



Implementasi Alat Rancang Bangun Pengomposan Ampas Kopi dan Teh Berbasis Sistem Kendali Otomatis

Muhammad Robby Al Farolan^{1*}, Tata Sutabri²,

Nina Paramitha³

Universitas Bina Darma ^{1,2,3}

e-mail: rifatorvalazarga@gmail.com

Abstract

This study aims to design and implement an automatic organic waste processing device based on a microcontroller that is capable of independently performing drying and stirring processes without manual intervention. The developed system is equipped with a temperature sensor as a control feedback mechanism, a heating element as the heat source, a stirring motor to prevent material agglomeration, and an LCD module for monitoring process parameters. The device is designed to maintain the drying temperature within an optimal range in order to accelerate moisture evaporation while preventing the degradation of organic materials. System testing was conducted using a mixture of coffee grounds and tea waste without the addition of supporting materials or compost activators. The experimental results indicate that the system is able to maintain a stable drying temperature in the range of 55–65°C and perform periodic stirring effectively to prevent material clumping. This controlled drying process successfully reduced the moisture content of the material by up to 63%, resulting in a product that is more suitable for subsequent composting stages.

Keywords: Coffee Grounds, Tea Waste, Microcontroller, Automatic Composting.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan alat pengolahan limbah organik otomatis berbasis mikrokontroler yang mampu melakukan proses pengeringan dan pengadukan secara mandiri tanpa intervensi manual. Sistem yang dikembangkan dilengkapi dengan sensor suhu sebagai umpan balik kendali, elemen pemanas sebagai sumber panas, motor pengaduk untuk mencegah penggumpalan material, serta modul LCD sebagai media pemantauan parameter proses. Alat ini dirancang untuk menjaga suhu pengeringan pada rentang optimal guna mempercepat penguapan kadar air sekaligus mencegah degradasi bahan organik. Pengujian sistem dilakukan menggunakan campuran ampas kopi dan ampas teh tanpa penambahan bahan pendukung maupun aktivator kompos. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan suhu pengeringan secara stabil pada kisaran 55–65°C serta melakukan pengadukan berkala yang efektif dalam mencegah penggumpalan bahan. Proses pengeringan yang terkontrol ini berhasil menurunkan kadar air material hingga 63%, sehingga menghasilkan bahan yang lebih siap untuk tahap pengomposan selanjutnya.

Kata Kunci: Ampas, Kopi, The, Mikrokontroler, Pengomposan Otomatis.

PENDAHULUAN

Penggunaan limbah organik sebagai pupuk telah lama diterapkan dalam bidang pertanian sebagai upaya untuk meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki struktur tanah, serta mempercepat pertumbuhan tanaman. Berbagai jenis limbah organik rumah tangga, termasuk ampas kopi dan ampas teh, diketahui mengandung unsur hara dan senyawa organik yang bermanfaat bagi tanaman. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan ampas kopi dan teh sebagai bahan kompos mampu memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman hortikultura, seperti kangkung dan sawi, baik dari segi tinggi tanaman maupun kualitas daun. Pengolahan limbah organik menjadi pupuk tidak hanya mendukung pertanian berkelanjutan, tetapi juga berkontribusi dalam mengurangi volume limbah rumah tangga.

Proses pengomposan limbah organik secara tradisional masih menghadapi berbagai kendala. Metode konvensional umumnya membutuhkan waktu yang relatif lama dan hasil yang kurang konsisten akibat tidak adanya pengendalian suhu dan kelembapan secara optimal. Kondisi lingkungan yang tidak terkontrol dapat memperlambat proses dekomposisi, meningkatkan risiko pembusukan, serta menurunkan kualitas kompos yang dihasilkan. Selain itu, proses manual juga menuntut keterlibatan manusia secara intensif, seperti pengadukan dan pemantauan kondisi bahan, sehingga kurang efisien apabila diterapkan secara berkelanjutan.

Seiring dengan perkembangan teknologi elektronika, khususnya di bidang mikrokontroler, berbagai sistem otomatis mulai diterapkan untuk menunjang kegiatan pertanian dan pengolahan limbah organik. Teknologi ini memungkinkan penerapan sistem kendali dan pemantauan parameter penting, seperti suhu dan kelembapan, secara lebih presisi dan berkelanjutan. Otomatisasi proses, termasuk pengadukan dan pengeringan, diharapkan mampu mempercepat tahapan pra-pengolahan limbah organik serta meningkatkan konsistensi hasil kompos yang dihasilkan.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji penerapan teknologi otomatis dan Internet of Things (IoT) dalam proses pengomposan. Penelitian yang dilakukan oleh Diharja et al. (2025) mengembangkan sistem monitoring pembuatan kompos berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor suhu-kelembapan, serta sensor gas. Sistem tersebut mampu menyajikan informasi kondisi kompos secara real-time melalui aplikasi Telegram. Namun demikian, proses utama seperti pemasukan bahan, pengadukan, dan pengeringan masih dilakukan secara manual, sehingga sistem yang dikembangkan belum sepenuhnya bersifat otomatis. Penelitian lain yang dilakukan oleh Shadrina Arifah melaporkan perancangan alat pengolahan ampas kopi dan teh tanpa penambahan bahan pendukung, yang difokuskan pada proses pengeringan dan

pengadukan otomatis (Paramytha et al., 2025). Meskipun sistem pengadukan dan pengeringan telah bekerja secara otomatis, proses penimbangan bahan masih dilakukan secara manual, dan alat tersebut belum dilengkapi dengan sistem pengendalian suhu serta kelembapan untuk mendukung proses fermentasi. Oleh karena itu, alat yang dikembangkan belum dapat berfungsi sebagai sistem pengomposan yang lengkap dan terintegrasi.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan pengembangan sistem pengolahan limbah organik yang tidak hanya mampu melakukan pemantauan, tetapi juga mengintegrasikan proses pengeringan dan pengadukan secara otomatis dengan pengendalian parameter suhu yang lebih optimal. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, konsistensi, serta kualitas proses pra-pengolahan limbah organik, khususnya ampas kopi dan teh, sehingga lebih siap digunakan sebagai bahan kompos pada tahap selanjutnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan identifikasi kebutuhan implementasi alat, yaitu perlunya sistem yang mampu mengolah ampas kopi dan teh menjadi kompos kering secara lebih praktis melalui pengadukan dan pengeringan otomatis. Setelah kebutuhan tersebut dipastikan, dilakukan studi literatur untuk mengkaji penelitian terdahulu yang relevan, terutama sistem monitoring IoT pada proses pengomposan dan alat otomatis serupa (Diharja et al., 2025; Paramytha et al., 2025). Informasi dari literatur digunakan sebagai dasar untuk menentukan fitur yang dapat diimplementasikan pada alat, termasuk sensor suhu-kelembapan dan mekanisme pengering serta pengadukan (Candra & Maulana, 2019; Rahardjo, 2022).

Tahap berikutnya adalah perancangan dan implementasi sistem, dimulai dari desain mekanik ruang pengadukan, penempatan ruang pengering, serta pemilihan motor pengaduk dan elemen pemanas. Mikrokontroler kemudian diprogram untuk mengatur siklus pengadukan otomatis dan lamanya proses pengeringan berdasarkan parameter suhu, sebagaimana penerapan mikrokontroler pada berbagai rancang bangun alat otomatis (Bawotong, 2015; Junianto et al., 2024; Zanofa et al., 2020). Setelah perancangan selesai, dilakukan pembuatan serta perakitan prototipe, meliputi pemasangan motor, heater, sensor, dan rangkaian kontrol.

Selanjutnya dilakukan uji implementasi alat yaitu mencoba alat secara langsung menggunakan ampas kopi dan teh tanpa tambahan bahan apa pun. Pada tahap ini penimbangan bahan masih dilakukan secara manual sebelum dan sesudah proses untuk mengetahui penurunan kadar air, sebagaimana penggunaan sistem penimbangan manual sebelum integrasi sensor beban (Sibrani, 2019). Pengujian dilakukan berulang untuk memastikan bahwa pengadukan berjalan otomatis

pada waktu yang ditentukan dan ruang pengering mampu mengeringkan ampas hingga kadar air menurun signifikan. Data hasil uji kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja implementasi alat, mencakup efektivitas pengadukan otomatis, stabilitas suhu ruang pengering, durasi pengeringan, dan perubahan berat bahan. Tahap akhir adalah penyimpulan hasil implementasi, yaitu menilai keberhasilan alat dalam mengotomatisasi proses serta memberikan rekomendasi pengembangan lebih lanjut.

PEMBAHASAN

Pengujian implementasi alat dilakukan menggunakan ampas kopi dan teh yang dikumpulkan dari limbah rumah tangga. Total bahan awal yang digunakan pada setiap pengujian adalah 500 gram campuran ampas kopi dan teh yang telah ditiriskan, namun tidak diberikan tambahan bahan apa pun seperti aktivator, dedak, atau tanah, sebagaimana beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan variasi bahan tambahan (FERDYA, 2023; Ghofara Ade Mukti et al., 2025; Qonitah et al., 2025). Penimbangan dilakukan secara manual menggunakan timbangan digital.

Uji Pengadukan Otomatis

Motor pengaduk diprogram untuk berputar setiap 10 menit selama 1 menit dengan tujuan untuk mencegah penggumpalan bahan. Berdasarkan hasil pengujian, motor mampu berputar stabil pada kecepatan sekitar ± 60 rpm. Selama pengujian awal selama 30 menit, bahan dapat tercampur merata dan tidak menempel pada dinding tabung, sehingga proses pengadukan berlangsung dengan baik. Selain itu, tidak ditemukan kemacetan maupun lonjakan arus pada motor selama proses berlangsung. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengadukan otomatis bekerja secara konsisten dan cukup efektif dalam mencampur ampas kopi dan teh tanpa memerlukan intervensi manual, sesuai dengan prinsip otomasi mekanik pada penelitian rancang bangun alat lain (Junianto et al., 2024; Ramadhani & Paramytha, 2024).

Uji Pengeringan Otomatis

Pengeringan dilakukan menggunakan elemen pemanas dengan rentang suhu 100–150 °C yang dikendalikan secara otomatis berdasarkan nilai sensor suhu dan durasi kerja. Pada pengujian awal, bahan kompos berupa ampas kopi dan teh memiliki berat awal 200 gram. Proses pengeringan berlangsung selama 120 menit atau 2 jam, dengan suhu rata-rata di dalam ruang pengering berada pada kisaran 55–65 °C. Suhu tersebut cukup stabil sepanjang proses, sehingga penguapan air dapat terjadi secara bertahap tanpa menyebabkan bahan gosong atau terlalu kering. Pengendalian suhu otomatis ini sejalan dengan berbagai sistem kendali berbasis sensor pada penelitian lain (Rafly et al., 2024; Yaved Pasereng Tondok et al., 2019).

Hasil penimbangan

Hasil penimbangan setelah proses pengeringan menunjukkan bahwa berat awal bahan sebesar 500 gram berkurang menjadi 185 gram, sehingga terjadi penurunan berat sebanyak 315 gram. Jika dihitung menggunakan rumus kadar air (Moisture Content), yaitu :

Artinya, ampas kopi dan teh kehilangan sekitar 63% kandungan air selama proses pengeringan. Penurunan kadar air ini menunjukkan bahwa sistem pengering bekerja secara efektif, karena mampu mengurangi lebih dari 60% kadar air sehingga ampas menjadi cukup kering dan tidak mudah berjamur ketika disimpan untuk proses pengomposan lebih lanjut(Mansyur et al., 2021). Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem kendali otomatis pada alat mampu menjalankan proses pengadukan dan pengeringan secara efisien tanpa campur tangan manual, sehingga dapat mengurangi beban kerja manusia pada tahap awal pengomposan. Pengadukan yang berlangsung secara berkala terbukti efektif mencegah penggumpalan, terutama karena ampas kopi cenderung basah dan mudah menyatu. Pada proses pengeringan, alat mampu mempertahankan suhu stabil pada kisaran 55-65 °C sehingga kadar air dapat menurun secara signifikan tanpa merusak bahan organik. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian otomasi dan sistem kendali mikroprosesor (Santosa; & Yuliati, 2022; Zanofa et al., 2020).

Penelitian ini memang tidak menggunakan bahan tambahan seperti dedak atau aktivator, sehingga fokus utama terletak pada otomatisasi proses fisik dan tetap relevan untuk pengolahan limbah rumah tangga skala kecil. Meskipun tahap penimbangan masih dilakukan secara manual karena load cell belum diintegrasikan, hal tersebut tidak memengaruhi validitas kinerja alat (Sibrani, 2019). Sensor suhu dan sistem kendali mikrokontroler bekerja dengan baik dalam menjaga kestabilan suhu dan merespons perubahan secara cepat selama proses berlangsung.

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat rancang bangun pengomposan ampas kopi dan teh berbasis sistem kendali otomatis mampu memenuhi tujuan penelitian secara efektif. Sistem yang dikembangkan berhasil mengintegrasikan proses pengadukan dan pengeringan secara otomatis, sehingga mengurangi ketergantungan terhadap intervensi manual yang selama ini menjadi kendala utama dalam tahap awal pengomposan. Penerapan sistem kendali terbukti mampu menjaga kestabilan suhu pengeringan pada rentang yang diinginkan

serta memastikan proses pengadukan berlangsung secara teratur dan konsisten. Kondisi ini berperan penting dalam mencegah terjadinya penggumpalan bahan, sebagaimana juga diidentifikasi sebagai permasalahan utama pada penelitian-penelitian sebelumnya (Diharja et al., 2025; Paramytha et al., 2025). Meskipun proses penimbangan bahan masih dilakukan secara manual karena modul load cell belum terintegrasi ke dalam sistem (Sibrani, 2019), keterbatasan tersebut tidak memengaruhi keberhasilan implementasi fitur utama alat, yaitu pengendalian suhu dan pengadukan otomatis.

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ditemukan, beberapa saran dapat diberikan untuk pengembangan selanjutnya. Pengembangan sistem alat disarankan mencakup integrasi load cell agar proses penimbangan bahan dapat dilakukan secara otomatis dan lebih presisi, serta penambahan sensor pendukung lainnya guna meningkatkan akurasi dan kendali proses secara keseluruhan (Candra & Maulana, 2019; Rahardjo, 2022). Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menguji kinerja alat dengan variasi bahan tambahan, seperti dedak atau aktivator kompos, untuk menganalisis pengaruhnya terhadap efektivitas dan kecepatan proses pengomposan (Ferdya, 2023; Qonitah et al., 2025). Pengujian jangka panjang juga perlu dilakukan untuk mengevaluasi daya tahan mekanis alat serta stabilitas sistem kendali dalam kondisi operasional berkelanjutan, sebagaimana disarankan pada penelitian-penelitian otomasi sejenis (Junianto et al., 2024; Ramadhani & Paramytha, 2024). Selain itu, penelitian ini masih memiliki keterbatasan pada jumlah sampel bahan dan skala pengujian, sehingga studi lanjutan dengan cakupan bahan yang lebih beragam dan skala yang lebih besar diharapkan dapat menghasilkan temuan yang lebih komprehensif dan representatif.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa alat pengomposan ampas kopi dan teh berbasis sistem kendali otomatis mampu meningkatkan efisiensi proses pengadukan dan pengeringan tanpa intervensi manual. Sistem kendali berhasil menjaga kestabilan suhu dan memastikan pengadukan berlangsung teratur sehingga mencegah penggumpalan bahan. Meskipun penimbangan masih dilakukan secara manual, keterbatasan tersebut tidak memengaruhi kinerja utama alat. Otomatisasi berbasis mikrokontroler terbukti efektif untuk mendukung pengolahan limbah organik pada skala kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Bawotong, V. T. (2015). Rancang Bangun Uninterruptible Power Supply Menggunakan Tampilan LCD Berbasis Mikrokontroler. E-Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer, 1-7.

- Candra, E. J., & Maulana, A. (2019). Penerapan Soil Moisture Sensor Untuk Desain System Penyiram Tanaman Otomatis. Snistek, 2(1), 109–114. <https://forum.upbatam.ac.id/index.php/prosiding/article/view/1516>
- Ferdya, N. C. (2023). Pengaruh Campuran Limbah Ampas Teh, Ampas Kopi Dan Kulit Nanas Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea Reptans Poir*) Dengan Media Hidroponik Sederhana Sebagai Bahan Ajar Biologi Berupa LKPD.
- Ghofara Ade Mukti, B., Siregar, M., & Hakim, T. (2025). Uji Pemberian Kompos Ampas Teh dan Aplikasi Biosaka Pada Pertumbuhan dan Produksi Sawi Caisim (*Brassica juncea* L.). 6(1), 208–217.
- Junianto, Paramytha, N., Fitriani, E., & Ariyadi, T. (2024). Rancang Bangun Sistem Kendali Otomasi Ketinggian Meja Dan JEETech. 5(2), 164–172.
- Mansyur, N. I., Pudjiwati, E. H., & Murtilaksono, A. (2021). Pupuk dan Pemupukan.
- Paramytha, N., Arifah, S., Syaputra, N., & Oktapiana, S. (2025). Rancang bangun alat pembuatan kompos menggunakan ampas kopi dan teh. 12(3), 431–440.
- Qonitah, A., Kurniasih, S., & Munarti, M. (2025). Pengaruh Pemberian Ampas Kopi Dan Teh Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). AgriPeat, 26(01), 57–63. <https://doi.org/10.36873/agp.v26i01.16578>
- Rafly, M., Iriawan, E., Sirenden, B. H., & Rayhana, E. (2024). Pengukuran sudut rancangan penggerak tempat <i>solar</i> <i>cell</i> berbasis motor servo menggunakan sensor MMA8451 dan busur derajat. Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Sains Dan Teknologi, 34(1), 1–7.
- Rahardjo, P. (2022). Sistem Penyiraman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Pada Tanaman Mangga Harum Manis Buleleng Bali. Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, 21(1), 31. <https://doi.org/10.24843/mite.2022.v21i01.p05>
- Ramadhani, A., & Paramytha, N. (2024). Rancang Bangun Pengumpulan Shuttlecock Otomatis. 5(2), 181–191.
- Santosa, H., & Yuliati. (2022). Scientific Journal Widya Teknik. Scientific Journal Widya Teknik, 21(1), 14–20.
- Sibrani, D. (2019). Pengisian Otomatis Menggunakan Load Cell Untuk Beberapa Jenis Ukuran Botol Berbasis Scada. Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar, 10(1), 175–185.
- Yaved Pasereng Tondok, Lily Setyowaty Patras, & Fielman Lisi. (2019). Perencanaan Transformator Distribusi 125 kVA. Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer, 8(2), 83–92.
- Zanofa, A. P., Arrahman, R., Bakri, M., & Budiman, A. (2020). Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3. Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer, 1(1), 22–27. <https://doi.org/10.33365/jtikom.v1i1.76>