

Efektivitas Komposter Otomatis dengan Modifikasi Pipa Sirkulasi dan Bioaktivator Air Cucian Beras

Adelia Dwi Kusuma Ningrum, Mohamad Mirwan*

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya

*Koresponden email: mmirwan.tl@upnjatim.ac.id

Diterima: 30 Juli 2025

Disetujui: 05 Agustus 2025

Abstract

This study aims to evaluate the effectiveness of an automatic composter based on temperature sensors and microcontroller-driven stirrers, equipped with modified air circulation pipes, in producing high-quality compost using rice washing water as a bioactivator. The method involved a 21-day aerobic composting process utilizing three types of air circulation pipe designs (control, L-shape, and U-shape), with and without the addition of the bioactivator. The materials used included a mixture of market vegetable waste, sawdust, and rice washing water. Parameters observed included temperature, pH, moisture content, organic carbon (C), total nitrogen (N), phosphate (P_2O_5), potassium (K_2O), and C/N ratio. The results showed that the automatic system effectively maintained temperatures in the range of 30–33°C and facilitated a stable decomposition process. The U-shaped circulation pipe design yielded the most optimal results, particularly in temperature control, moisture retention, and achieving a C/N ratio of 12.62 by day 21. The addition of rice washing water as a bioactivator also accelerated decomposition and enhanced the compost's nutrient content. Overall, the integration of the U-shaped pipe design with a temperature sensor-based automatic system significantly improved composting effectiveness and efficiency, producing compost that meets the SNI 19-7030-2004 standard.

Keywords: *automatic composter, circulation pipe, bioactivator, rice washing water, temperature, compost quality*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas komposter otomatis berbasis sensor suhu dan pengaduk mikrokontroler dengan modifikasi pipa sirkulasi terhadap kualitas kompos yang dihasilkan, menggunakan bioaktivator air cucian beras. Metode yang digunakan meliputi pengomposan aerobik selama 21 hari menggunakan tiga jenis desain pipa sirkulasi (kontrol, bentuk L, dan bentuk U), baik dengan maupun tanpa penambahan bioaktivator. Bahan yang digunakan adalah campuran sayuran hijau pasar, serbuk gergaji, dan air cucian beras. Parameter yang diamati mencakup suhu, pH, kadar air, C-organik, N-total, fosfat (P_2O_5), kalium (K_2O), dan rasio C/N. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem otomatis mampu menjaga suhu pada kisaran 30–33°C dan memfasilitasi proses dekomposisi yang stabil. Modifikasi desain pipa sirkulasi berbentuk U memberikan hasil paling optimal, terutama pada parameter suhu, kadar air, dan rasio C/N yang mencapai 12,62 pada hari ke-21. Penambahan air cucian beras sebagai bioaktivator juga mempercepat proses pengomposan dan meningkatkan kandungan hara kompos. Secara keseluruhan, integrasi antara desain pipa sirkulasi U dan sistem otomatis berbasis sensor suhu terbukti meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengomposan serta menghasilkan kompos dengan kualitas yang memenuhi standar SNI 19-7030-2004.

Kata Kunci: *komposter otomatis, pipa sirkulasi, bioaktivator, air cucian beras, suhu, kualitas kompos*

1. Pendahuluan

Peningkatan timbulan sampah organik dari pasar tradisional dan rumah tangga menjadi tantangan serius dalam pengelolaan lingkungan. Data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) mencatat bahwa Kabupaten Bojonegoro menghasilkan sekitar 133.369 ton sampah per tahun, dengan 13,46% berasal dari pasar tradisional yang mayoritas berupa limbah organik mudah membusuk. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah ini berpotensi mencemari lingkungan dan mengganggu kesehatan masyarakat. Di sisi lain, limbah industri seperti serbuk gergaji yang sering dibakar juga memicu polusi udara. Kombinasi limbah organik segar dengan limbah karbon tinggi seperti serbuk gergaji dapat dimanfaatkan untuk pembuatan kompos, asalkan keseimbangan rasio C/N dapat dicapai [1].

Komposting aerobik menjadi salah satu solusi ramah lingkungan yang efektif untuk mengelola sampah organik. Namun, sistem komposter konvensional sering menghadapi kendala dalam hal aerasi dan

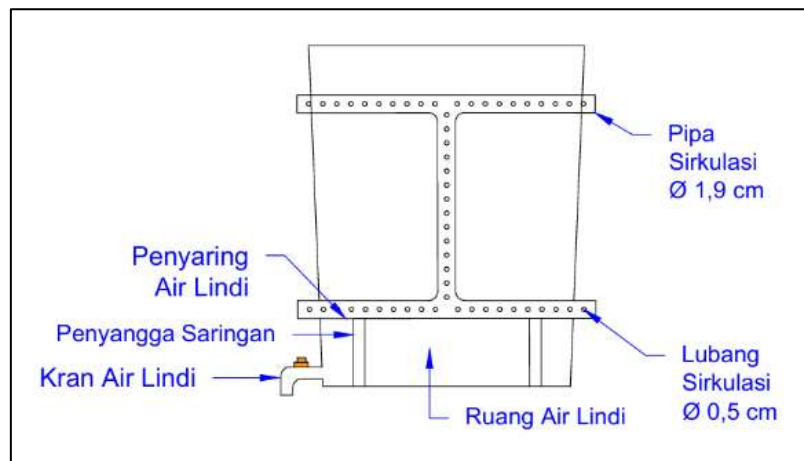
pengadukan yang kurang optimal, sehingga menghambat efisiensi dekomposisi [2]. Oleh karena itu, penerapan teknologi otomatis berbasis sensor suhu dan pengaduk mikrokontroler, serta modifikasi desain pipa sirkulasi, menjadi pendekatan inovatif yang dapat meningkatkan efisiensi proses [3]. Selain itu, penambahan bioaktivator alami seperti air cucian beras diyakini mampu mempercepat proses dekomposisi dan meningkatkan kualitas kompos akhir.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas sistem komposter otomatis dengan berbagai desain pipa sirkulasi, serta menganalisis pengaruh penambahan bioaktivator air cucian beras terhadap kualitas kompos berdasarkan parameter suhu, pH, kadar air, C-organik, N-total, fosfat, kalium, dan rasio C/N.

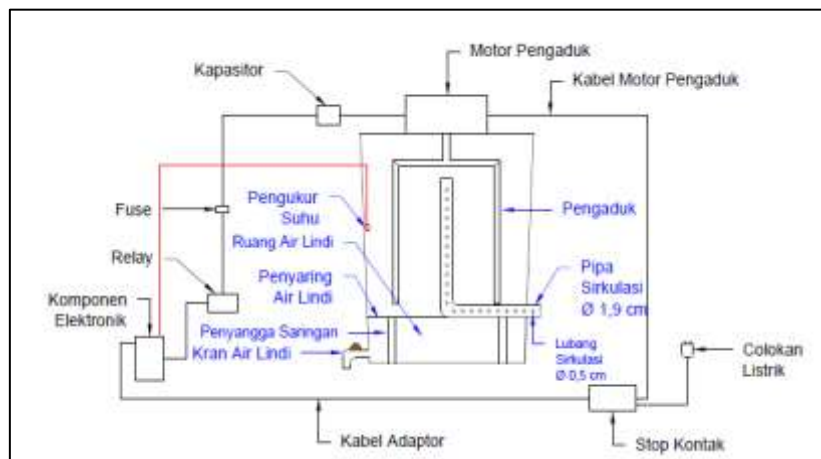
2. Metode Penelitian

Alat dan Bahan

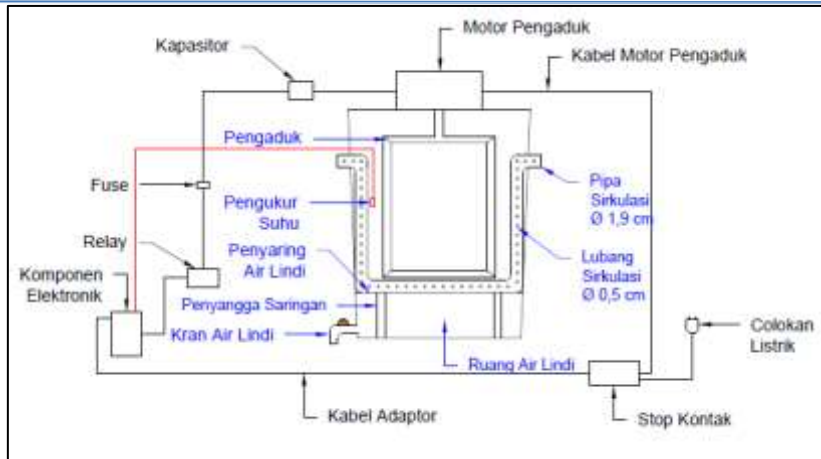
Penelitian ini menggunakan komposter berbahan ember bekas berkapasitas 25 liter dengan tiga variasi desain: kontrol (tanpa pipa), pipa sirkulasi bentuk L, dan U. Sistem dilengkapi sensor suhu DS18B20, mikrokontroler Arduino Uno R3, motor dinamo SRD-150-COP, SSR 40DA, dan LCD 16x2. Rangkaian elektronik dirakit menggunakan breadboard, kabel jumper, adaptor, dan resistor. Bahan yang digunakan terdiri dari sayuran hijau pasar (3 kg), serbuk gergaji (0,5 kg), dan air cucian beras (0,35 liter) sebagai bioaktivator.



Gambar 1. Rangkaian Alat Komposter Kontrol
 Sumber : Gambar Rancangan, 2025



Gambar 2. Rangkaian Alat Komposter Modifikasi Pipa L
 Sumber : Gambar Rancangan, 2025



Gambar 3. Rangkaian Alat Komposter Modifikasi Pipa U
Sumber : Gambar Rancangan, 2025

Prosedur Penelitian

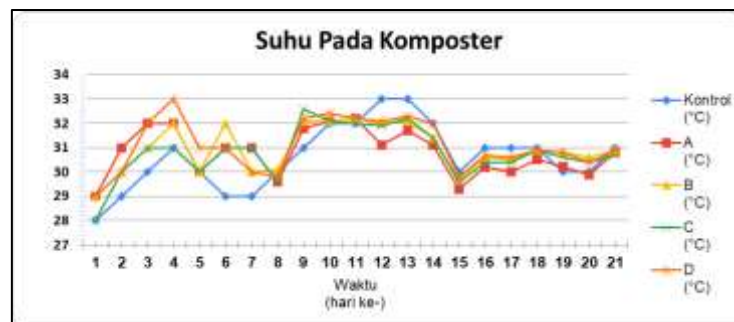
Prosedur penelitian diawali dengan pengumpulan bahan berupa sayuran hijau dari pasar, serbuk gergaji dari industri kayu, dan air cucian beras dari limbah rumah tangga. Sayuran dipotong kecil-kecil untuk memperluas permukaan dekomposisi, kemudian dicampur merata dengan serbuk gergaji dan air cucian beras sesuai komposisi. Setiap komposter diisi bahan dengan perbandingan 3 kg sayuran hijau, 0,5 kg serbuk gergaji, dan 0,35 liter air cucian beras (10% dari total berat bahan), kecuali pada perlakuan tanpa bioaktivator. Komposter yang digunakan terdiri dari tiga desain: kontrol, pipa sirkulasi bentuk L, dan bentuk U. Setiap desain diuji dengan dan tanpa penambahan bioaktivator. Sistem komposter dilengkapi dengan pengaduk otomatis berbasis sensor suhu, yang akan mengaktifkan motor pengaduk saat suhu mencapai $\geq 32^{\circ}\text{C}$ dan berhenti saat suhu kembali stabil. Proses pengomposan berlangsung selama 21 hari. Pengambilan sampel dilakukan setiap tujuh hari (hari ke-7, 14, dan 21) untuk mengukur parameter suhu, pH, kadar air, C-organik, N-total, P_2O_5 , K_2O , dan rasio C/N. Seluruh data dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan standar kualitas kompos menurut SNI 19-7030-2004.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan bahan organik berupa sayuran hijau dari pasar, serbuk gergaji dari industri kayu, dan air cucian beras sebagai bioaktivator. Sayuran dipotong kecil, lalu dicampur dengan serbuk gergaji dan air cucian beras sesuai komposisi. Komposter dibuat dari ember bekas 25 liter yang dimodifikasi menjadi sistem aerob dengan ruang kompos dan ruang lindi, serta dilengkapi pipa sirkulasi (kontrol, L, dan U). Sistem pengadukan otomatis menggunakan pengaduk segitiga dan sensor suhu yang mengaktifkan motor saat suhu mencapai batas tertentu untuk menjaga kondisi aerobik. Bahan dimasukkan ke komposter dengan komposisi 3 kg sayuran, 0,5 kg serbuk gergaji, dan 0,35 liter air cucian beras. Proses pengomposan berlangsung selama 21 hari dengan pemantauan suhu, pH, dan unsur hara setiap tujuh hari.

Kinerja Alat Pengomposan Otomatis dalam Mengatur Suhu

Pada tahap ini, dilakukan analisis terhadap suhu yang dihasilkan selama proses pengomposan dengan menggunakan alat otomatis.



Gambar 4. Grafik Suhu Harian
Sumber : Hasil Analisa, 2025

Keterangan :
 Kontrol : Kontrol
 A : Letter L
 B : Letter L + Air Cucian Beras
 C : Letter U + Air Cucian Beras
 D : Letter U

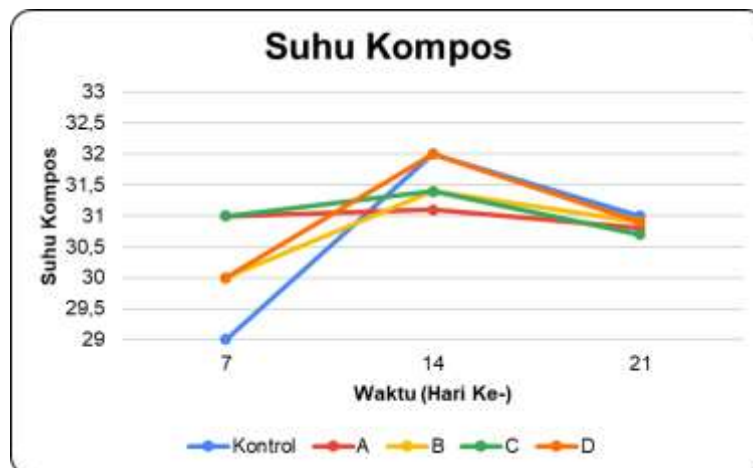
Proses pengomposan selama 21 hari menunjukkan fluktuasi suhu pada semua perlakuan. Pada hari ke-1 hingga ke-3, suhu masih berkisar 28–32°C, menandakan fase mesofilik awal. Mulai hari ke-4 hingga ke-12, suhu perlakuan A, B, C, dan D meningkat dan stabil di kisaran 30–33°C, dengan perlakuan B dan C menunjukkan peningkatan lebih cepat dibanding kontrol. Suhu puncak tercapai pada hari ke-12, dengan kontrol mencapai 33°C, dan perlakuan lainnya sekitar 31,9–32,1°C. Setelah itu, suhu menurun perlahan dan stabil di kisaran 30–31°C hingga hari ke-21. Tidak tercapainya fase termofilik (>40°C) diduga akibat volume bahan kecil, rasio C/N yang belum optimal, dan aerasi serta pengadukan yang kurang intens [4]. Meski demikian, suhu yang stabil dalam kisaran mesofilik menunjukkan bahwa alat otomatis berhasil menjaga kondisi dekomposisi tetap berlangsung. Perlakuan B dan D memberikan respons suhu yang lebih cepat dan stabil, menandakan efektivitas modifikasi dalam mendukung penguraian bahan organik.

Efektivitas Modifikasi Desain Pipa Sirkulasi

Desain pipa sirkulasi berpengaruh signifikan terhadap efektivitas proses pengomposan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pipa berbentuk U memberikan performa terbaik dibandingkan kontrol dan bentuk L. Perlakuan D (pipa U tanpa bioaktivator) mencapai suhu optimal lebih cepat, menjaga kelembaban lebih stabil, dan menunjukkan penurunan C-organik yang signifikan. pH media juga lebih cepat mendekati netral, menunjukkan penguraian asam yang baik. Kandungan nitrogen total, fosfat, dan kalium lebih tinggi dan stabil pada perlakuan dengan pipa U, serta menghasilkan rasio C/N terbaik sebesar 12,62 pada hari ke-21. Hal ini menunjukkan bahwa desain pipa sirkulasi berbentuk U paling efektif dalam mendukung aerasi, mempercepat dekomposisi, dan menghasilkan kompos berkualitas.

Analisis Suhu Kompos

Temperatur (suhu) merupakan salah satu indikator yang mendadakan perubahan aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik. Kompos dinyatakan matang apabila suhu menyerupai suhu air tanah dan pada umumnya berkisar 28 - 30°C [5].



Gambar 5. Grafik Suhu Mingguan Kompos

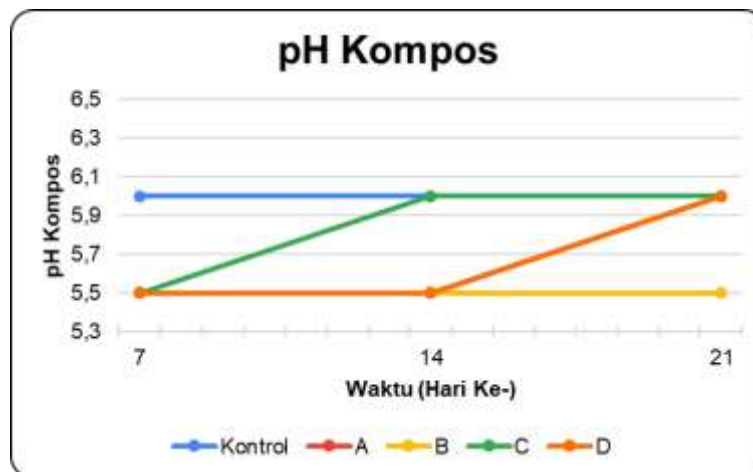
Sumber : Hasil Penelitian, 2025

Keterangan :
 Kontrol : Kontrol
 A : Letter L
 B : Letter L + Air Cucian Beras
 C : Letter U + Air Cucian Beras
 D : Letter U

Hasil pemantauan suhu menunjukkan bahwa semua perlakuan dengan sistem pengadukan (A–D) memiliki suhu lebih tinggi dibanding kontrol. Pada hari ke-7, perlakuan C dan D (pipa U) menunjukkan kestabilan suhu terbaik, mengindikasikan efektivitas aerasi. Puncak suhu tercapai pada hari ke-14, dengan perlakuan B (pipa L + bioaktivator) dan D (pipa U tanpa bioaktivator) mencapai 32°C, menunjukkan aktivitas mikroba termofilik yang optimal. Pada hari ke-21, suhu mulai menurun ke kisaran 30,6°C–30,9°C, menandakan fase maturasi. Pola suhu yang terbentuk membuktikan bahwa desain pipa sirkulasi, terutama bentuk U, berperan dalam menjaga stabilitas dan distribusi panas selama proses dekomposisi berlangsung. Kisaran suhu 30–32°C cukup ideal untuk mendukung aktivitas mikroorganisme aerobik dalam sistem komposter skala kecil [6].

Analisa pH Kompos

pH kompos merupakan salah satu indikator kematangan, pH berpengaruh terhadap mikroorganisme dalam mendekomposisikan bahan organik [7].



Gambar 6. Grafik pH Mingguan
 Sumber : Hasil Penelitian, 2025

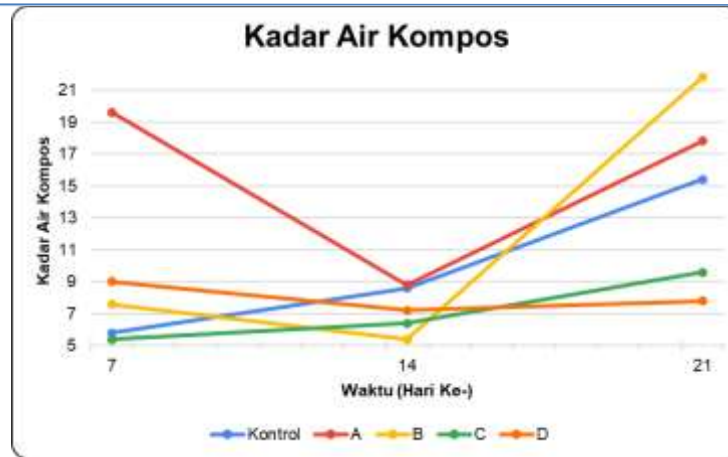
Keterangan :

- Kontrol : Kontrol
- A : Letter L
- B : Letter L + Air Cucian Beras
- C : Letter U + Air Cucian Beras
- D : Letter U

Berdasarkan SNI 19-7030-2004, pH kompos ideal berada pada kisaran 6,8–7,49. Namun, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa seluruh perlakuan masih berada di bawah standar tersebut, yaitu antara 5,5 hingga 6 selama 21 hari proses pengomposan. Pada awal proses (hari ke-7), pH rendah akibat pembentukan asam organik dari dekomposisi bahan segar seperti sayuran. Kenaikan pH mulai terlihat pada hari ke-14 hingga ke-21, terutama pada perlakuan C (pipa U + air cucian beras) yang lebih cepat menuju netral dibanding perlakuan lain. Meskipun belum memenuhi standar SNI, tren kenaikan pH menunjukkan proses dekomposisi berjalan baik. Rendahnya pH akhir kemungkinan disebabkan oleh waktu pengomposan yang belum optimal dan tingginya kadar bahan mudah asam. Diperlukan proses pematangan lanjutan agar pH mencapai kisaran ideal [8].

Analisa Kadar Air Kompos

Kadar air merupakan salah satu faktor penting dalam proses pengomposan karena memengaruhi aktivitas mikroorganisme dan kestabilan proses dekomposisi bahan organik .



Gambar 7. Grafik Kadar Air Kompos
 Sumber : Hasil Penelitian, 2025

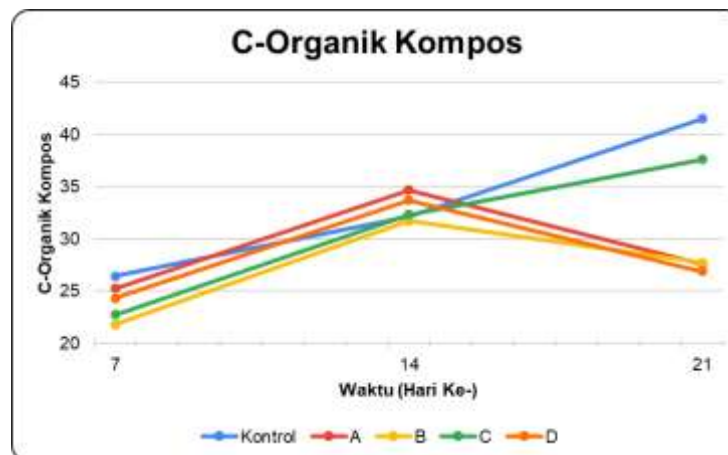
Keterangan :

- Kontrol : Kontrol
- A : Letter L
- B : Letter L + Air Cucian Beras
- C : Letter U + Air Cucian Beras
- D : Letter U

Hasil pengukuran kadar air menunjukkan fluktuasi selama proses pengomposan. Pada hari ke-7, kadar air bervariasi antar perlakuan, dengan nilai tertinggi pada perlakuan A (19,6%) dan terendah pada C (5,4%). Perbedaan ini dipengaruhi oleh jenis bahan dan penambahan bioaktivator. Pada hari ke-14, kadar air menurun signifikan pada semua perlakuan dengan pengadukan, akibat meningkatnya suhu dan evaporasi [9]. Sebaliknya, perlakuan kontrol justru mengalami kenaikan kadar air karena tidak adanya pengadukan. Pada hari ke-21, kadar air meningkat kembali akibat menurunnya aktivitas mikroorganisme dan penguapan. Perlakuan B mencatat kenaikan tertinggi (21,8%), sedangkan C dan D tetap lebih stabil. Namun, kadar air semua perlakuan masih jauh di bawah standar SNI 19-7030-2004 (40–60%), menunjukkan kondisi kompos yang terlalu kering. Hal ini dapat menghambat dekomposisi dan dipengaruhi oleh ukuran komposter kecil, ventilasi tinggi, dan pengadukan otomatis. Oleh karena itu, pengendalian kelembaban tambahan seperti penyiraman rutin disarankan agar proses pengomposan berlangsung optimal [7].

Analisis C-Organik Kompos

Karbon organik (C-Organik) adalah unsur penting dalam kompos yang berfungsi sebagai sumber energi bagi mikroorganisme pengurai dan berperan dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Selama proses pengomposan, kadar C-Organik umumnya akan menurun seiring terjadinya dekomposisi bahan organik oleh aktivitas mikroorganisme.



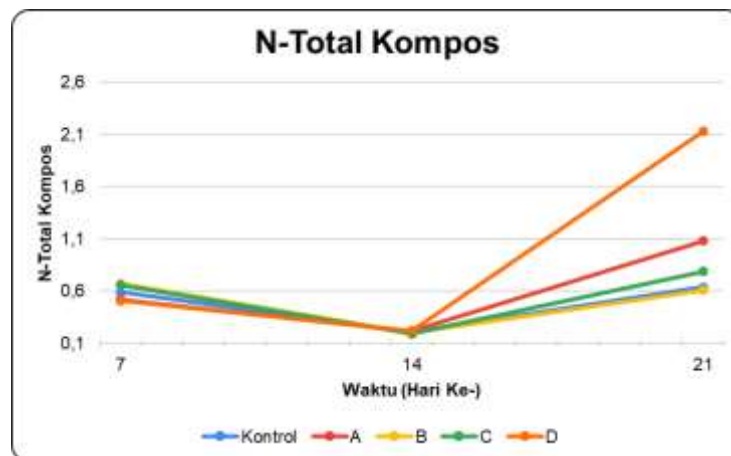
Gambar 8. Grafik C-Organik Kompos
 Sumber : Hasil Penelitian, 2025

Keterangan :
 Kontrol : Kontrol
 A : Letter L
 B : Letter L + Air Cucian Beras
 C : Letter U + Air Cucian Beras
 D : Letter U

Hasil pengukuran kadar C-organik menunjukkan variasi antar perlakuan dan waktu. Pada hari ke-7, kadar C-organik masih tinggi (21,81%–26,43%), menandakan dekomposisi awal. Hari ke-14 menunjukkan lonjakan kadar C-organik pada semua perlakuan, dengan perlakuan A tertinggi (34,69%). Kenaikan ini menunjukkan aktivitas mikroba dan proses humifikasi sedang optimal [10]. Namun pada hari ke-21, kadar C-organik menurun pada perlakuan dengan pengadukan (A–D), sedangkan kontrol terus meningkat hingga 41,51%. Penurunan ini menunjukkan dekomposisi karbon berjalan efektif dengan bantuan aerasi dan pengadukan, sedangkan kontrol mengalami perlambatan. Dibandingkan standar SNI (9,80%–32,00%), sebagian perlakuan mulai hari ke-14 sudah melebihi batas, terutama kontrol pada hari ke-21. Hasil ini menunjukkan bahwa durasi 21 hari belum cukup untuk mencapai kadar C-organik ideal. Namun, perlakuan dengan pipa sirkulasi dan bioaktivator, terutama B dan D, menunjukkan efisiensi lebih tinggi dalam mempercepat penguraian bahan organik dibanding kontrol.

Analisis Nitrogen Total Kompos

Kadar nitrogen total (N-total) merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas kompos, karena berperan dalam penyediaan unsur hara bagi tanaman dan sebagai indikator tingkat kematangan kompos. Selama proses pengomposan, kadar nitrogen dapat mengalami fluktuasi akibat aktivitas dekomposisi bahan organik yang melepaskan senyawa nitrogen ke udara dalam bentuk amonia atau terlarut dalam lindi.



Gambar 9. Grafik N-Total Kompos
 Sumber : Hasil Penelitian, 2025

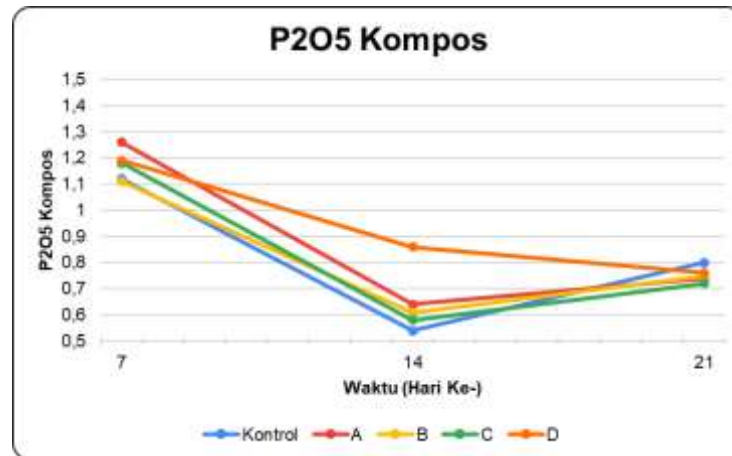
Keterangan :
 Kontrol : Kontrol
 A : Letter L
 B : Letter L + Air Cucian Beras
 C : Letter U + Air Cucian Beras
 D : Letter U

Hasil pengukuran kadar N-total menunjukkan variasi antar perlakuan dan waktu. Pada hari ke-7, kadar N-total masih tinggi, dengan nilai tertinggi pada perlakuan B (0,67%) dan C (0,66%), menunjukkan peran bioaktivator air cucian beras sebagai sumber nitrogen tambahan. Perlakuan tanpa bioaktivator (A dan D) mencatat kadar lebih rendah. Pada hari ke-14, semua perlakuan mengalami penurunan drastis (0,19%–0,22%) akibat pemanfaatan nitrogen oleh mikroorganisme dan kemungkinan volatilisasi dalam bentuk amonia saat suhu meningkat [11]. Namun, pada hari ke-21, kadar N-total meningkat kembali, terutama pada perlakuan D (2,13%), menunjukkan efektivitas desain pipa U dalam mempertahankan nitrogen melalui aerasi optimal.

Dibandingkan dengan standar SNI ($\geq 0,40\%$), seluruh perlakuan hari ke-7 dan ke-21 memenuhi syarat, sedangkan hari ke-14 berada di bawah ambang batas. Secara keseluruhan, perlakuan D paling efektif dalam mempertahankan dan meningkatkan kadar N-total, sedangkan perlakuan dengan bioaktivator cenderung fluktuatif karena pengaruh fermentasi cepat dan kehilangan nitrogen [12].

Analisis Fosfor (P_2O_5) Kompos

Fosfat (P_2O_5) merupakan salah satu unsur hara penting dalam kompos yang berperan dalam mendukung pertumbuhan akar tanaman dan perkembangan jaringan generatif. Kandungan P_2O_5 dalam kompos dapat dipengaruhi oleh jenis bahan organik yang digunakan, aktivitas mikroorganisme selama proses dekomposisi, serta sistem aerasi dan pengelolaan kelembaban dalam komposter.



Gambar 10. Grafik P₂O₅ Kompos
 Sumber : Hasil Penelitian, 2025

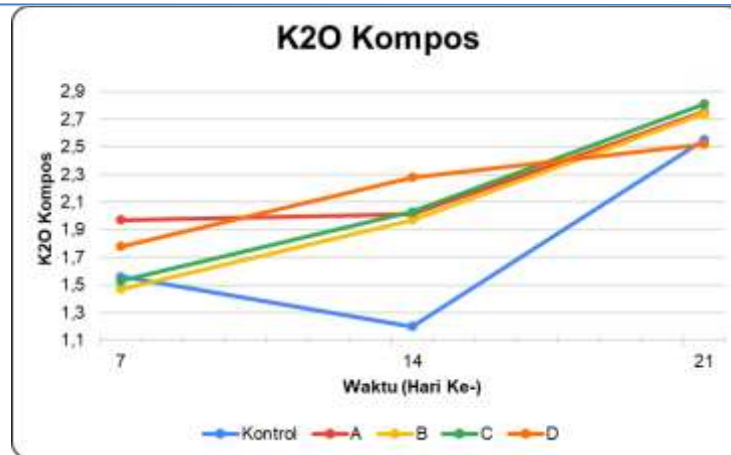
Keterangan :

- Kontrol : Kontrol
- A : Letter L
- B : Letter L + Air Cucian Beras
- C : Letter U + Air Cucian Beras
- D : Letter U

Hasil pengujian kadar P_2O_5 menunjukkan perubahan selama proses pengomposan. Pada hari ke-7, semua perlakuan memiliki kadar P_2O_5 tinggi (1,11%–1,26%), mencerminkan ketersediaan fosfat dari bahan organik segar. Hari ke-14 terjadi penurunan signifikan karena fosfat digunakan mikroorganisme untuk metabolisme. Perlakuan D (pipa U) menunjukkan kadar tertinggi (0,86%), menunjukkan aerasi optimal membantu mempertahankan nutrisi, sedangkan kontrol mengalami penurunan terbesar (0,54%). Pada hari ke-21, sebagian perlakuan mengalami peningkatan kembali, seperti kontrol (0,80%) dan perlakuan B dan C yang mencapai 0,75% dan 0,72%, menandakan proses pelarutan fosfat lanjutan. Seluruh perlakuan tetap berada jauh di atas standar SNI ($\geq 0,10\%$), dengan kisaran 0,58%–1,26%, menunjukkan kualitas kompos yang baik dalam kandungan fosfat. Secara keseluruhan, perlakuan D paling stabil mempertahankan kadar P_2O_5 , sedangkan perlakuan dengan bioaktivator mengalami fluktuasi lebih besar. Namun, semua perlakuan menghasilkan kompos yang layak dan bermanfaat bagi tanaman [13].

Analisis Kalium (K_2O) Kompos

Kalium (K_2O) merupakan unsur hara makro penting dalam kompos yang berfungsi meningkatkan kekuatan jaringan tanaman, memperbaiki ketahanan terhadap penyakit, dan mendukung proses pembentukan buah dan biji. Kandungan K_2O dalam kompos dipengaruhi oleh jenis bahan baku organik, sistem aerasi, serta proses dekomposisi selama pengomposan.



Gambar 11. Grafik K₂O Kompos
Sumber : Hasil Penelitian, 2025

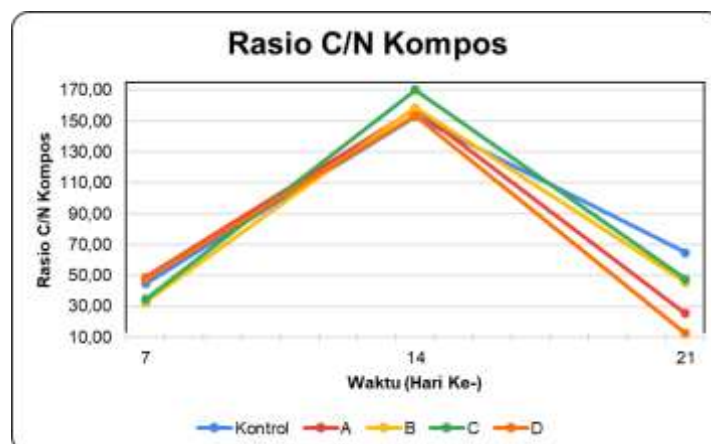
Keterangan :

- Kontrol : Kontrol
- A : Letter L
- B : Letter L + Air Cucian Beras
- C : Letter U + Air Cucian Beras
- D : Letter U

Hasil pengujian kadar K₂O menunjukkan peningkatan signifikan selama proses pengomposan. Pada hari ke-7, kadar K₂O masih rendah dan relatif seragam, dengan kontrol 1,56% dan perlakuan lainnya antara 1,78%–1,97%. Ini menunjukkan bahwa pelepasan kalium masih terbatas karena aktivitas mikroba belum maksimal. Hari ke-14 menunjukkan kenaikan kadar K₂O pada semua perlakuan dengan pengadukan, terutama perlakuan C (2,03%) dan B (1,97%), berkat efektivitas bioaktivator dan aerasi. Sementara itu, kontrol justru menurun menjadi 1,2% akibat kurangnya sirkulasi udara. Pada hari ke-21, terjadi lonjakan signifikan dengan kadar tertinggi pada perlakuan C (2,85%), diikuti B dan A (sekitar 2,74%), serta kontrol (2,55%). Peningkatan ini mencerminkan dekomposisi aktif dan pelepasan kalium yang maksimal. Dibandingkan standar SNI ($\geq 0,20\%$), seluruh perlakuan telah jauh melampaui batas sejak awal. Secara keseluruhan, perlakuan C (pipa U + bioaktivator) paling efektif mempertahankan dan meningkatkan kadar K₂O, menunjukkan bahwa kombinasi desain aerasi optimal dan bioaktivator mendukung pelepasan unsur hara secara efisien [14].

Analisis Rasio C/N Kompos

Rasio C/N (karbon terhadap nitrogen) merupakan parameter penting dalam proses pengomposan karena mencerminkan keseimbangan antara sumber energi mikroorganisme (karbon) dan nitrogen sebagai unsur pembentuk protein. Rasio C/N yang ideal berperan dalam menentukan laju dekomposisi dan kematangan kompos. Umumnya, rasio C/N akan menurun seiring proses pengomposan karena senyawa karbon mengalami penguraian dan nitrogen relatif lebih stabil.



Gambar 12. Grafik Rasio C/N Kompos
Sumber : Hasil Penelitian, 2025

Keterangan	:
Kontrol	: Kontrol
A	: Letter L
B	: Letter L + Air Cucian Beras
C	: Letter U + Air Cucian Beras
D	: Letter U

Hasil pengukuran rasio C/N menunjukkan bahwa pada hari ke-7 seluruh perlakuan masih tinggi (>30), menandakan dekomposisi baru dimulai. Perlakuan C (pipa U + air cucian beras) memiliki rasio terendah (34,48), menunjukkan awal aktivitas mikroba yang lebih cepat berkat aerasi yang baik. Pada hari ke-14, rasio C/N meningkat tajam di semua perlakuan, mencapai >150, dengan perlakuan C tertinggi (170). Kenaikan ini disebabkan oleh volatilitas nitrogen akibat suhu tinggi dan peluruhan karbon yang belum seimbang. Hari ke-21 menunjukkan penurunan signifikan pada semua perlakuan, terutama perlakuan D (pipa U) yang mencapai rasio 12,62, sesuai standar SNI (<20), menandakan kompos hampir matang. Perlakuan lain juga menurun, namun belum seefektif D. Kontrol tetap tinggi (>60), menunjukkan dekomposisi lambat tanpa pengadukan. Ini membuktikan bahwa desain pipa U paling efektif mempercepat pematangan kompos [15].

Pengaruh Penambahan Bioaktivator Air Cucian Beras

Bioaktivator berfungsi mempercepat dekomposisi bahan organik dengan meningkatkan aktivitas mikroorganisme. Dalam penelitian ini, bioaktivator berupa air cucian beras ditambahkan pada perlakuan B (pipa L) dan C (pipa U), yang terbukti mempercepat fase mesofilik dengan peningkatan suhu lebih cepat dibanding kontrol. Penambahan bioaktivator juga menyebabkan pH awal lebih rendah akibat pembentukan asam organik, namun perlakuan C menunjukkan peningkatan pH menuju netral pada hari ke-21. Kadar air pada perlakuan B naik tajam hingga 21,8%, sedangkan perlakuan C tetap stabil karena dukungan aerasi yang baik.

Perlakuan C menunjukkan penurunan C-organik signifikan dan kadar N-total, fosfat, serta kalium yang lebih tinggi, mencerminkan dekomposisi dan retensi unsur hara yang baik. Namun, rasio C/N pada perlakuan B dan C masih tinggi (≥ 45), belum memenuhi standar ideal, berbeda dengan perlakuan D (tanpa bioaktivator) yang mencapai 12,62. Secara keseluruhan, bioaktivator air cucian beras efektif mempercepat awal dekomposisi dan mempertahankan unsur hara, namun perlu didukung sistem aerasi optimal agar rasio C/N dapat diturunkan dan kompos mencapai kematangan sesuai standar [16].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa alat pengomposan otomatis berbasis sensor suhu efektif menjaga suhu proses dalam kisaran mesofilik (30–32°C), meskipun belum mencapai fase termofilik. Modifikasi pipa sirkulasi, khususnya model letter U (perlakuan D), terbukti paling efektif dalam mempercepat dekomposisi, menjaga suhu stabil, dan menghasilkan kompos dengan kualitas terbaik.

Kompos yang dihasilkan secara umum telah memenuhi standar SNI 19-7030-2004 untuk kandungan P_2O_5 , K_2O , dan N-total pada akhir pengomposan, namun masih belum memenuhi standar untuk kadar air dan rasio C/N pada sebagian besar perlakuan. Perlakuan D berhasil menurunkan rasio C/N hingga 12,62, memenuhi kriteria kompos matang.

Penambahan bioaktivator air cucian beras mampu mempercepat aktivitas mikroorganisme dan mempertahankan unsur hara, namun jika tidak diimbangi dengan pengaturan kelembaban yang baik, dapat menyebabkan volatilitas nitrogen yang menghambat pencapaian rasio C/N ideal. Dengan demikian, kombinasi antara sistem aerasi yang baik dan pengendalian kelembaban menjadi kunci dalam menghasilkan kompos berkualitas optimal.

5. Daftar Pustaka

- [1] N. Salman, "Potensi Serbuk Gergaji Sebagai Bahan Pupuk Kompos," *J. Komposit*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2022, doi: 10.32832/komposit.v4i1.3695.
- [2] S. A. Nabila, A. A. Muayyadi, and I. H. Santoso, "Monitoring Kontrol Suhu Dan Kelembaban Pada Pembuatan Kompos Berbasis Internet Of Things," *e-Proceeding Eng.*, vol. 10, no. 5, pp. 4225–4230, 2023.
- [3] A. Akhmad, N. Ulhasanah, and M. M. Sari, "Desain Komposter Sampah Pasar sebagai Solusi Persampahan di Negara Berkembang (Studi Kasus : Jakarta , Indonesia)," vol. 20, no. 2, pp. 356–364, 2022, doi: 10.14710/jil.20.2.356-364.

- [4] S. W. Siagian, Y. Yuriandala, and F. B. Maziya, “Analisis Suhu, Ph Dan Kuantitas Kompos Hasil Pengomposan Reaktor Aerob Termodifikasi Dari Sampah Sisa Makanan Dan Sampah Buah,” *J. Sains & Teknologi Lingkung.*, vol. 13, no. 2, 2021, doi: 10.20885/jstl.vol13.iss2.art7.
- [5] E. KURNIATI, F. Anugroho, and A. A. Sulianto, “Analisis Pengaruh pH dan Suhu pada Desinfeksi Air Menggunakan Microbubble dan Karbondioksida Bertekanan,” *J. Pengelolaan Sumberd. Alam dan Lingkung. (Journal Nat. Resour. Environ. Manag.*, vol. 10, no. 2, pp. 247–256, 2020, doi: 10.29244/jpsl.10.2.247-256.
- [6] F. Kaswinarni and A. A. S. Nugraha, “Kadar Fosfor, Kalium dan Sifat Fisik Pupuk Kompos Sampah Organik Pasar dengan Penambahan Starter EM4, Kotoran Sapi dan Kotoran Ayam,” *Titian Ilmu J. Ilm. Multi Sci.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–6, 2020, doi: 10.30599/jti.v12i1.534.
- [7] Hermawansyah Dony, “Analisis Parameter Fisik Kompos Menggunakan Metode Vermikomposting Pada Sampah Daun Kering,” 2021.
- [8] Deny Setiawati dan Elfarisna, “Analisis Beberapa Hara Kompos Limbah Rumah Tangga sebagai Pupuk Organik,” 2021.
- [9] D. A. P. Ratna, G. Samudro, and S. Sumiyati, “Pengaruh Kadar Air Terhadap Proses Pengomposan Sampah Organik Dengan Metode Takakura,” *J. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, p. 63, 2017, doi: 10.22441/jtm.v6i2.1192.
- [10] N. Nugraha, “Rancang Bangun Komposter Rumah Tangga Komunal Sebagai Solusi Pengolahan Sampah Mandiri Kelurahan Pasirjati Bandung,” *Creat. Res. J.*, vol. 3, no. 02, p. 105, 2018, doi: 10.34147/crj.v3i02.109.
- [11] M. Ariyanti, G. Samudro, and D. S. Handayani, “Penentuan Rasio Bahan Sampah Organik Optimum Terhadap Kinerja Compost Solid Phase Microbial Fuel Cells (CSMFCs),” *J. Presipitasi Media Komun. dan Pengemb. Tek. Lingkung.*, vol. 16, no. 1, p. 24, 2019, doi: 10.14710/presipitasi.v16i1.24-28.
- [12] M. Afirdaningrum and D. A. Mizwar, “Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Terhadap Kualitas Kompos,” 2023.
- [13] Asri M, *Mikroorganisme pelarut fosfat pada pertanian berkelanjutan*. 2020.
- [14] P. B. Utomo and J. Nurdiana, “Evaluasi Pembuatan Kompos Organik dengan Menggunakan Metode Hot Composting,” *J. Teknol. Lingkung.*, vol. 2, no. 01, pp. 28–32, 2018.
- [15] A. Ismayana, N. S. Indrasti, A. Maddu, and A. Fredy, “Faktor Rasio C/N Awal dan Laju Aerasi pada Proses Co-Composting Bagasse dan Blotong,” *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 22, no. 3, pp. 173–179, 2022.
- [16] M. Mifbakhuddin, L. A. P, and U. Nurullita, “Pengaruh Frekuensi Penyiraman Air Limbah Cucian Beras Terhadap Lama Waktu Pengomposan Dengan Metode Biopori,” *J. Kesehat.*, vol. 15, no. 1, pp. 45–50, 2022, doi: 10.23917/jk.v15i1.16517.