Tangga Js Family Simpang Kanan Sumberejo," *J. SIMADA (Sistem Inf. dan Manaj. Basis Data)*, vol. 5, no. 2, pp. 38–51, 2022.
- [7] R. Masdalipa, "Klasifikasi Data Penggunaan Obat Dengan Algoritma Naïve Bayes Di Rumah Sakit Umum Daerah (Rsud) Kota Pagar Alam," *J. Media Inform. [Jumin]*, vol. 6, no. 2, pp. 1169–1184, 2025.
- [8] A. Raup, W. Ridwan, Y. Khoeriyah, and Q. Y. Zaqiah, "Deep Learning dan Penerapannya dalam Pembelajaran," vol. 5, no. September, pp. 3258–3267, 2022.
- [9] M. F. Naufal, S. F. Kusuma, U. Surabaya, P. Korespondensi, and T. Learning, "Pendeteksi Citra Masker Wajah Menggunakan Cnn Dan Transfer," vol. 8, no. 6, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202185201.
- [10] D. H. Joseph Alberto, "Bird Species Classification Using CNN Method and ResNet-50 Architecture," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 10, no. 3, pp. 34–46, 2023.
- [11] M. Ichwan and H. Sumantri, "Evaluasi Kinerja Model Inception Resnet-V2 dan Inception-V4 dalam Mengklasifikasi Kualitas Biji Kakao," vol. 9, no. 1, pp. 25–41, 2024.