



Pengaruh Kecepatan Pengaduk Ganda dan Waktu Pengadukan pada Mesin Pencampur terhadap Homogenitas Sampah Organik dalam Proses Pengomposan

Raka Galang Rustio Wardoyo^{1*}, Haris Puspito Buwono²

^{1,2}Politeknik Negeri Malang, Indonesia

E-mail: rakawardoyo2001@gmail.com¹, haris.puspito@polinema.ac.id²

Alamat: Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65141

*Korespondensi penulis: rakawardoyo2001@gmail.com

Abstract. Waste is an unavoidable problem along with increasing population activity due to population growth, which causes the amount of waste to increase, especially from traditional markets, tourist areas, dense settlements, and public facilities. In Malang City, waste in 2023 is estimated to reach 778.34 tons, so proper and environmentally friendly management is needed, one of which is by processing organic waste into a homogeneous compost mixture using a mixing machine. This study aims to analyze the effect of double mixer speed and mixer time on the mixing machine on the homogeneity of organic waste in the composting process. The research method used is quantitative experimental with factorial experimental design (DOE) for the effect of double mixer speed and mixer time on the homogeneity of organic waste in the composting process. The double mixer speed variations tested were 20, 45, and 60 RPM, with mixing times of 20, 30, and 40 minutes. The results showed that the double mixer speed and stirring time had a significant effect on the homogeneity of organic waste in the composting process, with an optimal increase in homogeneity occurring at a speed of 60 RPM and a duration of 40 minutes. Higher speeds accelerate particle distribution, while sufficient mixing time ensures even distribution, thereby increasing the efficiency of microbial decomposition.

Keywords: Composter Machine, Homogeneity, Mixer Speed, Organic Waste, Stirring Time.

Abstrak. Sampah merupakan masalah yang tidak terhindarkan seiring dengan meningkatnya aktivitas penduduk akibat pertumbuhan populasi, yang menyebabkan jumlah sampah meningkat, terutama dari pasar tradisional, kawasan wisata, pemukiman padat, dan fasilitas umum. Di Kota Malang, sampah pada tahun 2023 diperkirakan mencapai 778,34 ton, sehingga diperlukan pengelolaan yang tepat dan ramah lingkungan, salah satunya dengan mengolah sampah organik menjadi campuran pupuk kompos yang homogen dengan menggunakan mesin pencampur. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kecepatan pengaduk ganda dan waktu pengadukan pada mesin pencampur terhadap homogenitas sampah organik dalam proses pengomposan. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif eksperimental dengan desain percobaan *factorial* (DOE) untuk pengaruh kecepatan pengaduk ganda dan waktu pengadukan pada mesin pencampur terhadap homogenitas sampah organik dalam proses pengomposan. Variasi kecepatan pengaduk ganda yang diuji adalah 20, 45, dan 60 RPM, dengan waktu pengadukan 20, 30, dan 40 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan pengaduk ganda dan waktu pengadukan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap homogenitas sampah organik dalam proses pengomposan, dengan peningkatan homogenitas yang optimal terjadi pada kecepatan 60 RPM dan durasi 40 menit. Kecepatan yang lebih tinggi mempercepat distribusi partikel, sementara waktu pengadukan yang cukup memastikan tercapainya distribusi yang merata, sehingga meningkatkan efisiensi dekomposisi mikroba.

Kata kunci: Homogenitas, Kecepatan Pengaduk, Mesin Komposter, Sampah Organik, Waktu Pengadukan.

1. LATAR BELAKANG

Sampah merupakan masalah yang tidak bisa dihindari selama masih ada penduduk. Pertumbuhan penduduk menyebabkan peningkatan aktivitas penduduk yang berarti jumlah sampah yang terkumpul juga dapat meningkat. Hal ini disebabkan banyaknya sumber sampah yang dihasilkan, misalnya di pasar tradisional, kawasan wisata, pemukiman padat penduduk, dan fasilitas umum lainnya, serta potensi timbulan sampah yang meningkat pesat (Taufiqurrahman, 2016).

Menurut Noer Rahman Wijaya, S.T., Kepala Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Malang, jumlah total sampah di Kota Malang diperkirakan mencapai 778,34ton pada tahun 2023. Untuk mengatasi permasalahan sampah yang semakin meningkat setiap tahunnya, diperlukan adanya pengelolaan dan penanganan yang tepat dan ramah lingkungan. Sampah-sampah tersebut akan di olah menjadi pupuk. Selain dapat memenuhi kebutuhan unsur hara bagi tanaman, pembuatan pupuk ini juga membantu mengurangi jumlah sampah yang sudah menumpuk (Ashlihah dkk., 2020).

Pupuk kompos menjadi pilihan utama dalam memanfaatkan sampah organik. Namun kualitas pupuk kompos sangat tergantung sejauh mana bahan-bahan tercampur dalam proses pengomposan dapat bercampur secara merata. Homogenitas memainkan peran penting menentukan keberagaman kandungan nutrisi dan sifat-sifat lainnya. Pupuk kompos yang lebih homogen tidak hanya memberikan keseragaman nutrisi kepada tanaman, tetapi juga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dengan demikian dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman dan hasil panen.

Mesin pencampur adalah alat yang digunakan untuk mengolah sampah organik menjadi pupuk kompos. Sampah organik seperti daun-daunan, sayur-sayuran, dan sisa makanan diolah menjadi pupuk kompos. Mesin pencampur dirancang dengan bentuk persegi panjang dengan dua pengaduk vertikal yang bergerak berputar didalam wadah komposter. Keunggulan mesin pencampur ini mampu memproduksi dua produk kompos padat dan cair. Hal ini juga saat proses pengomposan tidak memiliki bau yang menyengat dari hasil pemisahan sampah padat dan cair.

Sekam padi adalah lapisan luar biji padi yang keras dan tidak dapat dimakan. Ada beberapa alasan mengapa pada penelitian ini menggunakan sekam padi dikarenakan, harga lebih murah/rendah, ketersediaan bahan baku yang berlimpah, bentuk dari sekam padi berseragam, sekam padi lebih mudah ditemukan di mana saja.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis alat pengaduk pada mesin pencampur yang dapat meningkatkan homogenitas sampah organik dalam proses pengomposan. Dengan

memanfaatkan pengaruh kecepatan pengaduk dan waktu pengadukan pada mesin pencampur, diharapkan mampu memberikan kontrol yang lebih baik dari hasil homogenitas kompos dari sampah organik. Pada penelitian ini menggunakan sekam padi sebagai pengganti sampah organik agar lebih mudah untuk menganalisa hasil homogenitas dalam proses pencampuran dibandingkan media yang lainnya.

2. KAJIAN TEORITIS

Penelitian mengenai mesin pengolahan sampah organik telah berkembang pesat dengan berbagai inovasi desain untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan pengguna. Penelitian terdahulu (Antu & Djamalu, 2019) mengedepankan desain ergonomis dengan bahan *stainless steel* untuk mencegah korosi, serta penggunaan dinamo sebagai penggerak. Mesin tersebut mampu mencacah 1,2 kg sampah dalam waktu 48 detik. Selanjutnya, Rezza & Fauzi (2023) merancang mesin berkapasitas 25 kg/menit dengan spesifikasi pisau pencacah berdiameter 2 cm dan tebal 3 mm, beroperasi pada kecepatan 360 RPM, yang menunjukkan peningkatan kapasitas dibanding penelitian sebelumnya.

Penelitian terkait juga menyoroti dimensi dan konfigurasi pisau pencacah sebagai elemen kunci. Nugraha dkk. (2019) mendesain mesin dengan 12 pisau putar dan 3 pisau tetap, sedangkan Prajitno dkk. (2023) memanfaatkan analisis CFD untuk mengevaluasi pengaruh jumlah bilah dan sudut kemiringan impeller terhadap pola aliran dan homogenitas campuran. Simulasi ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah bilah dan sudut kemiringan mempercepat proses pencampuran dan meningkatkan homogenitas, yang penting untuk meningkatkan kualitas hasil olahan.

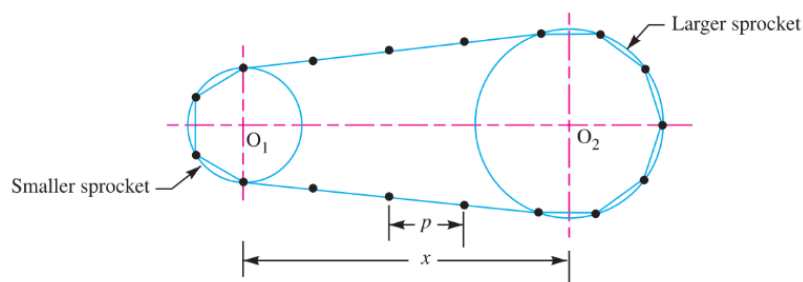
Penelitian sebelumnya juga fokus pada optimalisasi kecepatan dan durasi pengadukan dalam berbagai aplikasi, seperti fermentasi bioethanol (Akbar dkk., 2015) dan produksi *virgin coconut oil* (Sembodo dkk., 2010). Penelitian-penelitian ini menegaskan pentingnya kontrol parameter proses seperti kecepatan dan waktu pengadukan untuk memperoleh hasil optimal. Selain itu, studi menggunakan teknologi berbasis Computer Vision untuk memantau proses dekomposisi kompos secara real-time, menunjukkan perkembangan signifikan dalam metode pemantauan proses (Futri dkk., 2019).

Penelitian saat ini melanjutkan inovasi sebelumnya dengan mengembangkan mesin pengaduk mekanis berkapasitas 50 kg, dengan memanfaatkan variasi kecepatan pengaduk ganda (30 RPM, 45 RPM, dan 60 RPM) serta waktu pengadukan (20, 30, dan 40 menit). Desain pengaduk dengan poros berdiameter 40 mm dan bilah pengaduk setebal 2 mm dirancang untuk memastikan homogenitas dan efisiensi pencampuran. Dimensi mesin yang lebih besar

dibandingkan penelitian sebelumnya (1400 mm x 800 mm x 800 mm) menunjukkan upaya untuk meningkatkan kapasitas dan durabilitas dalam pengolahan sampah organik..

Hipotesis pada penelitian ini menyatakan bahwa kecepatan pengaduk ganda dan waktu pengadukan pada mesin pencampur berpengaruh signifikan terhadap homogenitas sampah organik dalam proses pengomposan. Peningkatan kecepatan pengadukan diasumsikan mampu meningkatkan homogenitas material organik, mengingat percepatan distribusi partikel organik dan intensifikasi interaksi antarpartikel yang terjadi selama proses pengadukan. Selain itu, waktu pengadukan yang tepat diperkirakan dapat menghasilkan pencampuran material yang lebih merata, karena waktu yang cukup memungkinkan distribusi dan penyatuan partikel organik berlangsung secara optimal. Dengan demikian, kombinasi pengaturan kecepatan pengaduk ganda dan durasi pengadukan yang optimal diharapkan mampu menghasilkan kompos yang lebih homogen, sehingga meningkatkan efisiensi proses pengomposan. Selanjutnya dijabarkan dalam bentuk hipotesis statistik sebagai Hipotesis null (H₀) menyatakan bahwa Tidak adanya pengaruh kecepatan pengaduk ganda dan waktu pengadukan terhadap homogenitas sampah organik pada mesin pencampur. Sedangkan untuk Hipotesis alternatif (H₁) menyatakan bahwa adanya pengaruh kecepatan pengaduk ganda dan waktu pengadukan terhadap homogenitas sampah organik pada mesin pencampur.

Pengadukan adalah perlakuan dengan gerakan terinduksi terhadap suatu bahan di dalam bejana. Pencampuran adalah peristiwa menyebarnya bahan-bahan secara acak. Kecepatan pengaduk salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi proses pengomposan. Kecepatan pengaduk yang tepat memastikan pencampuran bahan organik yang baik dan meningkatkan sirkulasi udara untuk mendukung penguraian mikroba (Akbar dkk., 2015).



Sumber: (Khurmi, R.S, 2005)

Gambar 1. Rasio Sprocket

Rumus perhitungan rasio kecepatan yang digunakan sebagai berikut:

$$V.R = \frac{N_1}{N_2} = \frac{T_2}{T_1}$$

Keterangan:

N_1 = Kecepatan sprocket kecil (RPM)

N_2 = Kecepatan sprocket besar (RPM)

T_1 = Jumlah gigi pada sprocket kecil

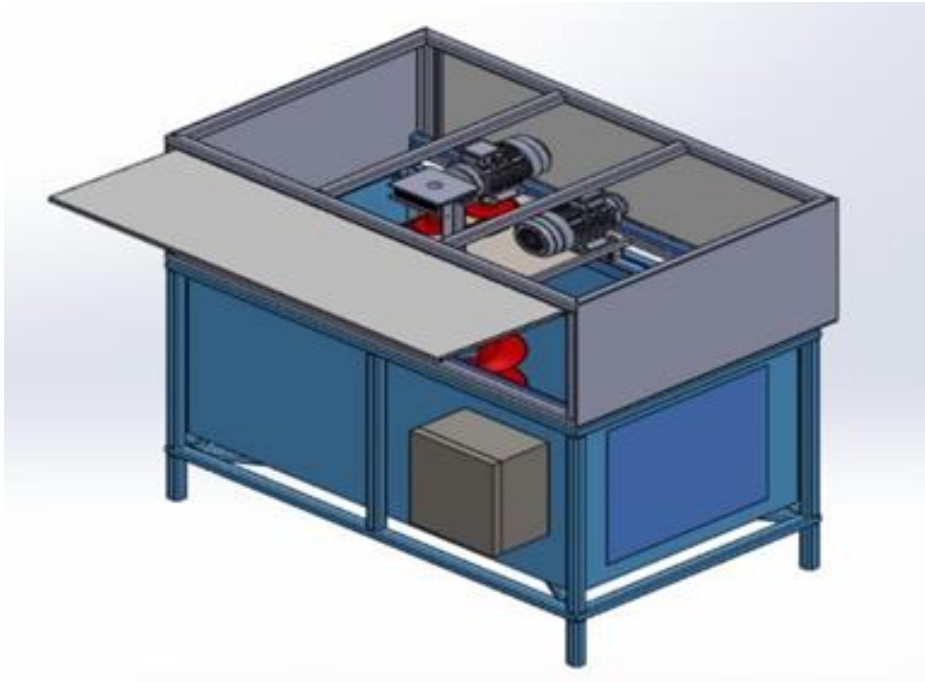
T_2 = Jumlah gigi pada sprocket besar

Waktu pengadukan berbanding lurus dengan kompos yang dihasilkan. Semakin lama waktu pengadukan, maka kompos yang dihasilkan semakin banyak akibat tumbukan antara molekul reaktan (Miskah dkk., 2017).

Homogenitas adalah nilai yang menggambarkan distribusi keseragaman konsentrasi dalam suatu area, dengan nilai maksimal 1 yang menunjukkan campuran sepenuhnya homogen. Campuran multifase dianggap sempurna jika konsentrasi pada setiap titik yang diambil secara acak sama dengan konsentrasi keseluruhan. Tingkat homogenitas yang tinggi dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti waktu dan kecepatan pencampuran (Prajitno dkk., 2023). Dalam penelitian ini, homogenitas diukur berdasarkan perbandingan warna sekam kuning dan hitam; campuran dinyatakan homogen jika distribusi warna mencapai rasio 50:50. Ketidakseimbangan rasio warna meskipun dekat 50:50 dapat terjadi akibat intervensi warna lain yang tidak terdeteksi oleh aplikasi analisis warna.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis kuantitatif dengan metode eksperimen dan melakukan tinjauan pustaka dari berbagai sumber lainnya. Penelitian yang menggunakan mesin komposter yang ditunjukkan pada Gambar 2, dengan menggunakan pengaduk ganda yang telah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kecepatan pengaduk ganda dan waktu pengadukan pada mesin pencampur terhadap homogenitas sampah organik dalam proses pengomposan. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif eksperimental dengan desain percobaan *factorial* (DOE) untuk pengaruh kecepatan pengaduk ganda dan waktu pengadukan pada mesin pencampur terhadap homogenitas sampah organik dalam proses pengomposan. Variasi kecepatan pengaduk ganda yang diuji adalah 20, 45, dan 60 RPM, dengan waktu pengadukan 20, 30, dan 40 menit.



Gambar 2. Pencampur Pengaduk Ganda



Gambar 3. Sekam Padi Berwarna

Pengambilan data berupa foto menggunakan *handphone* dilakukan di 9 titik zona yang telah ditentukan pada wadah pencampuran yang ditunjukkan pada Gambar 3. Foto diambil dari satu sisi saja untuk memastikan keseragaman posisi selama proses dokumentasi. Pendekatan ini bertujuan menjaga konsistensi sudut pandang dan kualitas gambar pada setiap titik zona yang dipotret.

Setelah eksperimen dilakukan dan diperoleh data hasil penelitian, hasil dokumentasi dianalisis menggunakan software *image-j* untuk menentukan persentase warna sekam kuning dan sekam hitam. Analisis ini bertujuan mengukur tingkat homogenitas pencampuran sekam

padi berdasarkan hasil pengadukan. Data penelitian kemudian dianalisis menggunakan uji statistik *DOE Factorial* untuk menguji hipotesis penelitian dapat diterima atau tidak. Selanjutnya data tersebut dimasukkan dalam bentuk grafik untuk menggambarkan hasil homogenitas pencampuran berdasarkan variasi kecepatan pengaduk ganda dan waktu pengadukan.

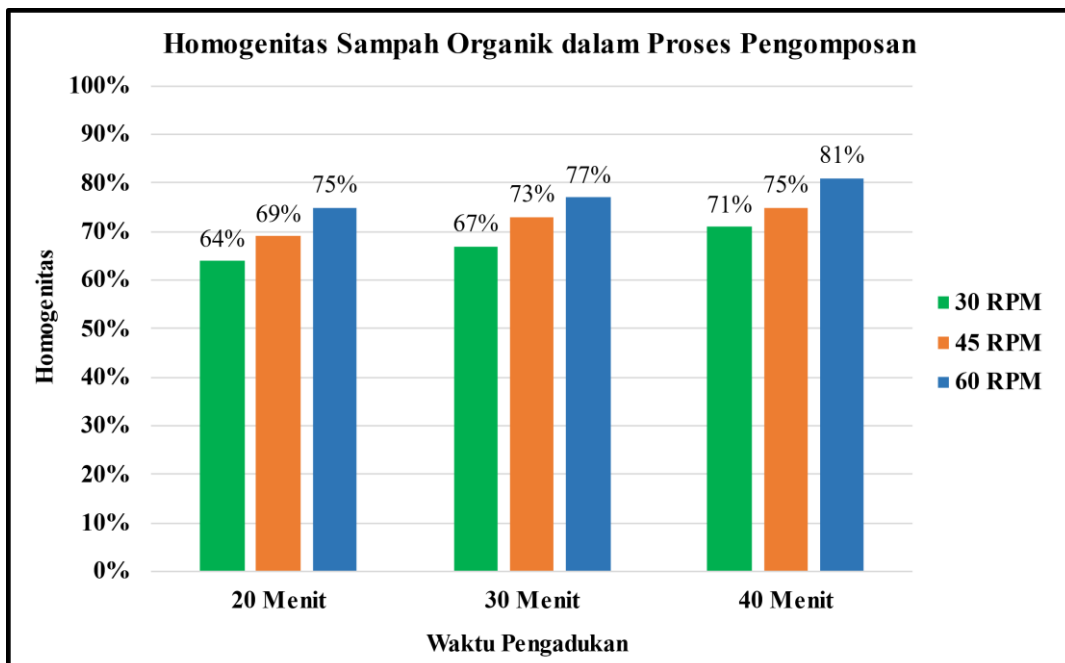
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Eksperimen Homogenitas Sampah Organik

Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh kecepatan pengaduk ganda dan waktu pengadukan terhadap hasil homogenitas sampah organik dalam proses pengomposan. Pengujian dilakukan dengan metode eksperimen dan data diolah menggunakan software statistik dengan metode *DOE Factorial*. Adapun data yang diperoleh sebagai berikut:

Tabel 1. Data Hasil Homogenitas Sampah Organik

Homogenitas Kecepatan Pengaduk Ganda	Waktu Pengadukan		
	20 Menit	30 Menit	40 Menit
30 RPM	64%	67%	71%
45 RPM	69%	73%	75%
60 RPM	75%	77%	81%



Gambar 4. Hasil Homogenitas Sampah Organik

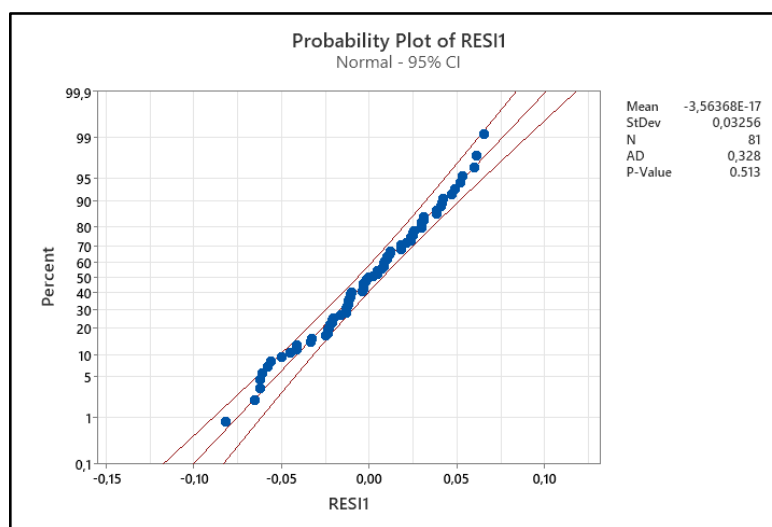
Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 5 data hasil penelitian homogenitas sampah organik menunjukkan bahwa kecepatan pengaduk ganda dan waktu pengadukan secara signifikan memengaruhi tingkat homogenitas sampah organik dalam proses pengomposan. Pada kecepatan 30 RPM, tingkat homogenitas meningkat dari 64% pada 20 menit menjadi 67% pada 30 menit, dan mencapai 71% pada 40 menit. Tren serupa terlihat pada kecepatan 45 RPM, dengan homogenitas bertambah dari 69% menjadi 73% dan 75% seiring waktu pengadukan yang lebih lama. Sementara itu, pada kecepatan 60 RPM, tingkat homogenitas mencapai angka tertinggi, yaitu 75% pada 20 menit, meningkat menjadi 77% pada 30 menit, dan 81% pada 40 menit. Hasil menunjukkan bahwa kecepatan dan waktu pengadukan berbanding lurus dengan tingkat homogenitas material organik.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Akbar dkk. (2015) menekankan pentingnya kecepatan pengadukan untuk memperbaiki sirkulasi udara dan distribusi material dalam proses pengomposan, yang mempercepat dekomposisi mikroba. Selain itu, penelitian Prajitno dkk. (2023) menyebutkan bahwa peningkatan jumlah bilah dan sudut kemiringan pengaduk dapat memperbaiki pola aliran dan distribusi material, yang berdampak pada peningkatan homogenitas. Dalam penelitian ini, mesin pengaduk dirancang dengan poros berdiameter 40 mm dan bilah setebal 2 mm, yang memungkinkan pencampuran yang lebih baik. Pengadukan pada kecepatan tinggi (60 RPM) terbukti mempercepat distribusi partikel organik, yang sesuai dengan asumsi bahwa interaksi antar partikel meningkat seiring bertambahnya kecepatan dan waktu pengadukan.

Optimalisasi kecepatan dan waktu pengadukan sangat penting dalam menghasilkan kompos dengan tingkat homogenitas tinggi. Homogenitas yang tinggi mencerminkan distribusi material yang merata, yang merupakan syarat penting untuk meningkatkan kualitas kompos. Menurut teori homogenitas (Prajitno dkk., 2023), proses pencampuran yang efisien memerlukan durasi dan kecepatan yang optimal agar molekul-molekul reaktan dapat berinteraksi secara intensif. Peningkatan homogenitas pada kecepatan 60 RPM dan durasi 40 menit dalam penelitian ini menunjukkan bahwa pengaturan parameter tersebut menghasilkan kondisi pencampuran terbaik, mendukung efisiensi dan efektivitas proses pengomposan. Hal ini sesuai dengan hipotesis penelitian, di mana kombinasi kecepatan dan waktu pengadukan berpengaruh pada hasil homogenitas yang lebih optimal dalam menciptakan kompos yang berkualitas..

Analisis ANOVA

Analisis data hasil eksperimen dilakukan menggunakan software statistika dengan metode DOE factorial. Nilai signifikan level yang digunakan adalah 5% atau $\alpha = 0,05$.



Gambar 5. Uji Normalitas Data

Berdasarkan plot Gambar 6, menunjukkan hasil uji normalitas yang ditampilkan pada Probability Plot menunjukkan bahwa data residual dari analisis pengaruh kecepatan pengaduk ganda dan waktu pengadukan terhadap homogenitas sampah organik dalam proses pengomposan berdistribusi normal. Hal ini ditunjukkan oleh nilai P-Value sebesar 0,513, yang lebih besar dari tingkat signifikansi 0,05, sehingga tidak ada alasan untuk menolak hipotesis nol bahwa residual berdistribusi normal. Selain itu, titik-titik pada grafik sebagian besar berada di sekitar garis diagonal, yang mengindikasikan bahwa data residual mengikuti pola distribusi normal. Nilai statistik Anderson-Darling (AD) sebesar 0,328 yang relatif kecil juga mendukung kesimpulan ini. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model regresi atau analisis statistik yang digunakan valid karena memenuhi asumsi normalitas, sehingga dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut, seperti pengujian signifikansi atau optimasi parameter proses.

Tabel 2. Analisis ANOVA

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	8	0,198689	0,024836	19,37	0,000
Linear	4	0,195119	0,048780	38,04	0,000
Kecepatan Pengaduk Ganda	2	0,139030	0,069515	54,21	0,000
Waktu	2	0,056089	0,028044	21,87	0,000
2-Way Interactions	4	0,003570	0,000893	0,70	0,597
Kecepatan Pengaduk Ganda*Waktu	4	0,003570	0,000893	0,70	0,597
Error	72	0,092333	0,001282		
Total	80	0,291022			

Berdasarkan Tabel 3, hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa P-value untuk faktor kecepatan pengaduk ganda dan waktu pengadukan adalah 0,000, yang menunjukkan adanya pengaruh yang sangat signifikan dari kedua variabel tersebut terhadap homogenitas sampah organik pada tingkat signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$), sehingga hipotesis null (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kecepatan pengadukan dan durasi pengadukan merupakan parameter kunci dalam proses pencampuran material organik untuk meningkatkan efisiensi proses pengomposan. Kecepatan pengadukan yang lebih tinggi mempercepat distribusi partikel dan meningkatkan interaksi antarpartikel, sementara waktu pengadukan yang cukup memungkinkan distribusi partikel organik menjadi lebih merata (Akbar dkk., 2015; Miskah dkk., 2017).

Penelitian terdahulu seperti yang dilakukan oleh Antu & Djamilu (2019) serta Rezza & Fauzi (2023) menunjukkan bahwa desain mesin yang optimal, termasuk pengaturan kecepatan dan kapasitas, memiliki pengaruh signifikan pada kinerja mesin pengolah sampah organik. Dalam penelitian ini, pengaduk mekanis berkapasitas 50 kg dirancang dengan variasi kecepatan 30 RPM, 45 RPM, dan 60 RPM, serta waktu pengadukan 20, 30, dan 40 menit. Data eksperimen menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan pengadukan dari 30 RPM ke 60 RPM menghasilkan peningkatan homogenitas dari 58% – 69% menjadi 74% – 80%, mendukung asumsi bahwa kecepatan berbanding lurus dengan homogenitas material organik.

Namun, nilai P-value untuk interaksi antara kecepatan pengaduk dan waktu pengadukan adalah 0,597, yang menunjukkan bahwa tidak adanya interaksi yang signifikan. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaruh masing-masing faktor terhadap homogenitas terjadi secara independen, konsisten dengan hasil studi Prajitno dkk. (2023) yang menemukan bahwa homogenitas campuran dapat ditingkatkan secara terpisah melalui pengaturan jumlah bilah dan sudut kemiringan *impeller*.

Berdasarkan waktu pengadukan, penelitian Miskah dkk. (2017) menunjukkan bahwa waktu pengadukan yang lebih lama memungkinkan reaktan lebih banyak berinteraksi, sehingga meningkatkan jumlah dan kualitas kompos yang dihasilkan. Penelitian ini juga mendukung bahwa waktu pengadukan optimal diperlukan untuk mencapai homogenitas tinggi, seperti yang diamati pada durasi 40 menit, di mana homogenitas mencapai 83%.

Homogenitas, sebagaimana didefinisikan oleh Prajitno dkk. (2023), adalah distribusi keseragaman konsentrasi dalam suatu area. Dalam penelitian ini, homogenitas diukur melalui distribusi warna sekam kuning dan hitam. Ketidakseimbangan rasio warna meskipun dekat

50:50 menunjukkan adanya faktor lain yang memengaruhi hasil, seperti intervensi warna dari partikel yang tidak terdeteksi oleh analisis warna berbasis aplikasi.

Secara teoritis, kecepatan pengadukan juga memiliki kaitan dengan sirkulasi udara yang mendukung aktivitas mikroba selama proses dekomposisi, seperti yang dijelaskan oleh Akbar dkk. (2015). Dengan demikian, temuan penelitian ini memperkuat pentingnya pengaturan parameter kecepatan dan waktu pengadukan untuk mencapai homogenitas yang optimal, sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan analisis CFD dan metode berbasis teknologi modern (Futri dkk., 2019).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa kecepatan pengaduk ganda dan waktu pengadukan memiliki pengaruh signifikan terhadap homogenitas sampah organik dalam proses pengomposan, dengan peningkatan homogenitas yang optimal terjadi pada kecepatan 60 RPM dan durasi 40 menit. Kecepatan yang lebih tinggi mempercepat distribusi partikel, sementara waktu pengadukan yang cukup memastikan tercapainya distribusi yang merata, sehingga meningkatkan efisiensi dekomposisi mikroba. Analisis ANOVA mengonfirmasi bahwa kedua variabel tersebut berkontribusi secara independen terhadap homogenitas, tanpa adanya interaksi signifikan di antara keduanya. Saran dari penelitian ini adalah agar pengaturan kecepatan dan waktu pengadukan dioptimalkan untuk meningkatkan kualitas kompos. Desain mesin pengaduk juga dapat disempurnakan dengan menambahkan bilah pengaduk atau mengatur sudut kemiringan untuk lebih meningkatkan homogenitas. Selain itu, pengujian lebih lanjut dengan variasi material dan analisis CFD dapat dilakukan untuk memahami lebih dalam pola aliran dan distribusi material selama pengadukan.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Politeknik Negeri Malang atas dukungan dan fasilitas yang telah diberikan selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih atas bimbingan dari para dosen serta akses ke sarana dan prasarana yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini dengan baik. Semoga kontribusi ini dapat memberikan manfaat yang luas bagi perkembangan teknologi yang ada.

DAFTAR REFERENSI

- Akbar, M. A., Ahmad, A., & Muria, S. R. (2015). Pengaruh kecepatan pengadukan pada pembuatan bioetanol dari pelepah sawit menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*.
- Antu, E. S., & Djamilu, Y. (2019). Desain mesin pencacah sampah organik rumah tangga untuk pembuatan pupuk kompos. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 3(2), 57. <https://doi.org/10.30869/jtpg.v3i2.247>
- Ashlihah, Saputri, M. M., & Fauzan, A. (2020). Pelatihan pemanfaatan limbah rumah tangga organik menjadi pupuk kompos. *Jumat*, 1(1).
- Futri, F. A. (2019). Pemantauan homogenitas dekomposisi pupuk kompos menggunakan kamera termal berbasis computer vision.
- Miskah, S., Apriani, R., & Miranda, D. (2017). Pengaruh waktu reaksi dan kecepatan pengadukan terhadap konversi biodiesel dari lemak ayam dengan proses transesterifikasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(1), 57–66.
- Nugraha, N., Pratama, D. S., Sopian, S., & Roberto, N. (2019). Rancang bangun mesin pencacah sampah organik rumah tangga. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 3(3). <https://doi.org/10.26760/jrh.v3i3.3428>
- Prajitno, D. H., Sholeh, D. R., & Fitriani, B. (2023). Pengaruh jumlah blade dan angle impeller terhadap pola aliran dan homogenitas pada proses pencampuran CaCO₃ menggunakan metode *Computational Fluid Dynamic*.
- Rezza, I. M., & Fauzi, A. S. (2023). Rancang bangun alat pencacah sampah organik berkapasitas 25 kg/10 menit. *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, 7(2), 766–771. <https://doi.org/10.29407/inotek.v7i2.3495>
- Sembodo, B. S. T., Noorlyta, A., & Erika Laila, N. M. (2010). Pengaruh kecepatan putar pengaduk proses pemecahan emulsi santan buah kelapa menjadi virgin coconut oil (VCO). *EKUILIBRIUM*, 9(1), 17–22.
- Taufiqurrahman. (2016). Optimalisasi pengolahan sampah berdasarkan timbulan dan karakteristik sampah di Kecamatan Pujon Kabupaten Malang.