

PENGARUH MACAM BAKTERI DEKOMPOSER PADA MEDIA PENGOMPOSAN YANG BERBEDA DENGAN PEMBANDING BAKTERI SUBTILIS TERHADAP HASIL KOMPOS

Achmad Fatchul Aziez^{1*)}, Agus Budiyo¹⁾, Siti Mardhika Sari^{1*)}, dan Annisa Dika Ameylia²⁾

1) Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Tunas Pembangunan Surakarta.
Jl Balaikambang Lor no.1, Manahan, Banjarsari, Surakarta

2) Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Tunas Pembangunan
Surakarta.

Jl Balaikambang Lor no.1, Manahan, Banjarsari, Surakarta

Email: achmad.aziez@lecture.utp.ac.id

Submitted : 17 April 2025

Accepted : 3 Mei 2025

Approved : 6 Mei 2025

ABSTRAK

Bakteri berperan pada pengolahan limbah pertanian untuk menjadi kompos. Limbah jerami padi dan jagung memiliki potensi sebagai pupuk organik. Penelitian ini bertujuan membandingkan efektivitas bakteri dekomposer dalam proses pengomposan jerami dan limbah jagung. Penelitian dilaksanakan di Bowan, Klaten, pada bulan Februari sampai April 2024, menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan 8 perlakuan dan 4 ulangan. Faktor pertama adalah jenis bakteri terdiri tanpa bakteri, selulotik+rhizomonas, selulotik+BRS, rhizomonas+subtilis, subtilis, faktor kedua jenis media pengomposan yaitu jerami dan limbah jagung. Pengamatan meliputi kapasitas menyimpan air, waktu, bobot, dan kadar air kompos. Hasil penelitian menunjukkan jenis bakteri berpengaruh terhadap kapasitas menyimpan air, waktu, dan bobot kompos. Pada proses pengomposan, limbah jagung lebih efektif daripada Jerami. Interaksi jenis bakteri dan media pengomposan berpengaruh pada kapasitas menyimpan air, waktu dan bobot kompos. Kesimpulannya bakteri subtilis berperan penting mempercepat pengomposan, meningkatkan efisiensi melalui interaksi bakteri dan limbah yang tepat. Limbah jagung lebih unggul dibandingkan jerami dalam menghasilkan kompos berkualitas tinggi.

Kata Kunci : bakteri dekomposer, bakteri subtilis, kompos, limbah jagung, limbah jerami

ABSTRACT

Bacteria play a role in processing agricultural waste into compost. Rice and corn straw waste has potential as organic fertilizer. This research aims to compare the effectiveness of decomposer bacteria in the composting process. The research was carried out in Bowan, Klaten, February-June 2023, using a completely randomized factorial design consisting of 8 treatments and 4 replications. The first factor is the type of bacteria consisting of no bacteria, cellulotic+rhizomonas, cellulotic+BRS, rhizomonas+subtilis, subtilis, while the second factor is the type of composting media, namely straw and corn. Observations include water hold capacity, time, weight and compost water content. The results of the research show that the type of bacteria influences the water hold capacity, time and weight of the compost. In the composting process, corn waste is more effective than straw. The interaction of the type of bacteria and composting media influences the water holding capacity, time and weight of the compost. In conclusion, subtilis bacteria play an important role in accelerating composting, increasing efficiency through the correct interaction of bacteria and waste. Corn waste is superior to straw in producing high quality compost.

Keyword : Bakteri dekomposer, bakteri subtilis, kompos, limbah jagung, limbah jerami

PENDAHULUAN

Pertanian organik merupakan metode budidaya yang memanfaatkan bahan alami dan tidak melibatkan penggunaan bahan kimia sintetis. Salah satu cara untuk menerapkan pertanian organik adalah dengan menggunakan pupuk organik. Mengolah limbah organik menjadi kompos dapat memberikan manfaat bagi pertumbuhan tanaman (Murumkar, 2021).

Pengomposan telah lama diterapkan untuk mengurangi sampah organik, dan pemberian kompos pada tanah dapat meningkatkan pembentukan agregat tanah, serta memperbaiki permiabilitas dan porositas tanah (Kumar et al., 2024). Dekomposisi bahan organik adalah proses di mana mikroba, seperti mikroorganisme, mengubah bahan organik menjadi energi dan unsur anorganik yang lebih sederhana, seperti karbon, nitrogen, fosfor, belerang, dan kalium. Proses ini melibatkan perubahan fisik dan kimia yang dilakukan oleh mikroorganisme tanah, yang dikenal sebagai mineralisasi. Dekomposisi ini berlangsung secara dinamis dan sangat dipengaruhi oleh keberadaan dekomposer, baik dari segi jumlah maupun keragamannya (Guo et al., 2018).

Pemanfaatan limbah pertanian, terutama jerami padi, sebagai pupuk organik merupakan langkah yang bijaksana untuk meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan memenuhi kebutuhan hara tanaman. Meskipun jerami padi merupakan sumber bahan organik yang sangat potensial, rasio C/N yang tinggi menjadi kendala utama jika digunakan langsung sebagai bahan organik tanah (Murumkar, 2021).

Penanaman jagung intensif tidak hanya menghasilkan biji dengan bobot yang tinggi, tetapi juga menghasilkan limbah seperti batang, daun, tongkol, dan rambut jagung. Limbah ini menyusun lebih dari 70 persen dari total biomassa tanaman, namun masih jarang dimanfaatkan (Zhang et al., 2024).

Bacillus adalah bakteri yang mampu menghasilkan enzim seperti amilase, selulase, dan protease, yang penting dalam mempercepat dekomposisi bahan organik. *Rhizomonas* adalah bakteri dengan kekuatan metabolik yang signifikan, yang mampu mengubah berbagai bahan mentah menjadi produk bernilai tinggi. Isi rumen sapi memiliki potensi besar sebagai sumber mikroorganisme yang bermanfaat, namun sering kali dibuang tanpa dimanfaatkan secara maksimal. Limbah ini dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan bakteri atau mikroba di dalamnya yang dapat digunakan sebagai starter dalam pembuatan kompos atau pupuk organik, serta meningkatkan jumlah mikroorganisme pengurai di tanah (Putri et al., 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis bakteri dekomposer pada media pengomposan yang berbeda terhadap hasil kompos, dengan pembandingan bakteri *Bacillus subtilis*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Bowan, Delanggu, Klaten dengan ketinggian 130 mdpl pada Februari 2024 sampai April 2024. Bahan yang digunakan jerami, limbah jagung, dolomit, dedak, molase, bakteri selulolitik, rhizomonas, subtilis dan rumen sapi. Alat yang digunakan karung, cetok, chopper, papan nama perlakuan, timbangan, gunting, label, oven, raffia, terpal, MMT, pipet, gelas piala, gallon, alat tulis, ember, sarung tangan, akuadest, pH meter dan plastik. Penelitian ini dilakukan secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 8 perlakuan dan 4 ulangan. Faktor pertama adalah jenis bakteri yaitu tanpa bakteri (B0), selulolitik+rhizomonas (B1), selulolitik+bakteri rumen sapi/BRS (B2), rhizomonas+subtilis (B3), subtilis (B4), sedangkan faktor kedua jenis limbah terdiri jerami padi (L1) dan limbah jagung (L2).

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan media karung. Pelaksanaan penelitian dengan mencampurkan 0,7 kg limbah jerami atau limbah jagung, 0,1 kg dedak, 0,1 kg dolomit, dan 100 ml molase dalam setiap karung. Bakteri yang digunakan adalah 0,25 cc per karung. Terdapat empat kelompok bakteri: B₁ (1,25 cc bakteri selulolitik + 1,25 cc bakteri rhizomonas), B₂ (1,25 cc bakteri selulolitik + 1,25 cc bakteri BRS), B₃ (1,25 cc bakteri rhizomonas + 1,25 cc bakteri subtilis), dan B₄ (2,5 cc bakteri subtilis). Pengamatan dilakukan empat hari sekali dengan pembalikan bahan kompos dan pemberian campuran air molase. Parameter yang diamati meliputi waktu pengomposan (hari), kapasitas menahan air (*water holding capacity*)(%), bobot kompos (kg) , dan kadar air kompos (%). Analisis data dengan sidik ragam dan apabila berbeda nyata antar perlakuan, dilakukan uji lanjut menggunakan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis keragaman pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pengaruh bakteri, media pengomposan dan interaksi bakteri dengan media pengomposan bervariasi pada parameter waktu, kapasitas menahan air (*water holding capacity*), bobot kompos dan kadar air kompos.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis bakteri berbeda sangat nyata terhadap waktu pengomposan, kapasitas menahan air (*water holding capacity*), bobot kompos, namun tidak berbeda nyata terhadap kadar air kompos. Perlakuan media pengomposan berbeda sangat nyata terhadap waktu pengomposan dan bobot kompos, namun tidak berbeda nyata terhadap kapasitas menahan air dan kadar air kompos. Interaksi jenis bakteri dan media pengomposan (B X L) berbeda sangat nyata terhadap waktu, kapasitas menahan air, bobot kompos, namun tidak berbeda nyata terhadap kadar air kompos.

Tabel 1. Sidik ragam parameter proses pengomposan

No.	Perlakuan	Jenis bakteri (B)	Media pengomposan (L)	B X L
1.	Waktu/lama pengomposan	9,60 **	128,12 **	9,22 **
2.	Kapasitas menahan air (<i>Water Holding Capacity</i>)	12,94 **	2,23 ns	73,51 **
3.	Bobot kompos	6,74 **	101,55 **	12,89 **
4.	Kadar air kompos	2,03 ns	3,02 ns	0,97 ns

Keterangan : ns = tidak berbeda nyata, ** = berbeda sangat nyata

Tabel 2. Pengaruh jenis bakteri, media pengomposan dan interaksi jenis bakteri dan media pengomposan terhadap lama pengomposan, *water hold capacity*, bobot kompos, dan kadar air kompos

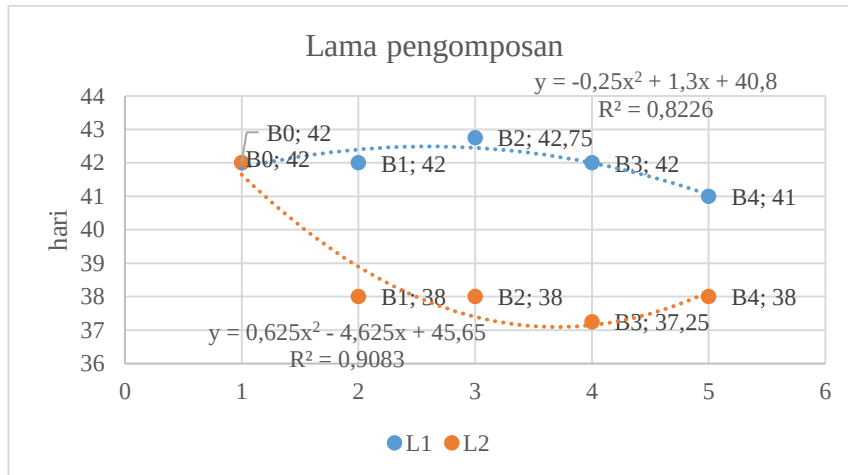
Perlakuan	Lama Pengomposan (hari)	<i>Water holding capacity</i> (%)	Bobot kompos (kg)	Kadar air kompos (%)
Jenis Bakteri				
Tanpa bakteri	42,00b	29,50c	0,67a	8,08
Selulolitik + rhizhomonas	40,00a	29,13b	0,67a	10,13
Selulolitik + Bakteri Rumen Sapi (BRS)	40,38a	26,88a	0,73b	9,93
Rhizhomonas + subtilis	39,63a	25,00a	0,75c	10,17
Subtilis	39,50a	26,50a	0,72a	10,26
Media pengomposan				
Jerami padi	41,95b	27,75	0,77b	10,49
Limbah jagung	38,65b	27,05	0,64a	8,93
Interaksi jenis bakteri dengan media pengomposan				
B ₀ L ₁	42,00b	29,00a	0,79c	8,55
B ₁ L ₁	42,00b	29,75b	0,78c	10,94
B ₂ L ₁	42,75c	30,75b	0,79c	10,94
B ₃ L ₁	42,00b	18,25a	0,81d	11,00
B ₄ L ₁	41,00a	31,00b	0,71a	11,05
B ₀ L ₂	42,00b	30,00b	0,55a	7,61
B ₁ L ₂	38,00a	28,50a	0,56a	9,33
B ₂ L ₂	38,00a	23,00a	0,68a	8,92
B ₃ L ₂	37,25a	31,75c	0,69a	9,35
B ₄ L ₂	38,00a	22,00a	0,73b	9,46

Sumber: Data Primer diolah, tahun 2024

Lama Pengomposan

Berdasarkan Tabel 2, lama pengomposan dengan kombinasi bakteri selulolitik dengan rhizomonas, kombinasi bakteri selulolitik dengan bakteri rumen sapi, kombinasi rhizhomonas + subtilis dan bakteri subtilis tidak menunjukkan perbedaan, sedangkan semua perlakuan tersebut diatas berbeda dengan pengomposan tanpa menggunakan bakteri dekomposer. Pengomposan dengan bakteri subtilis menunjukkan waktu pengomposan paling cepat 39,50 hari dan terlama tanpa bakteri 42,00 hari. Namun lama proses pengomposan dengan media jerami tidak berbeda dengan media limbah jagung. Interaksi antara bakteri rhizhomonas + bakteri subtilis dengan limbah jagung mencapai lama pengomposan tercepat 37,25 hari dan terlama interaksi bakteri Selulolitik + BRS dengan jerami padi 42,75 hari.

Gambar 1 nampak bahwa pada media jerami padi, waktu pengomposan paling cepat adalah dekomposer bakteri subtilis 41 hari dan terlama Selulolitik + BRS 42,75 hari dengan $R^2 = 0,8226$, sedangkan pada media pengomposan limbah jagung, paling cepat dengan dekomposer Rhizhomonas +subtilis 37,25 hari dan paling lama tanpa bakteri dekomposer 42 hari dengan $R^2 = 0,9083$.



Gambar 1. Lama pengomposan pada media Jerami dan limbah jagung pada berbagai kombinasi bakteri dekomposer

Kompos berkualitas dapat dihasilkan dengan memanfaatkan bakteri yang dapat menghancurkan bahan organik dalam waktu singkat, yang dikenal sebagai mikroorganisme pengurai bahan organik. Mikroorganisme ini bertindak sebagai aktivator biologis yang tumbuh secara alami atau diinokulasikan untuk mempercepat proses pengomposan dan meningkatkan mutu kompos. Keberhasilan proses dekomposisi sangat tergantung pada jumlah dan jenis mikroorganisme yang terlibat. Dalam ekosistem, mikroorganisme pengurai bahan organik memainkan peran krusial dengan menguraikan sisa-sisa organik yang mati dan mengembalikannya ke dalam tanah sebagai nutrisi mineral seperti N, P, K, Ca, Mg, atau melepaskannya ke atmosfer dalam bentuk gas seperti CH_4 atau CO_2 . Efektivitas waktu pengomposan sangat bergantung pada optimisasi aktivitas mikroorganisme untuk mencapai hasil yang optimal (Gastaldi et al., 2024; Chang et al., 2021; García-Rández et al., 2025)

Kapasitas Menahan Air (Water Holding Capacity)

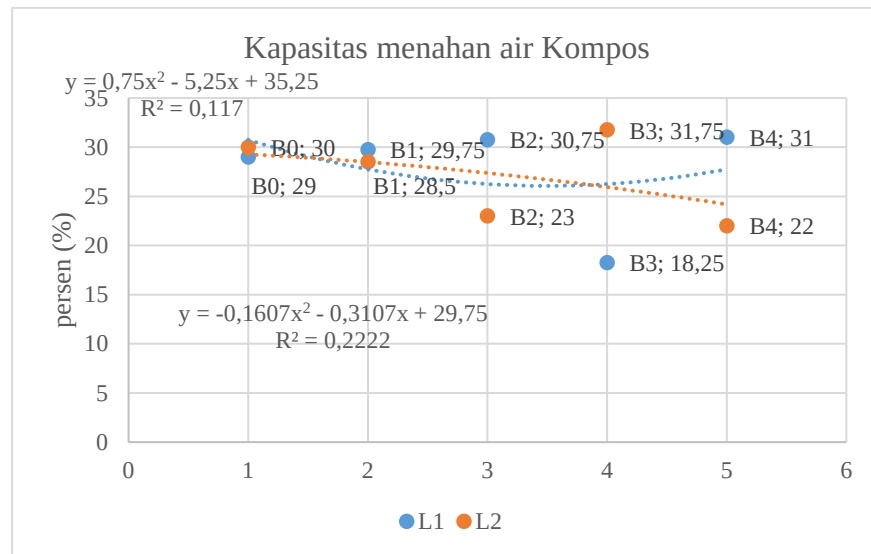
Berdasarkan uji lanjut dengan Uji Duncan (Tabel 2), interaksi *Rhizomonas* +subtilis dengan media limbah jagung mencapai kapasitas menahan air tertinggi 31,75% dan berbeda nyata dengan tanpa menggunakan bakteri dekomposer baik dengan media limbah jerami 29,00% ataupun limbah jagung 30,00%.

Kapasitas menahan air paling kecil limbah jerami dengan bakteri dekomposer *Rhizomonas* + subtilis 8,25% dan terbesar media limbah jagung dengan bakteri dekomposer *Rhizomonas* +subtilis 31,75%.

Berdasarkan Gambar 2, pada media pengomposan jerami, kapasitas menahan air paling tinggi adalah bakteri dekomposer subtilis 31% dan terendah tanpa bakteri dekomposer 29% dengan $R^2 = 0,1170$, sedangkan kapasitas menahan air dengan media limbah jagung, tertinggi tanpa bakteri dekomposer 30% dan terendah bakteri subtilis 22% dengan $R^2 = 0,2222$.

Parameter Kapasitas menahan air ini penting untuk menentukan kemampuan kompos dalam menyimpan kelembapan. Perlakuan bakteri dan limbah dengan kapasitas lebih tinggi menunjukkan bahwa kompos tersebut dapat menjaga kelembapan lebih baik, yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman.

Retensi hara mempengaruhi penambahan nutrisi bagi tanaman. Selain itu, penggunaan bakteri dekomposer diduga meningkatkan porositas tanah, kapasitas menahan air, kandungan C-organik, dan aktivitas mikroba dalam tanah. Pemberian bakteri dekomposer yang meningkatkan C-organik dan P-tersedia pada tanah dengan kandungan C-organik sedang dan P-tersedia tinggi dapat memperbaiki kandungan bahan organik tanah serta hara P-tersedia, yang mendukung proses pertumbuhan tanaman (Lelu et al., 2018; Obour et al., 2025)



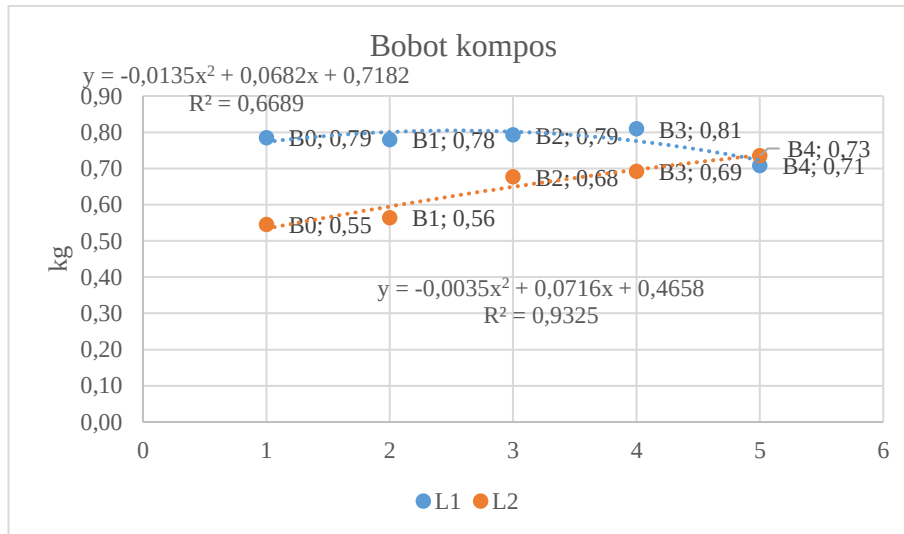
Gambar 2. Kapasitas menahan air pada media jerami dan limbah jagung pada berbagai kombinasi bakteri dekomposer

Peningkatan kandungan bahan organik dalam tanah memiliki dampak yang sangat nyata terhadap kapasitas air tanah yang tersedia, terutama pada tanah bertekstur pasir. Dalam hal ini, bahan organik meningkatkan kemampuan tanah untuk menyimpan dan menyediakan air bagi tanaman. Sebaliknya, pada tanah bertekstur liat, penambahan bahan organik tidak menunjukkan perubahan yang signifikan terhadap kapasitas air tanah yang tersedia. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh bahan organik terhadap kapasitas air tanah bervariasi tergantung pada tekstur tanah. Hubungan antara karbon organik dan kapasitas air tanah yang tersedia cenderung mengikuti pola kuadrat, di mana kapasitas menahan air tanah menurun dengan meningkatnya volume ruang pori tanah makro (Du et al., 2025). Hal ini berarti bahwa meskipun penambahan bahan organik dapat meningkatkan kapasitas menahan air, efeknya pada tanah liat tidak signifikan karena struktur tanah liat yang sudah padat dan kapasitas ruang pori yang terbatas. Dengan kata lain, tanah dengan kandungan bahan organik yang lebih tinggi akan lebih efektif dalam menahan air pada tanah bertekstur pasir, sementara pada tanah liat, kontribusi bahan organik tidak menunjukkan perubahan yang berarti (Li et al., 2024; Widjajanto et al., 2021)

Bobot Kompos

Tabel 1 terlihat penggunaan dekomposer bakteri rhizhomonas +subtilis menghasilkan bobot kompos tertinggi 0,75 kg dan terendah penggunaan bakteri selulolitik + rhizhomonas 0,67 kg yang tidak berbeda dengan tanpa menggunakan bakteri dekomposer 0,67 kg. Bobot kompos dengan menggunakan media limbah jagung lebih tinggi dan berbeda secara signifikan dibanding media jerami. Bobot kompos tertinggi pada rhizhomonas +subtilis dengan media jerami 0,81 kg dan terendah media limbah jagung tanpa menggunakan dekomposer bakteri 0,51 kg.

Berdasarkan Gambar 3, pada media jerami, bobot kompos tertinggi pada bakteri dekomposer Rhizhomonas +subtilis 0,81 kg dan terendah bakteri subtilis 0,71 kg dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,6689$. Sedangkan pada media limbah jagung, bobot kompos tertinggi dicapai dengan menggunakan dekomposer bakteri subtilis 0,73 kg dan terendah tanpa bakteri dekomposer 0,55 kg dengan $R^2 = 0,9325$.



Gambar 3. Bobot kompos pada media Jerami dan limbah jagung pada berbagai kombinasi bakteri dekomposer

Peningkatan bobot ini mungkin disebabkan oleh penambahan bahan organik atau keberhasilan proses dekomposisi yang efisien. Bobot akhir yang lebih tinggi umumnya diinginkan karena menandakan hasil kompos yang lebih kaya nutrisi. Bobot akhir kompos menunjukkan grafik yang paling tinggi menunjukkan bahwa perlakuan bakteri dna limbah tertentu dalam proses komposting berhasil menghasilkan kompos yang lebih padat dan kaya nutrisi.

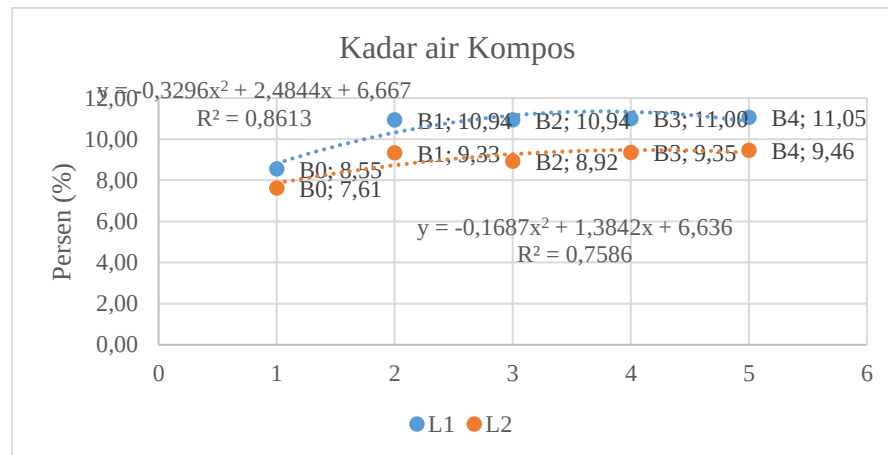
Penurunan bobot kompos berhubungan langsung dengan penurunan tinggi tumpukan kompos. Ketika bobot sampah mengalami pengurangan yang cepat, tinggi tumpukan kompos juga akan berkurang. Ini terjadi karena selama proses pengomposan, mikroorganisme memecah bahan organik menjadi unsur-unsur yang lebih sederhana, yang kemudian dapat diserap oleh mikroorganisme. Proses ini mengubah bahan kompos menjadi partikel-partikel kecil, yang menyebabkan penyusutan volume tumpukan. Selain itu, bobot kompos juga berkurang karena selama pencernaan oleh mikroorganisme, terjadi pembentukan panas yang menguapkan kandungan air dan karbon dioksida (CO₂) dari sampah (Hanafi et al., 2014; Zhang et al., 2024)

Penyusutan berat kompos terjadi karena proses penguraian bahan oleh mikroorganisme, yang menyebabkan penurunan kadar air serta penguapan akibat panas yang dihasilkan selama pengomposan. Dalam proses penguraian bahan organik, mikroba membutuhkan air, oksigen dari udara, serta unsur hara dari bahan organik sebagai sumber energinya. Selama proses ini, mikroba akan melepaskan CO₂, air, dan energi panas, yang pada akhirnya menyebabkan pengurangan berat bahan kompos (Almulla et al., 2024; Vaz-Moreira et al., 2025)

Kadar air kompos

Berdasarkan Tabel 1, kadar air kompos pada perlakuan jenis bakteri dekomposer, macam media pengomposan dan interaksi antara jenis bakteri dengan media pengomposan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Berdasarkan Gambar 4, pada media jerami, kadar air kompos tertinggi bakteri subtilis 11,05% dan terendah tanpa bakteri decomposer 8,55% dengan R²= 0,8613, sedangkan pada media limbah jagung, kadar air kompos tertinggi bakteri subtilis 9,46% dan terendah tanpa menggunakan bakteri dekomposer 7,61% dengan R²=0,7586. Dengan demikian baik dengan media jerami maupun limbah jagung, kadar air kompos tertinggi dengan bakteri dekomposer subtilis dan terendah tanpa bakteri dekomposer.



Gambar 4. Kadar air kompos pada media jerami dan limbah jagung pada berbagai kombinasi bakteri dekomposer

Kadar air yang tepat sangat penting untuk kualitas kompos, kadar air terlalu tinggi dapat menyebabkan pembusukan anaerobik, sementara kadar terlalu rendah dapat menghambat aktivitas mikroorganisme. Kadar air optimal mendukung proses dekomposisi dan meningkatkan kualitas kompos. Kadar air kompos menunjukkan grafik paling rendah menunjukkan bahwa proses pengomposan mungkin tidak mampu mempertahankan kelembapan yang optimal.

Air yang dihasilkan oleh mikroorganisme selama proses pengomposan akan menguap ke udara. Jika tumpukan kompos terlalu lembab, proses dekomposisi dapat terhambat karena kelembapan tinggi akan mengisi rongga udara dalam tumpukan, sehingga mengurangi kadar oksigen. Fluktuasi kadar air dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan seperti suhu, cuaca, dan iklim. Kadar air yang tinggi cenderung menunjukkan bahwa suhu yang dihasilkan selama proses pengomposan lebih rendah (Angeles-de Paz et al., 2024; Sokač Cvetnić et al., 2024)

Kadar air akhir kompos dipengaruhi oleh proses perombakan bahan oleh mikroba serta panas yang dihasilkan selama pengomposan. Proses ini menyebabkan penurunan kadar air melalui penguapan. Pada penggunaan isolat bakteri selulolitik dan xilanolitik, kadar air kompos akhir cenderung lebih rendah, dengan hasil kadar air akhir yang paling signifikan, yaitu 51,51%, dibandingkan dengan kontrol yang menunjukkan kadar air akhir sebesar 15,55%. Kadar air material kompos dapat berkurang hingga 60–82% dari kadar air awal bahan kompos. Penurunan kadar air ini digunakan oleh proses penghancuran bahan kompos selama dekomposisi (Kurniawan & Gusmawartati, 2021) (Anayet et al., 2024).

KESIMPULAN

Bakteri dekomposer, termasuk bakteri subtilis, berpengaruh signifikan terhadap proses pengomposan, lama pengomposan, *water holding capacity*, bobot kompos, namun tidak untuk kadar air kompos. Bakteri lainnya juga memberikan kontribusi positif, dan pemilihan kombinasi bakteri dan media pengomposan yang tepat penting untuk efisiensi proses pengomposan. Limbah jagung lebih efektif dibandingkan jerami dalam pengomposan dengan bakteri, mempersingkat waktu pengomposan dan meningkatkan bobot kompos.

DAFTAR PUSTAKA

- Almulla, L., Thomas, B. M., Jallow, M. F. A., Al-Roumi, A., Devi, Y., & Jacob, J. (2024). Rotary Drum Composting of Organic School Wastes and Compost Valorization. *Sustainability (Switzerland)* , 16(6). <https://doi.org/10.3390/su16062428>
- Anayet, A. H., Hamzah, M. M. H., & Najib, M. Z. M. (2024). Optimizing Food Waste Decomposition through pH, Moisture Content, and Temperature Control: A Comprehensive Study. *Civil and Sustainable Urban Engineering*, 4(1), 42–54. <https://doi.org/10.53623/csue.v4i1.411>
- Angeles-de Paz, G., León-Morcillo, R., Štovíček, A., Sagova-Mareckova, M., Robledo-Mahón, T., Calvo, C., & Aranda, E. (2024). Dynamic population changes during a bioaugmented sewage sludge composting process: Improvement of pharmaceutical active compounds degradation and conversion into an organic soil amendment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 12(3). <https://doi.org/10.1016/j.jece.2024.112937>
- Chang, H. Q., Zhu, X. H., Wu, J., Guo, D. Y., Zhang, L. H., & Feng, Y. (2021). Dynamics of microbial diversity during the composting of agricultural straw. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(5), 1121–1136. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63341-X](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63341-X)

- Du, L., Bauke, S. L., Mörchén, R., Schmittmann, O., & Amelung, W. (2025). Fungal necromass is vital for the storage of subsoil C after deep injection of compost. *Soil and Tillage Research*, 245. <https://doi.org/10.1016/j.still.2024.106325>
- García-Ránde, A., Orden, L., Marks, E. A. N., Andreu-Rodríguez, J., Franco-Luesma, S., Martínez-Sabater, E., Antonio Saéz-Tovar, J., Dolores Pérez-Murcia, M., Agulló, E., Ángeles Bustamante, M., Cháfer, M., & Moral, R. (2025). Monitoring of greenhouse gas emissions and compost quality during olive mill waste co-composting at industrial scale: The effect of N and C sources. *Waste Management*, 193, 33–43. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.11.039>
- Gastaldi, E., Buendia, F., Greuet, P., Benbrahim Bouchou, Z., Benihya, A., Cesar, G., & Domenech, S. (2024). Degradation and environmental assessment of compostable packaging mixed with biowaste in full-scale industrial composting conditions. *Bioresource Technology*, 400. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2024.130670>
- Guo, T., Zhang, Q., Ai, C., Liang, G., He, P., & Zhou, W. (2018). Nitrogen enrichment regulates straw decomposition and its associated microbial community in a double-rice cropping system. *Scientific Reports*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20293-5>
- Hanafi, Y., Yulipriyanto, & Ocatvia, B. (2014). Pengaruh penambahan air lindi terhadap laju dekomposisi sampah daun yang dikomposkan dalam Vessel. *Jurnal Bioedukatika*, 2(2), 28–33.
- Kumar, K. G., Husain, R., Mishra, A., Vikram, N., Dwivedi, D. K., Pandey, S., & Singh, A. (2024). Rice crop residue management by the microbial consortium for rapid decomposition of straw. *3 Biotech*, 14(137–150), 136. <https://doi.org/10.1007/s13205-024-03982-z>
- Kurniawan, C. A., & Gusmawartati. (2021). Uji isolat bakteri selulolitik sebagai dekomposer pada dekomposisi tandan kosong kelapa sawit. *Jurnal Agrotek*, 5(1), 55–62.
- Lelu, P. K., Situmeang, Y. P., & Suarta, M. (2018). Aplikasi Biochar dan Kompos Terhadap Peningkatan hasil tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Gema Agro*, 23(1), 24–32.
- Li, H., Lehmann, A., Rongstock, R., Xu, Y., Kunze, E., Meidl, P., & Rillig, M. C. (2024). Diversity of organic amendments increases soil functions and plant growth. *Plants People Planet*. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10588>
- Murumkar, S. K. (2021). Growth of composting fungi on agricultural waste. *The Planta RBS*, 2(1), 559–563. www.pgrindias.in
- Obour, P. B., Xia, Y., Ugarte, C. M., Grift, T. E., & Wander, M. M. (2025). Soil physical properties and water dynamics under contrasting management regimes at the Morrow Plots. *Soil and Tillage Research*, 248. <https://doi.org/10.1016/j.still.2024.106422>
- Putri, Y. E., Akmal, N., Elfita, A., & Anugerah, A. I. (2024). *Development of E-Modules in Sanitation Hygiene and K3 Courses in the Culinary Study Program* (pp. 22–29). https://doi.org/10.2991/978-2-38476-232-3_4
- Sokač Cvetnić, T., Krog, K., Lisak Jakopović, K., Valinger, D., Gajdoš Kljusurić, J., Benković, M., Jurina, T., Jakovljević, T., Redovniković, R. I., & Tušek, A. J. (2024). Grape Skin Composting Process to Recycle Food Waste: Kinetics and Optimization. *Foods*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/foods13060824>
- Vaz-Moreira, I., D'Arnese, A., Knoll, M., Teixeira, A. M., Barbosa, J. B., Teixeira, P., & Manaia, C. M. (2025). Bacteriological safety and quality of composted products from animal, urban or sewage sludge wastes. *Environmental Pollution*, 364. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.125329>
- Widjajanto, D., Rahman, A., & Zainuddin, R. (2021). Pengaruh pemberian kompos terhadap kapasitas air tanah tersedia dan pertumbuhan tomat (*Solanum lycopersicum* L.) pada tanah lempung berpasir. *E-J. Agrotekbis*, 9(2), 267–278.
- Zhang, Z., Gu, Y., Wang, S., Zhen, Y., Chen, Y., Wang, Y., Mao, Y., Meng, J., Duan, Z., Xu, J., & Wang, M. (2024). Effective microorganism combinations improve the quality of compost-bedded pack products in heifer barns: exploring pack bacteria-fungi interaction mechanisms. *BMC Microbiology*, 24(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12866-024-03447-6>