

## Pengembangan Takakura Otomatis Berbasis ESP32 untuk Mendukung Pengolahan Sampah Rumah Tangga

Dedi Nurcipto<sup>1\*</sup>, Dita Ayu Mayasari<sup>2</sup>, Menik Dwi Kurniatie<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Univertistas Dian Nuswantoro, Indonesia

Jl. Imam Bonjol No.207, Pendrikan Kidul, Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

\*Corresponding author e-mail: dedi.nurcipto@dsn.dinus.ac.id

### ABSTRAK

Sampah merupakan persoalan penting yang menjadi tanggung jawab bersama. Tempat pembuangan akhir Jawa Tengah terbesar berada di Jatibarang Semarang. Disana dapat menampung sampah 800 ton/hari yang sebagian besar 70% berasal dari Semarang. Kondisi tersebut dapat menyebabkan semakin meningkatnya penumpukan sampah di masa yang akan datang. Hingga kini, sampah organik rumah tangga sering dibuang tanpa pemanfaatan lebih lanjut karena dianggap tidak berguna. Pengolahan sampah organik yang sering digunakan adalah sitem takaura yaitu memanfaatkan sampah organik menjadi pupuk organik. Namun kendala yang dihadapi adalah pengomposan tidak terjadi dengan sempurna karena kurangnya pemantauan dan pengadukan yang mengakibatkan panas yang berlebihan. Penelitian ini merupakan pengembangan takakura yang bertujuan untuk mengurangi sampah rumah tangga dengan metode takakura. Sistem Takakura ini dilengkapi dengan sistem kendali otomatis untuk mengaduk dan monitoring sensor gas dan kelembaban. Hasil pengujian dan pengukuran selama empat hari didapatkan bahwa alat dapat mengaduk secara otomatis 100% tepat sesuai jam yang di tentukan. Dan sensor dapat mendeteksi gas VOC, karbon dioksida dan monoksida dengan sensor MQ4, MQ9, dan SGP30 dapat digunakan untuk mendeteksi gas yang ditimbulkan oleh factor mircoorgsnisme pada takakura tersebut. Gas VOC yang dideteksi mengalami peningkatan 87,6% , dan karbon dioksida 25,1%. Sedangkan kelembaban mengalami penurunan sebesar 48,2% selama empat hari. Sehingga dapat disimpulkan bahwa alat dapat bekerja dengan semestinya.

**Kata kunci :** Takakura, Otomatis, ESP32, Sampah Rumah Tangga.

### ABSTRACT

*Waste is an important issue that is a shared responsibility. The largest landfill in Central Java is in Jatibarang, Semarang. There it can accommodate 800 tons of waste/day, most of which 70% comes from Semarang. This condition can cause an increase in waste accumulation in the future. Until now, household organic waste is often thrown away without further use because it is considered useless. The organic waste processing that is often used is the Takaura system, which uses organic waste to become organic fertilizer. However, the problem faced is that composting does not occur perfectly due to lack of monitoring and stirring which results in excessive heat. This research is a development of takakura which aims to reduce household waste using the takakura method. This Takakura system is equipped with an automatic control system for stirring and monitoring gas and humidity sensors. The results of testing and measurements for four days showed that the tool could stir automatically 100% exactly according to the specified time. And sensors can detect VOC, carbon dioxide and monoxide gases with the MQ4, MQ9 and SGP30 sensors which can be used to detect gases caused by the microorganism factor in the takakura. The VOC gas detected increased by 87.6%, and carbon dioxide by 25.1%. Meanwhile, humidity decreased by 48.2% over four days. So it can be concluded that the tool can work properly..*

**Keywords:** Takakura, Automatic, ESP32, Household Waste.

## I. PENDAHULUAN

Tempat pembuangan akhir sampah Jawa Tengah terbesar berada di Jatibarang Semarang, yang dapat

menampung sampah 800 ton/hari yang sebagian besar 70% berasal dari Semarang[1]. Kondisi tersebut dapat menyebabkan semakin meningkatnya penumpukan

sampah di masa yang akan datang. Maka untuk meminimalkan hal tersebut dapat dilakukan dengan mengelola sampah di tingkat rumah tangga. Upaya pengolahan sampah ini perlu dilakukan secara mandiri mulai dari tahap pengumpulan hingga pemrosesan akhir. Solusi terbaik dalam penanganan sampah di tingkat rumah tangga adalah dengan metode pengkomposan Takakura[2]. Mengingat dalam pembuatan kompos tingkat rumah tangga tidak memerlukan lahan yang luas, proses dekomposisi yang cepat, tidak berbau dan portabel[3].

Adapun permasalahan sering muncul pada komposter Takakura adalah pengomposan tidak terjadi dengan sempurna dikarenakan terlalu kering akibat pemilik lupa melakukan monitor kelembaban. Kelembaban adalah salah satu faktor dari tiga faktor yang paling penting untuk menentukan keberhasilan proses degradasi. Kelembaban yang harus dijaga agar bakteri degradasi dapat terus bekerja dalam mendegradasi sampah organik. Tujuan dari penelitian ini untuk menyelesaikan kekurangan dari sistem takakura dengan membuat rancang bangun Takakura elektrik yang dapat mengaduk secara otomatis. Takakura elektrik dilengkapi dengan sistem kendali pengadukan sesuai dengan waktu yang diinginkan serta monitoring kelembaban dan suhu.

Metode pembuatan kompos sampah rumah tangga sering dikenal sebagai takakura *home method composting*. Metode tersebut dikenalakan oleh Mr. Takakura dari Jepang di Surabaya [4]. Dalam pembuatan kompos Takakura digunakan beberapa bahan dan peralatan yang di perlukan diantaranya keranjang, sekam, kardus, kain dan starter bakteri. Dimana proses pengomposan dapat dilakukan selama empat minggu tergantung pada jumlah kompos yang di buat hingga siap di gunakan[5].

Pembuatan dengan cara mencampurkan tanah, sekam dan dedak (3:4:1) dengan di tambah air gula (250 ml air dan 10 gr gula) dan aduk sampai lembab serta mudah di kepal dengan tangan. Hasil pengomposan akan di pengaruhi oleh kelembaban[6]. Menurut Setyorini[7], yang harus di petahankan pada kompos tersebut adalah kelembaban 50-60% yang membuat mikroorganisme dapat terus beraktivitas. Dan di akhir pengoposan akan menghasilkan penyusunan volume kompos sebesar 30-40% dari volume awal bahan[8].

Menurut Undang-undang nomer 18 pada tahun 2008 definisi sampah merupakan hasil sisa dari kegiatan harian seseorang dan atau proses alamiah dalam bentuk padat[9]. Sedangkan menurut [10] sampah rumah tangga diartikan bahwa sampah yang dihasilkan oleh aktifitas kegiatan di rumah, kecuali tinja dan sampah spesifik. Berdasarkan sifatnya sampah dibagi atas dua bagian besar yaitu sampah anorganik dan organik[11][12][13].

Sampah anorganik merupakan jenis limbah yang terdiri dari bahan-bahan non-hayati, seperti produk-produk sintetis dan hasil dari proses teknologi pengolahan. Sebagian besar sampah anorganik tidak dapat terurai sepenuhnya oleh alam [14]atau mikroorganisme (tidak dapat terbiodegradasi). Beberapa sampah anorganik masih dapat di daur ulang dan mempunyai nilai ekonomis. Sampah organik adalah limbah dari bahan hayati bersifat biodegradable atau dapat diuraikan oleh mikroorganisme. Hingga kini, sampah organik sering dibuang tanpa pemanfaatan lebih lanjut karena dianggap tidak berguna[15].

## II. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian awal, penerapan system otomatis pada takakura yang dapat mengaduk secara otomatis sesuai waktu yang di tentukan. Pada penelitian ini rancang bangun takakura meliputi atas dua sub sistem yang terdiri dari yang sistem mekanik dan sistem elektrik.

Berikut adalah penjelasan mengenai bagian-bagian dari sistem yang telah dirancang

- a) SUPPLY DAYA : merupakan sumber tegangan untuk esp32, sensor-sensor, dan LCD 4x20
- b) SENSOR GAS : Untuk mendeteksi gas di tempat komposer diperlukan sensor tertentu. Sensor gas terdiri dari sensor MQ4, MQ9, sensor SGP30 yang tehubung dengan mikrokontroler. Hasil pembacaan sensor akan diolah oleh Esp32.
- c) ESP32 : Merupakan mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengolahan data dari hasil pembacaan sensor- sensor di tempat komposter. Hasil pembacaan sensor-sensor akan ditampilkan pada LCD 20x4.
- d) LCD20X4 : LCD digunakan sebagai penampil informasi pembacaan nilai sensor data yang berupa tulisan nilai hasil pembacaan sensor.
- e) RTC time : Perangkat ini akan memberikan waktu secara real-time sebagai acuan untuk melakukan pengadukan secara otomatis dengan pengaturan timer melalui tombol pada panel.
- f) CAPACTIVE SOIL MOISTURE SENSOR : Perangkat ini akan membaca hasil pengukuran temperatur pada komposer. Dengan adanya sensor tersebut dapat memastikan suhu dan kelembaban sesuai sebagai parameter yang di kehendaki saat proses fermentasi.

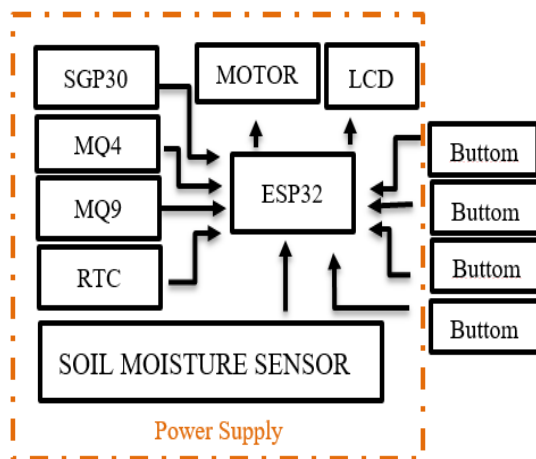
### A. PERANCANG SISTEM MEKANIK

Proses pembuatan ini meliputi pembuatan kerangka, baling-baling dan penggerak pengaduk. Keranjang yang digunakan sebagai tempat komposter adalah keranjang yang sudah ada di pasaran dengan dimensi panjang 50 cm, lebar 47 cm dan lebar 20 cm, sehingga kerangka dibuat menyesuaikan dimensi

tersebut. Kerangka dibuat dengan menggunakan besi holo 10x20mm. Penggerak utama baling-baling menggunakan satu buah motor power window universal yang terhubung dengan baling baling. Penghubung tersebut berupa as gear yang disesuaikan dengan gear pada motor. Antara motor dan as dibuat secara modular untuk memudahkan bongkar pasang.

### B. RANCANG BANGUN SISTEM ELEKTRIK

Untuk dapat mengetahui kondisi pada keranjang sampah digunakan sensor gas dan Soil Moisture. Sensor-sensor gas yang dipasang secara array maka dapat mendeteksi bau gas yang timbul oleh pembusukan[16]. Sensor gas yang digunakan adalah SGP30, MQ4 dan MQ 9 untuk mendeteksi gas hasil penguraian sampah. Dan untuk mengetahui temperature dan kelembaban di gunakan Soil Moisture.



Gambar 1. Diagram blok Sistem

Gambar 1. Merupakan diagram blok system yang terdiri dari bagian-bagian dari:

- a) **Catu Daya**  
Catu daya digunakan untuk memberikan daya pada esp32, sensor-sensor, dan LCD 4x20
- b) **Sensor Gas**  
Sensor ini digunakan untuk mendeteksi gas yang ada di tempat komposter. Sensor gas terdiri dari sensor MQ4, MQ9, sensor SGP30 yang terhubung dengan mikrokontroler. Hasil pembacaan sensor akan diolah oleh Esp32.
- c) **ESP32**  
Merupakan mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengolahan data dari hasil pembacaan sensor-sensor pada tempat komposter. Hasil pembacaan sensor-sensor akan ditampilkan pada LCD 20x4.
- d) **LCD20X4**  
LCD digunakan sebagai penampil informasi pembacaan nilai sensor data yang berupa tulisan nilai hasil pembacaan sensor.
- e) **Real Time Clock (RTC)**

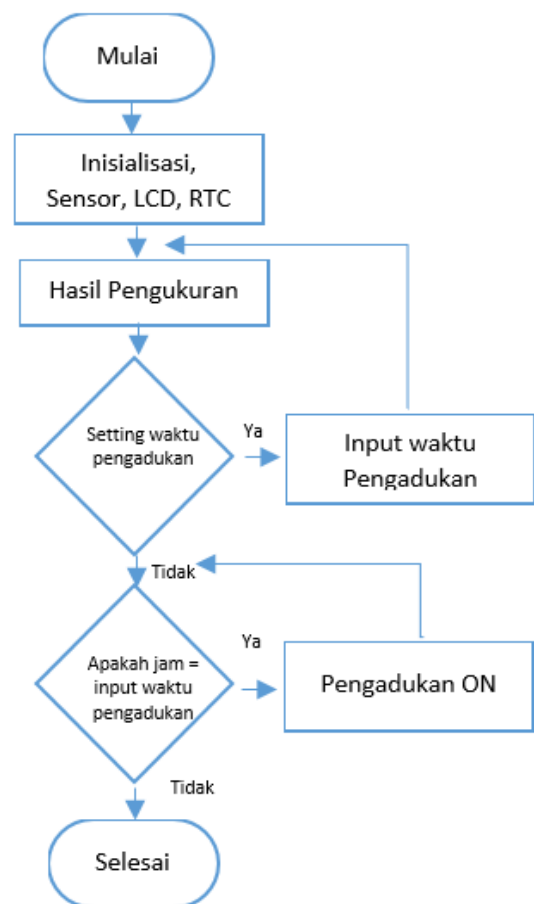
Perangkat ini akan memberikan waktu secara real-time sebagai acuan untuk melakukan pengadukan secara otomatis dengan pengaturan timer melalui tombol pada panel.

- f) **Capactive Soil Moisture Sensor**  
Perangkat ini akan membaca hasil pengukuran temperatur pada komposer. Dengan adanya sensor tersebut dapat memastikan suhu dan kelembaban sesuai sebagai parameter yang di kehendaki saat proses fermentasi.
- g) **Push Buttom**  
Merupakan merupakan tombol push on yang digunakan untuk pengaturan waktu.

Sedangkan motor DC yang digunakan untuk menggerakkan baling-baling pengaduk digunakan motor power window. Sensor-sensor tersebut dihubungkan ke mikrokontroller esp32.

### C. RANCANGAN PERANGKAT LUNAK

Perancangan perangkat lunak dengan menggunakan firmware arduino ide.



Gambar 2. Flowchart system takakura otomatis

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari perancangan sistem mencakup elektrik, mekanikal dan perangkat lunak. Rangkaian keseluruhan perancangan sistem ditampilkan dalam Gambar 4.

### A. Hasil Perancangan Mekanikal

Hasil perancangan mekanikal berupa alat pengaduk sampah yang terdiri dari kerangka alat, motor penggerak, dan baling-baling pengaduk. Uji coba alat pengaduk sampah dilakukan dengan cara memberikan sumber tegangan secara langsung dengan motor. Dengan memberi sumber tegangan pada motor dapat mengakibatkan baling baling dapat berputar. Pada gambar 3 menunjukkan gambar kerangka dan baling-baling type Z yang terbuat dari besi.

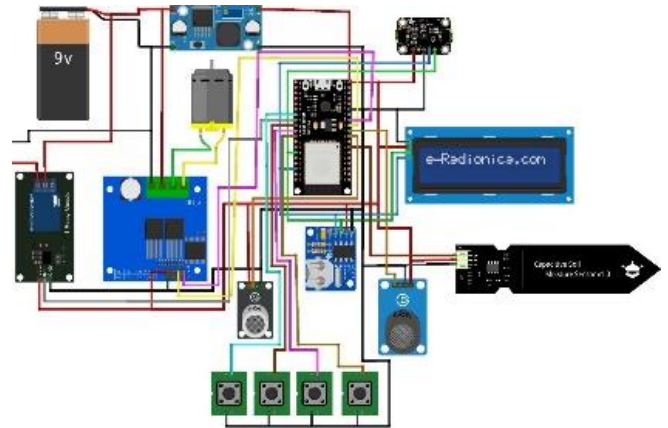


Gambar 3. Kerangka dan baling-baling pengaduk system takakura otomatis

### B. Hasil Perancangan Elektrikal

Hasil perancangan elektrikal terdiri rangkaian elektrik. Rangkaian ini berfungsi untuk memonitoring sampah yang telah di fermentasi. Komponen-komponen yang digunakan diantaranya sensor yang dapat mendeteksi bau yang diakibatkan oleh bakteri pembusuk[16]. Pada gambar 4 merupakan wiring system takakura otomatis yang terdiri dari komponen-komponen diantaranya sensor SGP30 adalah sensor gas ini dapat mendeteksi berbagai macam Volatile Organic Compounds (VOC) dan H<sub>2</sub> dan ditujukan untuk pemantauan kualitas udara dalam ruangan terhubung pada pin I2C ESP32. Sensor MQ 4 merupakan alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi gas metana pada limbah hewan ternak atau biogas terhubung pada pin 26 ESP32. MQ-9 merupakan gas analog yang dapat mendeteksi karbon monoksida, metana dan LPG terhubung pada pin 25 ESP32. Motor DC power yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan driver motor BT79 yg terhubung pada pin 16 ESP32. RTC digunakan untuk trigger waktu agar jam maupun tanggal bias tepat, pin RTC terhubung pada pin I2C pad ESP32; SOIL MOISTURE merupakan sensor temperature dan kelembaban terhubung pada pin 33 pada ESP32. LCD 20x4 I2C

untuk menampilkan hasil pengukuran sensor pada bak sampah terhubung pada pin I2C pad ESP32; dan mikrokontroler esp32 sebagai pengolah data yang diperoleh dari sensor.



Gambar 4 pengkabelan sistem rangkaian takakura otomatis

### C. Hasil Pengembangan Perangkat Lunak

Hasil perancangan perangkat lunak sebagai pendukung perangkat elektrik adalah sebagai berikut:

```

7:55:18.874 -> MQ-4:      11960.08
7:55:18.874 -> MQ-9:      55163.37
7:55:18.874 -> -----
7:55:18.919 -> CO2: 772 ppm   TVOC: 0 ppb
7:55:21.971 -> MQ-4:      5541.36
7:55:21.971 -> MQ-9:      33600.64
7:55:21.971 -> -----
7:55:22.011 -> CO2: 578 ppm   TVOC: 0 ppb
7:55:25.087 -> MQ-4:      4407.41
7:55:25.087 -> MQ-9:      328656.72
7:55:25.087 -> -----
7:55:25.087 -> CO2: 57330 ppm TVOC: 14612 ppb
7:55:28.195 -> MQ-4:      78233.77
7:55:28.195 -> MQ-9:      0.00
7:55:28.195 -> -----
7:55:28.195 -> CO2: 46023 ppm TVOC: 6473 ppb
7:55:31.254 -> MQ-4:      71452.55
7:55:31.254 -> MQ-9:      0.00
7:55:31.254 -> -----
7:55:31.254 -> CO2: 57330 ppm TVOC: 8770 ppb
7:55:34.348 -> MQ-4:      379814.34
7:55:34.349 -> MQ-9:      0.00
7:55:34.349 -> -----
7:55:34.349 -> CO2: 57330 ppm TVOC: 9670 ppb
    
```

Gambar 4 Komunikasi Serial Monitor

Untuk pembacaan sensor gas yang di tampilkan pada serial monitor sebagai berikut:

```

DateTime now = DS1307_RTC.now();
float mq4 = MQ4.readSensor();
float mq9 = MQ9.readSensor();
mySensor.measureAirQuality();
Serial.print(mySensor.TVOC);
Serial.print(mySensor.CO2);
Serial.print(mq4);
Serial.print(mq9);
    
```

Hasil pembacaan terlihat pada gambar 4. Monitoring dengan komunikasi serial port.

#### D. Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil pengujian pada masing masing perangkat dimana pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat dapat bekerja sesuai dengan mestinya:

Tabel 1. Pengujian penggerak

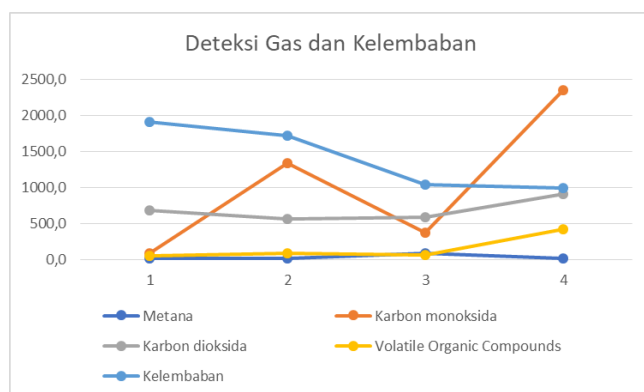
No	Hari Ke (08.00 WIB)	Kondisi
1	Hari ke-1	On
2	Hari ke-2	On
3	Hari ke-3	On
4	Hari ke-4	On

Penggerak utama Takakura otomatis adalah motor yang terhubung dengan baling baling. Baling baling akan berputar secara otomatis dengan waktu yang telah di tentukan. Pergerakan baling-baling pada penelitian ini di setting pada pukul 08.00 WIB selama satu menit dengan hasil 100% dapat bekerja dengan semestinya.

Tabel 2. Pengujian penggerak baling baling

Tegangan Motor DC	Jumlah gear	Kecepatan (rpm)
12 Volt	7	60

Dari hasil pengukuran dan pengujian penggerak di dapatkan kesimpulan dengan catu daya 12 volt dengan jumlah 7 gear dengan kecepatan 60 rpm sehingga dapat di simpulkan bahwa dapat penggerak dapat bekerja dengan semestinya.



Gambar 5 deteksi hasil pengukuran gas dan kelembaban sistem takakura otomatis

Pada gambar 5 menunjukkan bahwa gas dan kelembaban dapat terdeteksi walaupun dalam penelitian ini tidak ditekankan pada keakuratan dalam pengukuran, terutama pada kelembaban dimana hasil pengukuran merupakan hasil pengukuran dalam nilai adc. Dalam hasil pengukuran selama empat hari menunjukkan bawa adanya penurunan kadar

kelembaban sebesar 48,2% pada bak takakura dari nilai adc sebesar 1909,9 menjadi 988,8. Dari nilai penurunan tersebut koduktifitas sensor mengalami penurunan yang di akibatkan sampah yang mulai mongering. Selanjutnya adalah terbentuk mikroorganisme yang terdapat pada bak sampah tersebut mengalami peningkatan ditandai oleh nilai sensor VOC yang menalami peningkatan 87,6% dari 51,2 samapai dengan 417,6 ppb. Sedangkan karbon dioksida terbentuknya gas CO2 ini merupakan akibat adanya aktivitas bakteri dalam mendegradasi hidrokarbon[17]. Dalam penelitian ini karbon dioksida dapat terdeteksi dengan dibuktikan dengan adanya peningkatan 25,1% dari 680,8 samapi dengan 909,9. Dan gas yang dapat tedeteksi lain adalah metana dan karbon monoksida yang mengalami perubahan yang tidak stabi.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini takakura dapat berfungsi secara baik dapat mengaduk secara otomatis sesuai dengan waktu yang diinginkan dengan tepat. Penggerak baling baling dapat menggunakan motor power window sebagai penggerak takakura otomatis dengan tegangan 12V dan menghasikan kecepatan 60rpm yang cukup untk mengaduka sampah rumah tangga pada takakura.

Sensor dapat mendeteksi gas VOC, karbon dioksida dan monoksida dengan sensor MQ4, MQ9, dan SGP30 dapat digunakan untuk mendeteksi gas yang ditimbulkan oleh factor mircoorgsnisme pada takakura tersebut. Gas VOC yang dideteksi mengalami peningkatan 87,6% , dan karbon dioksida 25,1%. Sedangkan kelembaban mengalami penurunan sebesar 48,2% selama empat hari.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada LPPM Universitas Dian Nuswantoro dengan No SK 081/A.38-04/UDN-09/X2022 atas dukuanngan penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. M. Harjanti and P. Anggraini, "Pengelolaan Sampah Di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Jatibarang, Kota Semarang," *J. Planol.*, vol. 17, no. 2, p. 185, 2020, doi: 10.30659/jpsa.v17i2.9943.
- [2] A. K. Putri, "Pengolahan Sampah kompos Di Masyarakat Dengan Metode Takakura Processing of Compost Waste in the Community with the Takakura Method," *Pros. SAINTEK Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 482–487, 2023.
- [3] D. A. Mayasari, "Atasi Limbah Organik Melalui Pelatihan Pembuatan Pupuk Kompos

- Metode Keranjang Takakura Kepada Kelompok Dawis Cempaka Semarang,” *Abdimasku J. Pengabd. Masy.*, vol. 4, no. 1, p. 49, 2021, doi: 10.33633/ja.v4i1.145.
- [4] D. Z. Vivi, Surachman, Setia Budi, Agus Hariyanti, Rahmidiyani, and Siti Hadijah, “Pelatihan Pembuatan Kompos Organik dengan Metode Takakura dan Cara Aplikasinya di Desa Punggur Kecil,” *Bakti Budaya*, vol. 5, no. 2, pp. 158–165, 2022, doi: 10.22146/bakti.4659.
- [5] A. Aristoteles *et al.*, “Pembuatan Pupuk Kompos dari Limbah Organik Rumah Tangga di Desa Gedung Harapan, Kecamatan Jati Agung, Lampung Selatan,” *Buguh J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 17–24, 2021, doi: 10.23960/buguh.v1n1.64.
- [6] D. Jumiarni, R. Z. Eka Putri, and N. Anggraini, “Penerapan Teknologi Kompos Takakura Bagi Masyarakat Desa Tanjung Terdana Kecamatan Pondok Kubang Bengkulu Tengah Sebagai Upaya Pemberdayaan Masyarakat Sadar Lingkungan,” *Dharma Raflesia J. Ilm. Pengemb. dan Penerapan IPTEKS*, vol. 18, no. 1, pp. 63–70, 2020, doi: 10.33369/dr.v18i1.11065.
- [7] R. D. M. Simanungkalit, *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. 2006.
- [8] L. Murbandono HS, *Membuat kompos*. 2008.
- [9] M. Okusa, “Undang-Undang Republik Indonesia No 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah,” *Undang. Republik Indones. No 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah*, vol. 49, pp. 69–73, 2008.
- [10] D. Clasissa Aulia *et al.*, “Peningkatan Pengetahuan dan Kesadaran Masyarakat tentang Pengelolaan Sampah dengan Pesan Jepang,” *J. Pengabd. Kesehat. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 62–70, 2021.
- [11] P. Tutuko, “Permukiman,” vol. 2, no. 18, pp. 1–14, 2008, doi: 10.13140/RG.2.1.3996.3043.
- [12] J. Pengabdian and K. Masyarakat, “Darmacitya Darmacitya,” vol. 1, pp. 21–29, 2021.
- [13] A. Ibnul Rasidi, Y. A. H. Pasaribu, A. Ziqri, and F. D. Adhinata, “Klasifikasi Sampah Organik dan Non-Organik Menggunakan Convolutional Neural Network,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 8, no. 1, pp. 142–149, 2022, doi: 10.28932/jutisi.v8i1.4314.
- [14] E. A. Ni'mah and D. A. Susila, “Pemanfaatan Limbah Anorganik,” *SULUH J. Seni Desain Budaya*, vol. 5, no. 2, pp. 21–27, 2022, doi: 10.34001/jsuluh.v5i2.4222.
- [15] H. S. Carolina, N. Hakim, T. A. Setiawan, T. M. Sari, and A. F. Dewi, “Pelatihan Kompos Organik Metode Keranjang Takakura Di Pasar Yosomulyo Pelangi (Payungi),” *Dedik. J. Pengabd. Masy.*, vol. 2, no. 1, p. 132, 2020, doi: 10.32332/d.v2i1.2047.
- [16] D. Nurcipto, “Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebusukan Bawang Merah Untuk Meminimalisasi Kerugian,” *Semin. Univ. PGRI Semarang, SENS*, 2015.
- [17] I. Anas and Y. Setiadi, “Produksi Gas Karbon Dioksida Selama Proses Bioremediasi Limbah Heavy Oil Dengan Teknik Landfarming,” *Chem. Prog.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–5, 2012.