



Klasifikasi Jenis Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Convolutional Neural Network Berbasis Citra Digital

Nova Eliza¹, Bambang Irawan², Abdul Khamid³

^{1,2}Teknik Informatika, Universitas Muhadi Setiabudi, Indonesia

³Teknik Sipil, Universitas Muhadi Setiabudi, Indonesia

Email author: novaeliza616@gmail.com¹, bambangumus@gmail.com², abdulkhamid.mt@gmail.com³

Article Info

Article history:

Received September 3, 2025

Revised Desember 3, 2025

Accepted Desember 13, 2025

Keywords:

Artificial Intelligence

CNN

Deep Learning

Waste

Waste Classification

ABSTRACT

Waste has become a serious environmental problem in Indonesia, which continues to increase along with population growth. The issue of waste management poses serious challenges for the environment, especially in the process of separating organic and inorganic waste. In the field of computer vision, recognising the type and shape of waste through camera images remains a challenge due to variations in shape, colour, and complex lighting conditions. Therefore, this problem utilises Deep Learning technology, which is expected to be widely applied in Indonesia, especially in large cities with high waste volumes. This study aims to distinguish between organic and inorganic waste using the Convolutional Neural Network (CNN) method based on digital images. The developed CNN model was trained to recognise the visual patterns of each type of waste and tested to measure its accuracy. The test results show that the CNN-based classification system is capable of achieving an accuracy rate of 95%, thus proving the effectiveness of this method in supporting artificial intelligence-based automatic waste sorting systems.

Corresponding Author:

Nova Eliza,

Universitas Muhadi Setiabudi

Jl. Pangeran Diponegoro No.KM2, Rw. 11, Pesantunan, Kec. Wanasari,

Kabupaten Brebes, Jawa Tengah Email: novaeliza616@gmail.com



1. PENDAHULUAN

Masalah pengelolaan sampah di Indonesia masih menjadi persoalan serius yang berdampak pada lingkungan dan kesehatan masyarakat. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Indonesia menghasilkan lebih dari 67 juta ton sampah per tahun, dan hanya sebagian kecil yang dikelola secara benar. Pada dasarnya sampah merupakan sebagai sisa atau benda yang sudah tidak dimanfaatkan setelah digunakan oleh makhluk hidup [1]. Salah satu kendala utama adalah rendahnya tingkat pemilahan antara sampah organik dan anorganik di sumbernya. Padahal, pemilahan yang tepat dapat mendukung proses daur ulang dan mengurangi beban tempat pembuangan akhir. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi berbasis teknologi yang dapat membantu proses klasifikasi

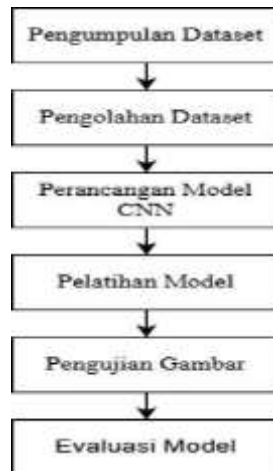
sampah secara otomatis dan efisien. Walaupun pengel`aan sampah telah diterapkan, masih ada perbedaan antara situasi aktual dan kondisi ideal yang diinginkan. Masalah ini cukup serius, karena sampah organik yang tidak dikelola dengan baik dapat menghasilkan gas metana, sedangkan sampah non-organik seperti plastik berpotensi menimbulkan kerusakan lingkungan dalam jangka panjang. Sampah pada dasarnya merupakan sisa aktivitas manusia atau proses alam yang sudah tidak dimanfaatkan dan dibuang ke lingkungan [1]. Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, sampah dapat dikelompokkan menjadi dua jenis utama, yaitu organik dan anorganik. Sampah organik, seperti sisa makanan dan dedaunan, bersifat mudah terurai, sementara sampah anorganik seperti plastik, logam, dan kaca bersifat sulit terurai dan menjadi penyebab utama pencemaran lingkungan jangka panjang [2]. Sampah organik yang tidak terkelola dapat menghasilkan gas metana (CH_4) yang merupakan salah satu gas rumah kaca paling berbahaya, sedangkan sampah plastik berkontribusi terhadap polusi mikroplastik di laut yang mengancam rantai makanan [3].

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan, terutama deep learning, telah membawa inovasi besar dalam klasifikasi gambar visual. Salah satu pendekatan paling efektif untuk mengenali pola visual adalah Convolutional Neural Network (CNN), yang terbukti superior dalam mendeteksi pola visual rumit melalui pembelajaran fitur berlapis. CNN telah berhasil diterapkan di berbagai sektor, dari pengenalan wajah hingga deteksi objek, dan memiliki potensi tinggi untuk klasifikasi sampah berdasarkan citra visual. Penelitian oleh Sari et al. [4] menunjukkan bahwa metode CNN mampu mencapai akurasi sebesar 64.33% dengan tingkat kesalahan signifikan pada klasifikasi sampah anorganik. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Purba et al. [5] bahwa model CNN mampu mencapai akurasi sebesar 94.88% pada data uji, membuktikan efektivitas model dalam mengklasifikasikan sampah. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Luntungan Stephen Pieters [6] Model CNN yang dikembangkan berhasil mencapai tingkat akurasi sebesar 94.86% pada dataset pelatihan.

Penelitian ini fokus pada pembuatan model CNN untuk mengklasifikasikan berbagai jenis sampah guna mendukung sistem pemilahan otomatis berbasis visi komputer. Dengan menggunakan dataset gambar yang telah diproses melalui preprocessing dan data augmentation, penelitian ini bertujuan mencapai model dengan akurasi tinggi. Hasilnya diharapkan dapat berkontribusi signifikan terhadap kemajuan teknologi pengelolaan sampah cerdas di Indonesia, serta mendorong implementasi sistem daur ulang yang lebih efisien dan berkelanjutan. Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence), khususnya deep learning, telah membuka peluang baru dalam mengatasi persoalan ini. Salah satu pendekatan yang efektif untuk mengolah citra visual adalah Convolutional Neural Network (CNN). CNN mampu mengenali pola visual kompleks secara otomatis melalui proses ekstraksi fitur berlapis, dan telah digunakan secara luas untuk deteksi objek, pengenalan wajah, serta klasifikasi gambar [7]. Dalam konteks pengelolaan sampah, CNN memungkinkan pembangunan sistem pemilahan otomatis berbasis visi komputer yang dapat membedakan jenis sampah secara cepat dan akurat tanpa intervensi manusia [8].

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu cara yang ditempuh untuk melakukan penelitian. Pada penelitian kali ini akan menerapkan model Convolutional Neural Network (CNN) untuk pengenalan sampah. Alur metode penelitian di tunjukan pada gambar 1:



Gambar 1. Alur Metode Penelitian

Tahapan penelitian sebagai berikut:

1. Pengumpulan Dataset

Tahap ini dilakukan dengan mengumpulkan gambar sampah yang terdiri dari dua kategori, yaitu organik dan anorganik. Dataset disimpan di Google Drive pada direktori /content/drive/MyDrive/dataset yang kemudian dibagi menjadi tiga folder, yaitu train, valid, dan test. Pembagian ini bertujuan agar model dapat dilatih, divalidasi, dan diuji dengan data yang berbeda sehingga hasilnya lebih akurat dan tidak overfitting.

2. Pengolahan Dataset

Setelah data dikumpulkan, dilakukan proses pengolahan dataset menggunakan *ImageDataGenerator* dari pustaka Keras. Langkah ini meliputi dua proses utama, yaitu normalisasi dan augmentasi data. Normalisasi dilakukan dengan mengubah nilai piksel gambar ke dalam rentang 0 hingga 1 agar model dapat memprosesnya secara optimal. Sedangkan augmentasi dilakukan untuk menambah variasi data dengan cara melakukan rotasi, pergeseran, pembesaran, dan pembalikan gambar secara horizontal. Tujuannya adalah agar model dapat mengenali pola gambar dari berbagai sudut pandang tanpa harus menambah jumlah dataset secara manual. Proses ini penting untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model terhadap data baru.

3. Perancangan Model CNN

Pada tahap ini dilakukan perancangan arsitektur *Convolutional Neural Network (CNN)* menggunakan *Sequential Model* dari TensorFlow Keras. CNN dipilih karena kemampuannya yang unggul dalam mengenali pola dan fitur visual dari gambar. Arsitektur model terdiri dari beberapa lapisan konvolusi dengan jumlah filter yang meningkat, diikuti dengan lapisan *Batch Normalization* dan *MaxPooling* untuk menstabilkan pembelajaran serta mengurangi dimensi fitur.

4. Pelatihan Model

Model yang telah dirancang kemudian dikompilasi menggunakan optimizer Adam dengan nilai learning rate sebesar 0.0001 dan fungsi loss *sparse_categorical_crossentropy*. Selanjutnya dilakukan proses pelatihan (training) menggunakan data latih dan data validasi selama 50 epoch. Untuk menjaga stabilitas pelatihan, digunakan beberapa callback seperti *ModelCheckpoint* untuk menyimpan model terbaik, *EarlyStopping* untuk menghentikan pelatihan ketika performa model tidak meningkat, serta *ReduceLROnPlateau* untuk menurunkan learning rate secara otomatis apabila *val_loss* tidak mengalami perbaikan. Tahapan ini menghasilkan model CNN yang stabil dan mampu mengenali pola gambar dengan baik.

5. Pengujian Gambar

Setelah proses pelatihan selesai, model yang telah disimpan dalam format `sampah_cnn_model.h5` diuji menggunakan gambar baru. Gambar uji dimuat melalui fungsi `load_image()` yang berfungsi untuk mengubah ukuran gambar menjadi 224x224 piksel dan menormalisasinya sebelum dimasukkan ke dalam model. Selanjutnya, model melakukan prediksi untuk menentukan jenis sampah berdasarkan hasil klasifikasi CNN. Hasil prediksi kemudian ditampilkan dalam bentuk label kelas (organik atau anorganik) beserta nilai kepercayaan (*confidence score*) dalam persen. Selain itu, sistem juga menampilkan gambar uji dengan label prediksi pada antarmuka agar pengguna dapat melihat hasil klasifikasi secara visual.

6. Evaluasi Model

Tahap terakhir adalah evaluasi model terhadap performa hasil klasifikasi. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan *Confusion Matrix*, *Classification Report*, dan perhitungan akurasi total. *Confusion Matrix* divisualisasikan menggunakan *Seaborn Heatmap* untuk melihat seberapa banyak gambar yang diklasifikasikan dengan benar maupun salah. Sementara itu, *Classification Report* menampilkan metrik evaluasi seperti *precision*, *recall*, dan *F1-score* untuk masing-masing kelas. Selain itu, dilakukan juga visualisasi grafik akurasi dan *loss* antara data pelatihan dan validasi untuk menganalisis kestabilan pembelajaran model. Berdasarkan hasil evaluasi, model yang dikembangkan mampu mengenali kategori sampah dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi.

Penelitian ini menggunakan dataset Waste Classification Data, dataset tersebut kami peroleh dari situs website Kaggle yang memang menyediakan dataset untuk penelitian. Data yang di analisis dan di gunakan dalam penelitian ini adalah gambar sampah organik dan anorganik Penelitian ini fokus pada pembuatan model CNN untuk mengklasifikasikan berbagai jenis sampah organik dan anorganik guna mendukung sistem pemilahan otomatis berbasis visi komputer. Dengan menggunakan dataset gambar sampah yang telah diproses melalui preprocessing dan data augmentation, penelitian ini bertujuan mencapai model dengan akurasi tinggi. Hasilnya diharapkan dapat berkontribusi signifikan terhadap kemajuan teknologi pengelolaan sampah cerdas di Indonesia, serta mendorong implementasi sistem daur ulang yang lebih efisien dan berkelanjutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Dataset

Tahap pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan dataset diperoleh dari beberapa sumber publik di platform Kaggle. Seluruh data dikumpulkan, dan digabungkan. Dataset terdiri atas 2 jenis, yaitu:

- Dataset Organik: Dataset Organik berisikan sampah Organik cenderung terurai lebih cepat. Jumlah dataset Organik adalah 1500 data
- Dataset Anorganik: Dataset Anorganik berisikan sampah Anorganik cenderung membutuhkan waktu lebih lama untuk terurai.

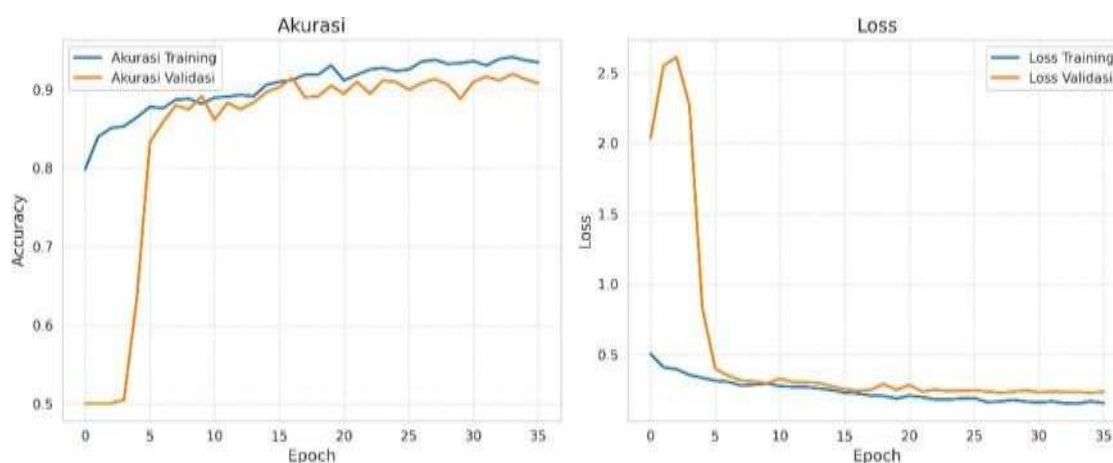
Table 1. Jumlah Dataset Yang Telah Diberi Label

No	Kelas	Train	Test	Valid	Total
1	Organik	1.050	150	300	1.500
2	Anorganik	1.050	150	300	1.500
Subtotal					3.000

Data dibagi menjadi tiga subset: train set untuk pelatihan model, validation set untuk memantau kinerja selama pelatihan, dan test set untuk pengujian akhir. Proporsi pembagian adalah 70% untuk train set, 20% untuk validation set, dan 10% untuk test set.

3.2 Implementasi Model CNN

Dataset yang digunakan telah melalui tahap pemrosesan dan pembagian menjadi tiga subset, yaitu data latih (training set), data valid (validation set), dan data uji (test set), sesuai proporsi yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya. Pembagian ini bertujuan untuk memastikan bahwa proses pelatihan, validasi, dan pengujian dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai kemampuan model dalam melakukan generalisasi pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Selama pelatihan, dilakukan evaluasi secara berkala pada setiap epoch terhadap dua metrik utama, yaitu akurasi dan loss untuk data latih dan validasi. Evaluasi ini berfungsi untuk memantau sejauh mana model mampu mempelajari pola dari data latih sekaligus mempertahankan kemampuan generalisasi pada data validasi.



Gambar 2. Grafik Training Akurasi dan Validasi Loss

Gambar 2 menampilkan grafik akurasi dan loss pada proses pelatihan model CNN untuk klasifikasi gambar sampah Organik dan Anorganik selama 36 epoch. Grafik di sebelah kiri menunjukkan perkembangan akurasi training dan akurasi validasi, sedangkan grafik di sebelah kanan memperlihatkan perubahan loss training dan loss validasi seiring dengan bertambahnya epoch. Berdasarkan hasil penelitian, model berhasil mencapai akurasi validasi sebesar 0.91 dan validation loss sebesar 0.23. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model memiliki performa yang sangat baik serta tingkat kestabilan yang tinggi selama proses pelatihan.

Akurasi validasi yang tinggi menunjukkan bahwa model mampu mengenali pola data dengan sangat tepat, sementara nilai loss yang rendah menandakan bahwa kesalahan prediksi yang dihasilkan relatif kecil. Selain itu, perbedaan antara akurasi training dan akurasi validasi yang tidak terlalu besar mengindikasikan bahwa model tidak mengalami overfitting, melainkan telah berhasil mencapai keseimbangan antara kemampuan belajar dari data latih dan generalisasi terhadap data baru. Secara keseluruhan, grafik ini menunjukkan bahwa proses pelatihan berlangsung efektif dan stabil, dengan peningkatan akurasi yang signifikan serta penurunan nilai loss yang konsisten. Hal ini membuktikan bahwa model CNN yang digunakan memiliki kemampuan generalisasi yang baik dalam mengenali berbagai jenis sampah plastik berdasarkan citra.

```

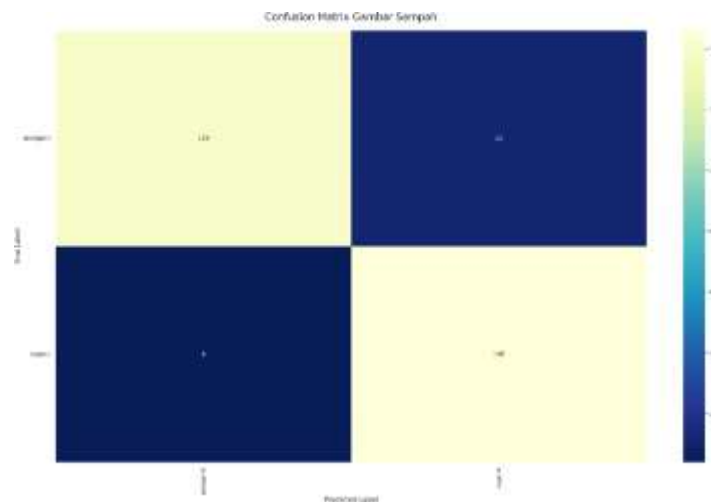
===== Classification Report =====

```

	precision	recall	f1-score	support
anorganik	0.972	0.927	0.949	150
organik	0.930	0.973	0.951	150
accuracy			0.950	300
macro avg	0.951	0.950	0.950	300
weighted avg	0.951	0.950	0.950	300

Gambar 3. Clasification report

Gambar 3 menunjukkan hasil classification report dari model yang digunakan untuk mengklasifikasikan jenis sampah menjadi dua kategori, yaitu anorganik dan organik. Secara keseluruhan, model menunjukkan performa yang sangat baik dengan akurasi sebesar 95%, serta nilai precision, recall, dan f1-score yang tinggi dan seimbang pada kedua kelas.





Gambar 4. Confusion Matrix

Gambar di atas menunjukkan hasil Confusion Matrix dari model klasifikasi gambar sampah yang digunakan untuk membedakan antara sampah anorganik dan organik. Berdasarkan hasil tersebut, sebanyak 139 gambar anorganik berhasil diklasifikasikan dengan benar sebagai anorganik, sementara 11 gambar anorganik lainnya salah diklasifikasikan sebagai organik. Untuk kategori organik, terdapat 146 gambar yang diklasifikasikan dengan benar sebagai organik dan hanya 4 gambar yang salah diklasifikasikan sebagai anorganik. Hasil ini menunjukkan bahwa model memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan mampu mengenali perbedaan antara kedua jenis sampah dengan baik. Kesalahan klasifikasi yang relatif kecil juga menandakan bahwa model bekerja secara stabil dan konsisten, serta memiliki kemampuan generalisasi yang baik dalam proses pengenalan citra.

3.3 Pengujian Gambar

Pada proses uji coba saya menggunakan sampel dari dataset yang berisikan foto atau gambar sampah, saya mengambil sampel secara acak dari gambar atau foto sampah baik organik maupun anorganik. Tabel 2 merupakan contoh hasil identifikasi menggunakan metode CNN.

Table 2. Hasil Identifikasi Menggunakan Metode CNN

Keterangan	Hasil Prediksi
<p>Pada gambar tersebut merupakan hasil prediksi bahwa gambar tersebut dikategorikan sebagai sampah organik</p>	<p>Prediksi: organik Confidence: 97.89%</p> 
<p>Pada gambar di samping merupakan hasil prediksi bahwa gambar tersebut dikategorikan sebagai sampah anorganik.</p>	<p>Prediksi: anorganik Confidence: 99.94%</p> 

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode Convolutional Neural Network (CNN) mampu memberikan hasil yang efektif dalam mengklasifikasikan jenis sampah plastik berdasarkan citra digital. Proses pemilahan sampah yang semula dilakukan secara manual dapat ditingkatkan efisiensinya melalui sistem klasifikasi otomatis berbasis kecerdasan buatan ini. Metode deep learning dan CNN yang diimplementasikan pada penelitian ini digunakan untuk mengidentifikasi jenis sampah plastik dengan cepat, mudah, dan akurat, dibuktikan dengan hasil pada Tabel 2 sehingga hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu mempermudah pekerjaan dalam pengolahan sampah. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan mengubah arsitektur CNN, serta meningkatkan jumlah gambar dalam dataset, sehingga dapat memberikan tingkat akurasi tertinggi, dan mengurangi nilai kesalahan. Kemudian, rencana kedepan adalah dapat merealisasikan pembuatan alat ini guna untuk mengurangi masalah sampah yang ada di Indonesia yang pada tiap tahunnya masalah sampah akan terus bertambah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. G. M. L. Susanti and N. N. J. Arsawati, "Alternatif Strategi Pengelolaan Sampah Berbasis Pemberdayaan Masyarakat Melalui Bank Sampah di Desa Tunjuk, Tabanan," *Kaibon Abhinaya J. Pengabd. Masy.*, vol. 3, no. 2, pp. 105–110, 2021, doi: 10.30656/ka.v3i2.3111.
- [2] D. J. K. Negara, "Pengelolaan Sampah di Indonesia 2022." Antara News. [Online]. Available: <https://www.antaraneews.com/infografik/3331290/pengelolaan-sampah-di-indonesia-2022>
- [3] A. R. Putri, D. P. Sari, and M. Hidayat, "Analisis Dampak Mikroplastik terhadap Ekosistem Laut Indonesia," *J. Kelaut. Nas.*, vol. 18, no. 2, pp. 112–124, 2023, doi: 10.14710/jkn.18.2.112-124.
- [4] A. T. Sari, J. Jumadi, and E. Nurlatifah, "Penerapan Convolutional Neural Network untuk Mengklasifikasikan Citra Sampah Organik dan Non Organik," *Jutisi J. Ilm. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 14, no. 1, p. 1, 2025, doi: 10.35889/jutisi.v14i1.2534.
- [5] M. E. Purba, A. Z. Situmorang, G. L. B. Ginting, M. W. P. Lubis, and F. M. Sinaga, "Klasifikasi Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Algoritma CNN," *J. Sifo Mikroskil*, vol. 26, no. 1, pp. 37–54, 2025, doi: 10.55601/jsm.v26i1.1510.
- [6] L. Stephen Pieters, "Development of Automatic Waste Classification System Using Cnn Based Deep Learning To Support Smart Waste Management Pengembangan Sistem Klasifikasi Sampah Otomatis Menggunakan Deep Learning Berbasis Cnn Untuk Mendukung Smart Waste Management," *J. Inovtek Polbeng*, vol. 10, no.

- 1, p. 1, 2025.
- [7] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, *Deep Learning (Revised Edition)*. Cambridge, MA: MIT Press, 2022.
- [8] K. Leonardi, F. S. Kusuma, and D. Santoso, "Automatic Waste Sorting Using CNN-based Vision Systems," *J. Environ. Informatics*, vol. 39, no. 1, pp. 87-98, 2024, doi: 10.1016/jei.2024.01.005.
- [9] F. Adhinata, D. Pramadihanto, dan A. Yuniarti. (2022). "Klasifikasi Jenis Sampah Berbasis Deep Learning dengan Convolutional Neural Network (CNN) untuk Robot Pemilah Sampah." *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, 9(2), 243-250.
- [10] R. H. Putra, Y. A. Sari, dan F. A. Bachtiar. (2022). "Implementasi Deep Learning dengan Model EfficientNet untuk Klasifikasi Jenis Sampah pada Bank Sampah Digital." *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 6(4), 587-594.
- [11] D. A. P. Sari dan I. K. G. D. Putra. (2023). "Sistem Klasifikasi Jenis Sampah Berbasis Deep Learning Menggunakan Model Convolutional Neural Network (CNN)." *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 7(1), 310-318.
- [12] N. A. Pambudi, A. Fadlil, dan R. A. Asmara. (2022). "Analisis Performa Beberapa Arsitektur Pre-trained CNN untuk Klasifikasi Jenis Sampah Organik dan Anorganik." *Jurnal Teknologi Informasi*, 18(1), 1-10.
- [13] M. R. Fahlevi, A. S. Amin, dan M. A. Muslim. (2022). "Klasifikasi Citra Sampah dengan Convolutional Neural Network dan Augmentasi Data untuk Meningkatkan Akurasi." *Jurnal Sains dan Informatika*, 8(2), 132-140.
- [14] S. A. Lestari dan B. Wijaya. (2023). "Klasifikasi Jenis Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Arsitektur CNN Custom dan Transfer Learning." *Jurnal Teknologi Komputer dan Sistem Informasi*, 6(1), 45-55.
- [15] A. Wijaya, D. Septiandini, dan R. R. S. P. (2022). "Pembangunan Dataset dan Model CNN untuk Klasifikasi Sampah Rumah Tangga di Indonesia." *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SENTIKA)*, 2022, 123-130.
- [16] I. M. A. Wardana, K. T. Martono, dan A. B. W. Putra. (2023). "Optimasi Hyperparameter pada Model Convolutional Neural Network untuk Klasifikasi Sampah Organik dan Anorganik." *Journal of Intelligent Systems and Computing*, 4(2), 88-97.
- [17] T. H. S. Pakpahan dan E. Buulolo. (2022). "Komparasi Arsitektur Deep Learning: VGG16, ResNet50, dan InceptionV3 untuk Klasifikasi Citra Sampah." *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, 3(3), 651-658.
- [18] R. D. Anjani, N. A. Setiawan, dan F. L. Gaol. (2023). "Sistem Klasifikasi Jenis Sampah Berbasis Website Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)." *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 5(1), 267-274.