**LITERATUR REVIEW : STUDY KOMPARASI KLASIFIKASI JENIS SAMPAH TERHADAP ALGORITHM DEEPLEARNING**

**Ariza Ikhlas , Billy Hendrik**

Magister Teknik Informatika,Universitas Putra Indonesia Yayasan Perguruan Tunggu Komputer Padang, Indonesia

Email : arizaikhlas01@gmail.com

**Abstrak**

Sampah adalah material sisa yang tidak digunakan lagi setelah melalui suatu proses atau aktivitas. Sampah dapat berasal dari aktivitas manusia maupun proses - proses alam.berdasarkan jenis sampah dapat dibedakan menjadi 2 yaitu sampah padat dan sampah cair.sampah padat yaitu meliputi jenis sampah organik (Sisa Makanan, Daun, dll) sampah anorganik yaitu (Plastik , Kaca , Logam, dll) dan sampah B3 atau disingkat Bahan Berbahaya dan Beracun seperti Beterai dan limbah medis.Sampah cair contohnya air limbah domestik (dari rumah tangga), industri dan air limbah dari pertanian. Pengklasifikasian Jenis Sampah sangat diperlukan terutama untuk mempermudah dalam pengelolaan sampah,dalam artikel ini akan dibahas tentang berbagai riset dan perbandingan algorithm dalam mengklasifikasikan jenis sampah dengan menggunakan DeepLearning.

Kata Kunci :*Sampah,Klasifikasi Citra ,Algoritma, Deeplearning*.

***Abstract***

*Waste is leftover material that is no longer used after going through a process or activity. Waste can come from human activities as well as natural processes. Based on the type of waste, it can be divided into 2, namely solid waste and liquid waste. Solid waste includes types of organic waste (Food Leftovers, Leaves, etc.), inorganic waste, namely (Plastic, Glass, Metal, etc.), and B3 waste abbreviated as Hazardous and Toxic Materials such as Batteries and medical waste. Liquid waste for example is domestic wastewater (from households), industry, and wastewater from agriculture. Classifying Waste Types is very necessary, especially to make waste management easier; in this article, we will discuss various research algorithms and comparisons in classifying waste types using DeepLearning.*

Keyword : *Garbage,Images Classification, Algorithm, Deeplearning*

1. **Pendahuluan**

Sampah pada dasarnya adalah bahan atau barang yang sudah tidak memiliki nilai guna dalam penggunaan normal.termasuk dalam kategori ini adalah barang yang rusak selama proses produksi atau bahan yang dasarnya tidak bermanfaat[[1]](https://sciwheel.com/work/citation?ids=17607259&pre=&suf=&sa=0).Sampah terus menerus menjadi permasalahan bagi kehidupan kita sehari - hari. Permasalahan sampah dapat memberikan dampak yang lebih buruk contoh kerusakan pada lingkungan, pencemaran terhadap air, tanah, udara dan ekosistem.permasalahan sampah berakar pada kurang rasa kepedulian terhadap lingkungan.

Jenis sampah dapat terbagi atas beberapa jenis sampah, yaitu sampah Organik, sampah Anorganik dan sampah B3. Sampah organik adalah jenis sampah yang berasal dari makhluk hidup, baik tumbuhan maupun hewan yang mudah terurai secara alami.sampah organik memiliki manfaat yang banyak jika dapat dikelola dengan baik contoh pembuatan pupuk Kompos, Biogas, Pakan Ternak , Kerajinan Tangan.Sampah anorganik adalah jenis sampah yang tidak mudah terurai secara alami oleh mikroorganisme sampah ini umumnya berasal dari bahan sintetis atau olahan manusia.sampah anorganik bisa memberikan banyak manfaat jika dapat dikelola dengan baik atau didaur ulang contoh mengurangi limbah, menghemat sumber daya alam.Sampah B3 adalah jenis Bahan Berbahaya dan beracun contoh sampah B3 Baterai,lampu, logam berat , jarum suntik , obat kadaluwarsa, peralatan lab yang terkontaminasi dan alat - alat elektronik.

Dengan berbagai uraian permasalahan dan dampak yang berpengaruhi terhadap kehidupan kita. Penting bagi kita untuk sadar untuk menjaga lingkungan agar tetap baik untuk kita dan generasi yang akan datang.Dengan pengelolaan sampah yang lebih baik, Teknologi Artificial Intelligence Mampu untuk mengklasifikasikan berbagai jenis sampah guna mempermudah dalam pengelolaan sampah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan analisis secara komperehensif terhadap algoritma yang digunakan untuk klasifikasi sampah, adapun algorithm yang akan dibahas adalah CNN (*Convolution Neural Network)* dan Berbagai arsitektur CNN yang efektif digunakan dalam pengklasifikasian sampah.

1. **Metode Penelitian**

Metode Penelitian ini menggunakan metode SLR (*systematical Literature Review)* yang juga dikenal sebagai tinjauan pustaka sistematis adalah satu metode yang digunakan untuk identifikasi masalah dan mengkaji informasi dari berbagai sumber seperti jurnal dan buku [[2]](https://sciwheel.com/work/citation?ids=17607261&pre=&suf=&sa=0).Metode SLR ini mempunyai beberapa kelebihan yaitu lebih mudah dan efisien dalam menghasilkan literature review yang lebih detail , akurat dan kompleks , serta dapat memberikan informasi yang baik dalam menggabarkan sesuatu yang lebih dalam (Luthfina, Wiratmaja, and Febrianti 2024, 68).dalam penelitian ini penulis menggunakan systematical Literature Review (SLR) sebagai metode untuk meninjau kembali terhadap penelitian sebelumnya. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini ditunjukkan seperti gambar berikut.





**2.1 Research Question**

Terdapat 3 Pertanyaan dalam penelitian ini yang perlu dicari jawabanya dalam penelitian Literature review, pertanyaan yang diajukan dalam penelitian ini dapat kita lihat dalam tabel berikut.

| ID | Research Question |
| --- | --- |
| RQ1 | Algorithm apa saja yang digunakan dalam pengklasifikasian sampah? |
| RQ2 | Model Architecture CNN apa yang baik digunakan untuk pengklasifikasian sampah? |
| RQ3 | Apakah jumlah data dan kelas mempengeruhi keakuratan setiap model? |

**2.2 Strategy Pencarian**

Strategy pencarian yaitu dengan mencari jurnal nasional atau internasional yang terindex dalam Science and Technology Index, atau Google Schoolar dengan menggunakan keyword yang relevan dengan penelitian.

**2.3 Seleksi Literature**

Setelah dilakukan pencarian jurnal melalui google scholar, peneliti malakukan seleksi jurnal berdasarkan tahun terbit tahun yang dipilih yaitu pada rentang tahun jurnal terbit 2023 - 2024, jurnal juga dipilih ialah jurnal yang terindex pada Sinta, dan jurnal Internasional. Jurnal yang tidak relavan akan diseleksi karena pada penelitian ini berfokus pada penerapan teknologi AI Deeplearning atau machine learning.

**2.4 Proses Review**

Proses Review yaitu dilakukan dengan bantuan AI assisten seperti ChatGPT guna untuk mencari informasi yang diperlukan seperti judul, pengarang , tahun,metodologi, Data, dan Hasil penelitian.dari hasil yang diperoleh beberapa jurnal akan disentesiskan hingga dapat menghasilkan gambaran yang komperehensif. Untuk menjawab beberapa Research Question.

**2.5 Penyusunan Review**

Hasil dari Studi literatur ini kemudian disusun berdasarkan format yang tersetruktur dimulai dari Pendahuluan, Metode Penelitian, Stategy Pencarian, Seleksi Literature, Proses Review , Penyusunan Review, dan Hasil Pembahasan. Sehingga penyusunan tersusun secara sistematis dan mudah untuk dipahami.

**3. Hasil dan Pembahasan**

Berdasarkan Hasil dan Pembahasan Literature Review maka kita peroleh beberapa tabel berikut yang memperesentasikan , Judul, Pengarang , Tahun penelitian , Metodelogi, Data, dan Hasil Penelitian seperti tabel dibawah ini.



| **Ref** | **Judul** | **Author dan Tahun** | **Algorithm** | **Data** | **Hasil** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| [[1]](https://sciwheel.com/work/citation?ids=17607259&pre=&suf=&sa=0) | Klasifikasi Citra Sampah Organik dan Non Organik Menggunakan Algoritma CNN (Convolutional Neural Network) | Fathoni Dwiatmoko, Dwi Utami, Nuari Anisa Sivi (2024) | Convolutional Neural Network (CNN) | - Dataset dari Kaggle.  - 2800 gambar (1400 organik, 1400 non-organik).  - Data uji: 200 gambar (100 organik, 100 non-organik | - Akurasi: 99%.  - Loss: 0.005.  - Precision: 100%.  - Recall: 100%.  - F1-Score: 10 |
| [[3]](https://sciwheel.com/work/citation?ids=17607260&pre=&suf=&sa=0) | Perbandingan Klasifikasi Jenis Sampah Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur ResNet18 dan ResNet50 | Christin Eva Sari Nainggolan, Muhammad Nasir, Fatoni, Devi Udariansyah (2024) | Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur ResNet18 dan ResNet50 | - Dataset terdiri dari 2527 gambar sampah dari Kaggle.  - Enam kelas sampah: cardboard, glass, metal, paper, plastic, trash.  - Data dibagi dalam rasio 80% training, 10% validasi, 10% tes | - Akurasi ResNet18: 98.69%  - Akurasi ResNet50: 99.41%  - Precision dan recall tinggi untuk semua kelas, sekitar 9 |
| [[4]](https://sciwheel.com/work/citation?ids=17607306&pre=&suf=&sa=0) | Garbage Waste Segregation Using Deep Learning Techniques | Sai Susanth G, Jenila Livingston L M, Agnel Livingston L G X (2021) | Deep Learning, Convolutional Neural Network (CNN) | Dataset dengan 4.163 gambar, terdiri dari enam kelas (Cardboard, Glass, | Model DenseNet169 memiliki akurasi tertinggi (94,9%) dibandingkan model |
| [[5]](https://sciwheel.com/work/citation?ids=17607263&pre=&suf=&sa=0) | Analisis Model Klasifikasi Sampah Botol Berbasis Image Processing dan Machine Learning dalam Rancang Bangun Aplikasi Penukaran Sampah Botol Otomatis | Asep Marzuki, Abdul Zaky, Afifah Cahayani Adha, Tengku Mohammad Yoshandi (2024) | Convolutional Neural Network (CNN) | - Dataset terdiri dari 150 gambar per kategori (botol plastik, kaca, dan kaleng).  - Data dibagi dalam rasio 80% training (120 gambar), 20% testing (30 gambar).  - Dataset dikumpulkan dari berbagai sumber, termasuk foto sendiri dan gambar dari internet | - Akurasi data latih: 100%.  - Akurasi data validasi: 87%.  - Akurasi data uji dengan gambar baru: rata-rata 57,5% (botol plastik: 57,4%, botol kaleng: 57,61%, botol kaca: 57,11%).  - Model menunjukkan potensi tetapi perlu perbaikan agar lebih akurat terhadap data baru. |
| [[6]](https://sciwheel.com/work/citation?ids=17607264&pre=&suf=&sa=0) | Klasifikasi Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) | Grace Aprisia Bahagia, Mutaqin Akbar (2024) | Convolutional Neural Network (CNN) dengan TensorFlow | - Dataset dari Kaggle dan gambar tambahan dari Google Photo.  - Total data: 18.052 gambar untuk training, 4.512 gambar untuk testing.  - Augmentasi data: rotasi 10 derajat, zoom 4%, dan normalisasi nilai piksel (0-255 menjadi 0-1) | - Dataset dari Kaggle dan gambar tambahan dari Google Photo.  - Total data: 18.052 gambar untuk training, 4.512 gambar untuk testing.  - Augmentasi data: rotasi 10 derajat, zoom 4%, dan normalisasi nilai piksel (0-255 menjadi 0-1) |
| [[7]](https://sciwheel.com/work/citation?ids=17607265&pre=&suf=&sa=0) | Optimasi Model Klasifikasi Citra Sampah Daur Ulang dengan Algoritma YOLO11 | Anggita Aprilla, Willy Prihartono, Cep Lukman Rohmat (2024) | YOLO11 (You Only Look Once) | - Dataset: 400 gambar sampah (plastik, kaca, kardus, logam).  - Sumber Data: Observasi lapangan dari Bank Sampah Dewi Sri.  - Teknik Labeling: Gambar dikelompokkan berdasarkan jenis sampah | - Akurasi Model: 98,7%.  - Precision: 98,8%.  - Recall: 98,7%.  - F1-Score: 98,7%.  - Model berhasil mengklasifikasikan jenis sampah dengan sangat baik |
| [[8]](https://sciwheel.com/work/citation?ids=17607266&pre=&suf=&sa=0) | Pengenalan Sampah Daur Ulang Menggunakan Machine Learning untuk Mendukung Pengelolaan Limbah Berkelanjutan | Siti Helmiyah (2025) | CNN (Convolutional Neural Networks) | Dataset gambar sampah (plastik, kertas, kaca) | Akurasi meningkat dari 40% menjadi 85% pada epoch terakhir, dengan loss menurun signifikan |
| [[9]](https://sciwheel.com/work/citation?ids=17620404&pre=&suf=&sa=0) | A novel Garbage Intelligent Classification and Recycling System Based on Deep Learning | Wenbo Liu, Jingjing Jiang, Nan Li, Yu Wang, Kun Liu, Chenxiao Zhao (2024) | CNN (Convolutional Neural Networks) | Dataset gambar sampah dari berbagai sumber | Akurasi: 94%-99%, waktu klasifikasi: 8-15 detik, throughput sistem meningkat hingga 5000 sampel/detik |
| [[10]](https://sciwheel.com/work/citation?ids=17613023&pre=&suf=&sa=0) | Implementasi Arsitektur Xception pada Model Machine Learning Klasifikasi Sampah Anorganik | Rian Kurniawan, Yessi Mulyani, Puput Budi Wintoro, Muhamad Komarudin (2023) | Convolutional Neural Network (CNN) | Dataset dari Kaggle (2.527 gambar) + 120 gambar dari internet & foto mandiri (total 2.647 gambar) | Model Xception dengan Adam optimizer dan learning rate 0,001 mencapai akurasi 87,81% |
| [[11]](https://sciwheel.com/work/citation?ids=17607268&pre=&suf=&sa=0) | Comparative Study of ML Algorithms for Garbage Classification | Siddhant J. Buchade, Sachin Bhoite (2024) | MobileNetV2, InceptionV3, ResNet50 | Dataset Kaggle (2527 gambar: kardus, logam, kertas, plastik, kaca, sampah) | MobileNetV2: 95.17%, ResNet50: 95.27%, InceptionV3: 96.88% |
| [[12]](https://sciwheel.com/work/citation?ids=17618036&pre=&suf=&sa=0) | Research on Garbage Sorting Robotic Arm Based on Image Vision | Youran Huang, 2024 | Deep Learning, AI untuk robotic arm | Dataset 15.596 gambar sampah dengan 12 kategori | Akurasi 96.9%, AUC 0.9989, berhasil mengontrol robotic arm untuk klasifikasi otomatis |
| [[13]](https://sciwheel.com/work/citation?ids=17607271&pre=&suf=&sa=0) | Application research of image classification algorithm based on deep learning in household garbage sorting | Jianfei Wang, 2024 | CNN dengan optimasi hyperparameter menggunakan CapSA dan klasifikasi berbasis ECOC + ANN | Dataset TrashNet (2.527 gambar, 6 kategori) dan HGCD (15.150 gambar, 12 kategori) | Akurasi 98.81% (TrashNet) dan 99.01% (HGCD), meningkat 1.46% dibandingkan metode sebelumnya |
| [[14]](https://sciwheel.com/work/citation?ids=17607272&pre=&suf=&sa=0) | Projector Deep Feature Extraction-Based Garbage Image Classification Model Using Underwater Images | Kubra Demir & Orhan Yaman, 2024 | Deep Learning, kNN, Neighborhood Component Analysis (NCA) | Dataset hybrid (13.089 gambar) dari ICRA19-Trash, YouTube, dan robot bawah air | Akurasi 99.35% dengan kombinasi ResNet101, NCA, dan kNN |
| [[15]](https://sciwheel.com/work/citation?ids=17620387&pre=&suf=&sa=0) | A Novel Intelligent Garbage Classification System Based on Deep Learning and an Embedded Linux System | Bowen Fu, Su Li, Jiangdong Wei, Qiran Li, Qingnan Wang, Jihui Tu (2021) | GNet (berbasis transfer learning dan MobileNetV3) | Huawei Garbage Classification Challenge Cup dataset (24.000 gambar, 40 kategori) | Akurasi 92,62%, waktu klasifikasi rata-rata 0,63 detik |

**RQ1 : Algorithm apa saja yang digunakan dalam pengklasifikasian sampah?**

Berdasarkan hasil studi literatur yang telah dilakukan, algoritma yang umum digunakan untuk klasifikasi jenis sampah adalah Convolution Neural Network (CNN),namun terdapat berbagai arsitektur CNN yang digunakan untuk meningkatkan akurasi.

**RQ2 : Model Architecture CNN apa yang baik digunakan untuk klasifikasi sampah?**

Performa model CNN dalam klasifikasi sampah sangat bergantung pada arsitektur model yang digunakan. Dari penelitian yang ditnjau, beberapa arsitektur yang menunjukan hasil akurasi tinggi adalah :

****

| Algorithm | Data | Class | Hasil akurasi |
| --- | --- | --- | --- |
| CNN | 150 | 3 | 100 |
| CNN(Resnet50) | 2527 | 6 | 99.41 |
| Kombinasi RESNET101 , kNN+NCA | 13.089 | 1672 | 99.35 |
| CNN(CapSA ECOC+ANN | 1.515 | 12 | 99.01 |
| CNN | 2800 | 2 | 99 |
| CNN(CapSA ECOC+ANN | 2.527 | 6 | 98.81 |
| Yolo11(CNN) | 400 | 4 | 98.7 |
| CNN(Resnet18) | 2527 | 6 | 98 |
| CNN(XCeption) | 15.596 | 12 | 96.9 |
| CNN(Inception) | 2527 | 6 | 96.88 |
| CNN(RESNET50) | 2527 | 6 | 95.27 |
| CNN(MobileNet) | 2527 | 6 | 95.17 |
| CNN (DesneNet169) | 4163 | 6 | 94.9 |
| CNN (ResNet50 | 4163 | 6 | 93.4 |
| CNN (VGG16) | 4163 | 6 | 91.7 |
| CNN (AlexNet) | 4163 | 6 | 89.3 |
| CNN | 5000 | 3 | 85 |
| CNN | 15515 | 2 | 84.46 |
| GNet (berbasis transfer learning dan MobileNetV3) | 24000 | 40 | 92.62 |

1. CNN memiliki tingkat akurasi tertinggi dengan akurasi 100% pada 150 jumlah data dan 3 Kelas.
2. CNN dengan Model ResNet50 dengan tingkat akurasi 99.41% pada 2527 jumlah data dan 6 kelas
3. Kombinasi ResNet101,KNN + NCA dengan tingkat akurasi 99.35% pada 13.089 jumlah data 1.672 Kelas.
4. CNN (CapSA ECOC + ANN) dengan tingkat akurasi 99.01 pada 1.515 jumlah data dan 12 Kelas.

**RQ3 : Apakah jumlah data dan kelas mempengaruhi keakuratan setiap model?**

Untuk menjawab research question ke-3 dalam penelitian ini saya melakukan study korelasi untuk mengetahui pengaruh jumlah data dan kelas terhadap tingkat akurasi pada setiap model cnn. tingkat akurasi sebagai independent variable, jumlah data dan jumlah kelas sebagai dependent variable.maka hasil yang dapat dilihat pada tabel 4.

|  | Hasil Akurasi |
| --- | --- |
| Jumlah Data | -0.57 |
| Jumlah Kelas | 0.21 |

Berdasarkan analisis Korelasi, Jumlah data tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap akurasi model (dengan Nilai Korelasi - 0.82). Ini menunjukkan bahwa jumlah data yang lebih besar tidak selalu meningkatkan akurasi jika tidak dioptimalkan dengan baik.

Sebaliknya Jumlah kelas dalam dataset memiliki pengaruh positif terhadap akurasi (Nilai Korelasi 0.18). Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak kelas yang digunakan dalam pelatihan, model dapat lebih spesifik dalam mengenali berbagai jenis sampah, sehingga mempengaruhi tingkat akurasi.

**4. Kesimpulan**

Teknologi Deep Learning, khususnya CNN dan arsitektur lainnya, sangat efektif dalam pengklasifikasian jenis sampah. Pemilihan model yang tepat, jumlah kelas yang seimbang, serta optimasi parameter sangat berpengaruh terhadap tingkat akurasi. Penggunaan arsitektur seperti ResNet50,ResNet101, knn +NCA dan CNN(CapSA ECOC+ANN menunjukkan hasil yang sangat baik dalam klasifikasi sampah. Dengan penelitian lebih lanjut dan optimalisasi model, sistem klasifikasi sampah berbasis AI dapat semakin meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan limbah dan mendukung keberlanjutan lingkungan.

**References**

[Bibliography](https://sciwheel.com/work/bibliography)

[[1] Fathoni Dwiatmoko, D. Utami, and Nuari Anisa Sivi, “Klasifikasi citra sampah organik dan non organik menggunakan algoritma CNN (convolutional neural network),” *ex.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–5, Jan. 2024, doi: 10.35200/ex.v14i1.103.](https://sciwheel.com/work/bibliography/17607259)

[[2] Q. A’yuni and B. Hendrik, “Literature Review: Analisis Komparatif Algoritma CNN, KNN, dan SVM untuk Klasifikasi Penyakit Kelapa Sawit,” *J. Educ. Res.*, vol. 5, no. 4, pp. 6589–6596, Dec. 2024, doi: 10.37985/jer.v5i4.1983.](https://sciwheel.com/work/bibliography/17607261)

[[3] C. Nainggolana, M. Nasir, Fatonic, and D. Udariansyahd, “Perbandingan Klasifikasi Jenis Sampah Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur ResNet18 dan ResNet50,” *CSRID*, Feb. 2024.](https://sciwheel.com/work/bibliography/17607260)

[[4] G. S. Susanth, L. M. J. Livingston, and L. G. X. A. Livingston, “Garbage Waste Segregation Using Deep Learning,” *Materials Science and Engineering*, Mar. 2025.](https://sciwheel.com/work/bibliography/17607306)

[[5] A. Marzuki, A. Zaky, A. Adha, and T. Yosh, “Analisis Model Klasifikasi Sampah Botol Berbasis Image Processing Dan Machine Learning Dalam Rancang Bangun Aplikasi Penukaran Sampah Botol Otomatis,” *Jurnal Media Informatika*, vol. 6, no. 2, Nov. 2024.](https://sciwheel.com/work/bibliography/17607263)

[[6] G. Bahagia and M. Akbar, “KLASIFIKASI SAMPAH ORGANIK DAN ANORGANIK MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN),” *Journal Teknik Informatika*, vol. 8, no. 5, pp. 10349–10355, Sep. 2024, Accessed: Mar. 14, 2025. [Online]. Available: https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/view/11038.](https://sciwheel.com/work/bibliography/17607264)

[[7] A. Aprilla, W. Prihartono, and C. L. Rohmat, “OPTIMASI MODEL KLASIFIKASI CITRA SAMPAH DAUR ULANG DENGAN ALGORITMA YOLO11,” *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, vol. 12, no. 2, pp. 92–97, Dec. 2024, Accessed: Mar. 14, 2025. [Online]. Available: https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/khatulistiwa/article/view/24646.](https://sciwheel.com/work/bibliography/17607265)

[[8] S. Helmiyah, “PENGENALAN SAMPAH DAUR ULANG MENGGUNAKAN  MACHINE LEARNING    UNTUK MENDUKUNG PENGELOLAAN  LIMBAH BERKELANJUTAN ,” *Journal Pendidikan Rosalia*, vol. 8, no. 1, pp. 71–78, Feb. 2025.](https://sciwheel.com/work/bibliography/17607266)

[[9] W. Liu, J. Jiang, N. Li, Y. Wang, K. Liu, and C. Zhao, “A garbage intelligent classification and recycling system based on deep learning,” *Procedia Computer Science*, vol. 243, pp. 744–750, 2024, doi: 10.1016/j.procs.2024.09.089.](https://sciwheel.com/work/bibliography/17620404)

[[10] R. Kurniawan, P. B. Wintoro, Y. Mulyani, and M. Komarudin, “IMPLEMENTASI ARSITEKTUR XCEPTION PADA MODEL MACHINE LEARNING KLASIFIKASI SAMPAH ANORGANIK,” *JITET*, vol. 11, no. 2, Apr. 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i2.3034.](https://sciwheel.com/work/bibliography/17613023)

[[11] S. J. Buchade and S. Bhoite, “Comparative study of ML algorithms for garbage classification,” *Res. Sq.*, Jan. 2024, doi: 10.21203/rs.3.rs-3903806/v1.](https://sciwheel.com/work/bibliography/17607268)

[[12] Y. Huang, “Research on garbage sorting robotic arm based on image vision,” *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 2741, no. 1, p. 012020, Apr. 2024, doi: 10.1088/1742-6596/2741/1/012020.](https://sciwheel.com/work/bibliography/17618036)

[[13] J. Wang, “Application research of image classification algorithm based on deep learning in household garbage sorting.,” *Heliyon*, vol. 10, no. 9, p. e29966, May 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e29966.](https://sciwheel.com/work/bibliography/17607271)

[[14] K. Demir and O. Yaman, “Projector deep feature extraction-based garbage image classification model using underwater images,” *Multimed. Tools Appl.*, vol. 83, no. 33, pp. 79437–79451, Mar. 2024, doi: 10.1007/s11042-024-18731-w.](https://sciwheel.com/work/bibliography/17607272)

[[15] B. Fu, S. Li, J. Wei, Q. Li, Q. Wang, and J. Tu, “A novel intelligent garbage classification system based on deep learning and an embedded linux system,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 131134–131146, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3114496.](https://sciwheel.com/work/bibliography/17620387)