

ANALISIS PENGARUH MOL TEMPE *OVERFERMENTED* TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOS: ASPEK FISIK, KIMIA, DAN BIOLOGI

Maesaroh S^{1*}, Siti Harnina Bintari¹

¹ Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang
Jl. Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229.

*Email: sitimaesaroh3133@students.unnes.ac.id ; harnina@mail.unnes.ac.id

Abstrak

Penelitian ini mengeksplorasi pemanfaatan limbah pertanian, peternakan, dan industri, seperti jerami, kotoran kambing, dan tempe *overfermented*, dalam pembuatan kompos. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan (P1, P2, P3, P4). P1 menggunakan starter EM4, P2 MOL tempe *overfermented*, P3 EM4:MOL tempe *overfermented* 1:1, dan P4 EM4:MOL tempe *overfermented* 1:3, yang diulang enam kali, dengan pemeraman 21 hari. Analisis data melibatkan uji One Way ANOVA, dan analisis deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan perubahan signifikan pada sifat fisik kompos, termasuk aroma, warna, tekstur, dan penyusutan, selama tiga minggu. Nilai pH dan suhu kompos juga berubah signifikan. Rasio C/N menurun secara berturut-turut pada P1, P2, P3, dan P4 yaitu 6,3; 6,0; 5,5; 5,0 dengan rasio C/N pada P0 (tanpa starter) sebesar 11,3. Analisis biologi menunjukkan P2 memiliki total bakteri tertinggi, $5,96 \times 10^7$, berasal dari bakteri asam laktat (BAL) dan *Bacillus* sp. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pemanfaatan limbah tempe *overfermented* dan pertanian, peternakan, serta limbah industri dapat menjadi solusi inovatif untuk kompos organik. Hal ini mendukung upaya mengurangi limbah melalui daur ulang, membuka peluang pengembangan pupuk organik efektif dan berkelanjutan, dengan dampak positif pada pertanian dan lingkungan.

Kata kunci: Pemanfaatan limbah, karakteristik kompos, tempe *overfermented*

PENDAHULUAN

Pupuk memiliki pengaruh besar pada bidang agrikultura dalam keberhasilan produktivitas pertanian (Safitri *et al.*, 2023). Pupuk menyediakan nutrisi yang diperlukan oleh tanah dan tanaman secara efektif dan efisien. Salah satu jenis pupuk yang digunakan adalah kompos, yang dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan cara memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Weber *et al.*, 2014). Jerami merupakan bahan yang sangat baik untuk dijadikan kompos. Jerami mengandung bahan organik yang penting bagi tanaman, mudah didapatkan, dan penggunaannya sebagai pupuk dapat membantu mengurangi limbah hasil pertanian. Jerami padi khususnya kaya unsur kalium dan karbon. Setelah terdekomposisi, jerami dapat meningkatkan aktivitas organisme tanah dan aktivitas fosfor serta mengurangi kapasitas adsorpsi dan fiksasi fosfor di dalam tanah (Guo *et al.*, 2022).

Jerami padi mengandung kira-kira 80% kalium (K), 40% nitrogen (N), dan 30% fosfor (P). Dengan menggunakan jerami sebagai kompos, dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan kualitas tanah melalui peningkatan siklus hara dan penyerapan karbon organik tanah. Jerami padi telah terbukti dapat memperbaiki pH tanah, kandungan karbon organik, dan kandungan hara di dalam tanah. Namun, penggunaan jerami sebagai pupuk harus dilakukan setelah jerami terdekomposisi dengan baik. Untuk mempercepat proses pengomposan, starter pengomposan dapat digunakan. Starter pengomposan ini biasanya mengandung mikroba penghidrolisis dan enzim pendegradasi selulase yang dapat membantu proses penguraian komponen serat seperti lignoselulosa (Gummert *et al.*, 2020).

Kotoran hewan sebagai limbah dari peternakan juga memiliki potensi dalam pembuatan kompos. Kotoran kambing kaya akan senyawa nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku untuk membuat pupuk kompos yang dapat mensuplai unsur hara yang diperlukan oleh tanah dan meningkatkan strukturnya. Kotoran ternak memiliki nilai rasio C/N yang rendah, sehingga umumnya dicampur dengan limbah tanaman yang memiliki rasio C/N yang tinggi untuk menciptakan kombinasi kompos yang optimal (Rakhmawati *et al.*, 2019).

Proses dekomposisi memerlukan starter pengomposan yang mengandung mikroorganisme penghidrolisis substrat untuk mempercepat proses fermentasi dan penguraian serat pada jerami dan pupuk kandang. Starter mikroorganisme yang umum digunakan yaitu EM4, penggunaan starter EM4 pada proses pengomposan dapat meningkatkan kandungan unsur hara mikro dan makro pada kompos (Che Jusoh *et al.*, 2013). Selain itu, mikroorganisme sebagai bioaktivator juga dapat didapatkan dari limbah bahan yang ada di lingkungan (Firdaus, 2014). Mikroorganisme Lokal (MOL) tempe overfermented atau semangit dapat digunakan sebagai bioaktivator. Tempe semangit mengandung berbagai mikroorganisme, terutama bakteri dan jamur yang mampu mendegradasi bahan organik.

Berdasarkan pemikiran tersebut, penelitian ini bertujuan mengkaji potensi dari limbah pertanian, peternakan dan industri yaitu jerami, kotoran kambing, dan tempe overfermented sebagai komponen pembuatan kompos. Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian efektivitas proses dekomposisi dengan variasi konsentrasi Mikroorganisme Lokal (MOL) tempe overfermented sebagai inokulan dalam pengomposan. Hasilnya diharapkan menghasilkan kompos organik yang stabil, mengandung unsur hara penting, dan memiliki mikroorganisme penyubur yang memadai untuk nutrisi tanaman. Stabilitas atau kematangan kompos sangat penting karena kompos yang belum matang atau memiliki ketidakseimbangan zat hara dapat menghambat pertumbuhan bahkan menyebabkan kematian tanaman. Untuk memastikan kematangan kompos, dilakukan analisis terhadap karakteristik biologi, kimia, dan fisik kompos. Uji ini meliputi pengujian kuantitas bakteri, analisis warna, bau, tekstur, penyusutan kompos, pH, suhu, serta uji rasio C/N dari kompos kombinasi jerami dan kotoran kambing yang diinokulasi dengan tempe *overfermented*.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Inovasi Tempe Sekar Sari (RITSS) untuk pembuatan kompos, Uji Rasio C/N dilakukan di Lab Universitas Kristen Satya Wacana, dan Uji Total Bakteri di Lab Mikrobiologi UNNES. Alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut : mesin pemotong, neraca analitik, gelas ukur, gelas beker, Erlenmeyer, vortex, tabung reaksi, rak tabung reaksi, petridish, autoklaf, spatula, pengaduk kaca, yellow tip, blue tip, mikropipet, incubator bakteri, cooler media, laminar air flow, Bunsen, colony counter, karet gelang, botol sprayer, soil tester, labu kejdahl dan alat titrasi. Bahan yang digunakan membuat kompos yaitu jerami, kotoran kambing, EM4, MOL tempe overfermented, sedangkan bahan yang digunakan dalam pengujian yaitu media PCA, akuades, nystatin, alcohol, aluminium foil, kertas coklat, plastic warp, kapas, asam sulfat, natrium hidroksida, asam klorida, FeSO₄, KMnO₄, dan Na₂C₂O₄. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 6 ulangan, sehingga jumlah total 24 sampel..

Pembuatan Kompos. Kompos dibuat dengan empat perlakuan dengan konsentrasi activator yang berbeda yaitu P1 dengan starter pengomposan EM4, P2 dengan starter pengomposan MOL tempe overfermented, P3 dengan starter pengomposan EM4 : MOL tempe dengan perbandingan 1: 1, dan P4 dengan starter pengomposan EM4 : MOL tempe dengan perbandingan 1: 3. Bahan kompos adalah jerami kering, kotoran kambing kedua bahan tersebut merupakan sebagai sumber karbon dan nitrogen dengan perbandingan 5 : 3. Proses pemeraman menggunakan wadah pengomposan berisi 500 gr jerami + 300 gr kotoran kambing. Pada proses pembuatan MOL dilakukan inkubasi selama

24 jam sebelum digunakan. Proses pengomposan dilakukan selama 21 hari dengan pengomposan secara aerobik fakultatif, setiap tiga hari sekali dilakukan pembalikan agar air untuk proses fermentasi berjalan dengan baik.

Setiap hari dilakukan pengamatan pH, suhu, warna, aroma dan tekstur kompos. Pada minggu ketiga proses pengomposan, dilakukan pengambilan sampel untuk uji rasio C/N dan analisis total bakteri. Data kuantitatif berupa pH, suhu, total bakteri, berat penyusutan akan dianalisis secara statistik One Way ANOVA, sedangkan hasil ciri fisik meliputi warna, aroma, tekstur dan rasio C/N kompos dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama 21 hari proses pengomposan terjadi perubahan karakteristik kompos, ciri fisik kompos seperti warna, aroma dan tekstur kompos. Pada periode awal yaitu hari 1-6, bahan kompos belum terurai sepenuhnya sehingga menghasilkan warna coklat terang pada kompos. Selanjutnya pada hari ke-8 hingga akhir pengomposan, bahan lebih terurai dan terjadi dekomposisi lanjut menghasilkan kompos yang lebih matang stabil menunjukkan warna kompos coklat yang lebih gelap atau coklat kehitaman. Selama 21 hari pengomposan, terjadi perubahan tekstur kompos yang signifikan. Pada hari 1-9, kompos memiliki tekstur yang kasar. Hal ini mungkin terjadi akibat suhu yang cenderung rendah pada periode ini. Suhu rendah dapat memperlambat aktivitas mikroba pengurai, menyebabkan bahan organik terurai dengan lambat dan menghasilkan tekstur yang kasar. Selanjutnya, pada hari 10-21, kompos mengalami perubahan tekstur menjadi hancur dan halus.

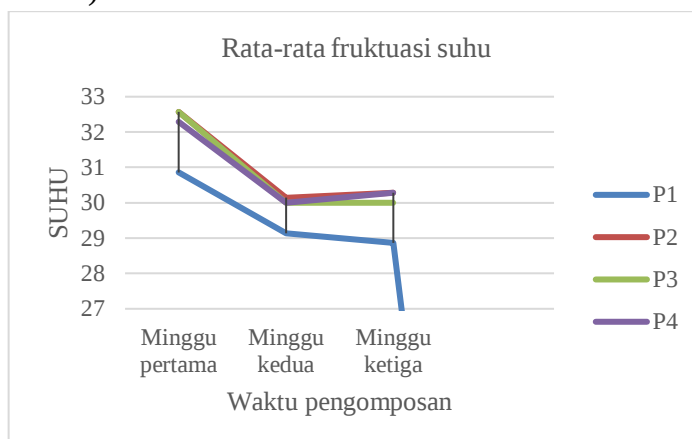


Gambar 1. Perubahan warna kompos sebelum dan setelah dekomposisi

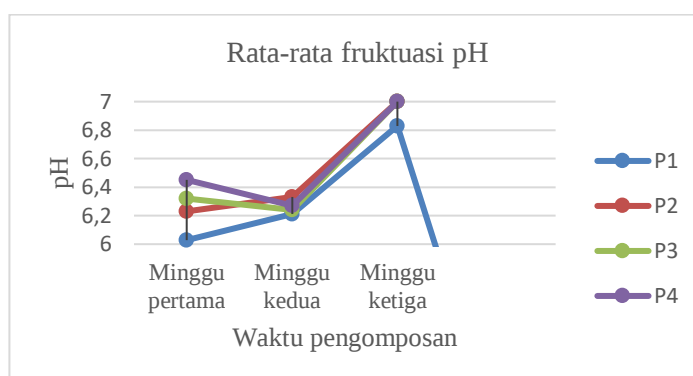
Dalam pengamatan aroma kompos selama 21 hari, terdapat variasi bau yang dihasilkan oleh kompos, yaitu pada hari 1-2 kompos mengeluarkan bau asam, hal ini terjadi karena penambahan starter pengomposan yang bersifat asam, pengomposan ini terjadi dalam kondisi aerobik, di mana oksigen tersedia untuk mikroorganisme pengurai. Proses ini sering menghasilkan aroma yang bersifat tajam dan asam. Pada hari ke-3 dan 4, kompos menghasilkan bau busuk, ini terjadi karena pengomposan beralih ke kondisi anaerobik di mana oksigen tidak tersedia, aroma yang tidak sedap karena dominasi mikroorganisme anaerob. Pada hari ke-5-8, kompos mengeluarkan bau asam, ini terjadi karena proses pengomposan kembali berpindah ke kondisi aerobik. Kemudian pada hari ke-9 hingga hari ke-21, kompos menunjukkan bau tanah. Perubahan bau kompos ini terjadi dipengaruhi oleh kondisi pengomposan antara aerob dan anaerob yang terjadi selang-seling setiap 2 hari. Variasi dalam jenis bau mengindikasikan aktivitas berbagai mikroorganisme dalam pengomposan, yang dapat berubah berdasarkan ketersediaan oksigen dan jenis bahan organik yang terurai. Perubahan bau kompos ini juga dipengaruhi oleh ketersediaan air, pH, dan suhu. Penyiraman pada proses pengomposan ini dilakukan setiap 3 hari. Penyiraman ini dapat membantu menjaga kelembaban kompos dan mendukung proses dekomposisi mikroorganisme.

Perubahan karakteristik fisik kompos dipengaruhi oleh peningkatan suhu yang lebih stabil dan optimal untuk aktivitas mikroba. Suhu yang lebih tinggi dapat mempercepat dekomposisi bahan organik, menghasilkan tekstur yang lebih halus. Faktor lainnya seperti pH juga memengaruhi tekstur

kompos. Berdasarkan hasil pengukuran pH dan suhu kompos dihasilkan data dalam grafik berikut (Gambar 2 dan Gambar 3).



Gambar 2. Grafik perubahan suhu pengomposan



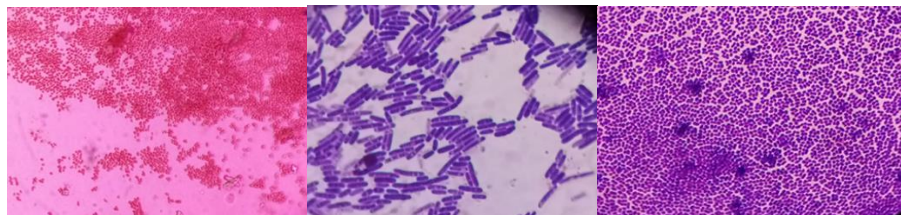
Gambar 1. Grafik perubahan pH pengomposan

Selama tiga minggu proses pengomposan, tampak variasi suhu yang mencerminkan dinamika yang berbeda di antara kelompok perlakuan. Pada minggu pertama, suhu rata-rata untuk P1, P2, P3, dan P4 adalah masing-masing 30.86°C, 32.57°C, 32.57°C, dan 32.29°C. Pada minggu kedua, terdapat perubahan suhu dengan rata-rata P1 sebesar 29.14°C, P2 sebesar 30.14°C, serta P3 dan P4 masing-masing 30.00°C. Di minggu ketiga, suhu rata-rata kembali bervariasi, dengan P1 mencapai 29.86°C, P2 30.29°C, dan P3 serta P4 masing-masing 30.00°C dan 30.29°C. Berdasarkan hasil statistik terjadi perubahan signifikan pada suhu selama periode pengomposan minggu pertama hingga minggu ketiga.

pH dalam proses pengomposan menunjukkan variasi yang signifikan selama tiga minggu pengamatan. Pada minggu pertama, rata-rata pH mengikuti urutan P1 sebesar 6.03, P2 sebesar 6.23, P3 sebesar 6.32, dan P4 sebesar 6.45. Pada minggu kedua, terjadi perubahan dengan rata-rata pH P1 menjadi 6.21, P2 6.33, P3 6.24, dan P4 6.27. Minggu ketiga menunjukkan perubahan yang lebih mencolok, dengan pH P1 meningkat tajam menjadi 6.83, sedangkan P2, P3, dan P4 mencapai nilai maksimum yaitu 7. Berdasarkan analisis statistik perubahan nilai pH dari minggu pertama hingga minggu ketiga terjadi secara signifikan. Variasi ini mencerminkan perubahan kondisi mikrobiologis dan kimia yang terjadi selama pengomposan, menunjukkan perjalanan yang dinamis dan progresif dalam proses tersebut.

Analisis total bakteri kompos pada setiap perlakuan secara rata-rata berturut turut P2, P4, P1 dan P3 sebagai berikut 5.9×10^7 , 3.85×10^7 , 2.59×10^7 , 2.51×10^7 . Berdasarkan hasil statistik One Way Anova terdapat perbedaan signifikan pada jumlah total bakteri (TPC) antara perlakuan P1, P2, P3, dan P4 ($F = 6.890$, $p = 0.002$). Kemudian berdasarkan uji lanjut Duncan dan Tukey HSD,

menunjukkan bahwa perlakuan P1 dan P3 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam hal TPC. Namun, P2 berbeda secara signifikan dari P1 dan P3. Perlakuan P4 juga menunjukkan perbedaan signifikan dengan beberapa perlakuan lainnya. Dari hasil isolasi kemudian dilakukan purifikasi, berdasarkan hasil pengecatan Gram, pewarnaan endospore dan uji katalase, isolat menunjukkan bahwa bakteri tersebut merupakan golongan Bakteri Asam Laktat (BAL) dan *Bacillus sp.*



Gambar 4. Hasil Pengecatan Gram

Bacillus sp memiliki peran dalam mendekomposisi bahan organik kompleks dan memiliki sifat termofilik yang bermanfaat dalam fase awal pengomposan, *Bacillus sp* dapat mensintesis enzim endo- β -glucanase untuk mengurangi rantai panjang selulosa (Ulfa dkk., 2014 dalam Fauziah & Ibrahim, 2021). Sementara itu, Bakteri Asam Laktat berperan sebagai penstabil kompos dengan mengatur pH, sebagai penghambat mikroba patogen, dan terlibat dalam proses fermentasi untuk mempercepat penguraian bahan organik.

Kemudian hasil analisis penyusutan dan rasio C/N setelah proses pengomposan 21 hari sebagai berikut (Tabel 1).

Tabel 1. Penyusutan dan Rasio C/N setelah Pengomposan

Perlakuan	Penyusutan (%)	Rasio C/N
P0	9.6	11.3
P1	51.7	6.3
P2	50,9	6.0
P3	48.8	5.5
P4	43,4.	5.0

Data hasil penyusutan dianalisis menggunakan *One Way Anova* dengan menunjukkan hasil signifikan. Kemudian berdasarkan penambahan starter terjadi perubahan nilai rasio C/N, rasio C/N yang rendah meningkatkan aktivitas mikroba, mendukung mineralisasi bahan organik, dan pelepasan nutrisi tanaman. Stabilitasnya rasio C/N mencegah pencucian nutrisi, memastikan ketersediaan nutrisi jangka panjang. Karbon dalam rasio C/N memainkan peran penting dalam membentuk bahan organik tanah, mempengaruhi pertumbuhan akar, dan mendukung keberagaman mikroorganisme tanah untuk menciptakan lingkungan tanah yang sehat dan produktif.

Kematangan kompos merupakan suatu indikator kesesuaian material kompos yang telah terurai dan dapat diserap tanaman. Proses kematangan kompos dipacu oleh aktivitas mikroorganisme pendegradasi. Dalam penelitian ini, kriteria kematangan kompos diukur dengan melihat warna, tekstur, dan bau kompos serta melakukan uji rasio C/N dan mengukur suhu, pH, dan penyusutan kompos. Kematangan kompos merupakan indikator penting dalam menentukan apakah material kompos dapat diserap oleh tanaman atau tidak. Kandungan karbon organik, rasio C/N, dan aktivitas mikroorganisme pendegradasi dapat digunakan

sebagai alat untuk mengevaluasi kematangan kompos secara efektif dan efisien (Mahapatra *et al.*, 2022).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penambahan starter dari limbah tempe overfermented menjadi MOL activator pengomposan dapat mempengaruhi proses dekomposisi dan mempengaruhi karakteristik fisik, kimia dan biologi kompos. MOL tempe overfermented dapat dimanfaatkan sebagai alternatif aktivator pengomposan sehingga pengomposan dapat berlangsung efektif sekaligus dapat mendaur ulang limbah dan mendukung kematangan atau stabilitas kompos.

DAFTAR PUSTAKA

- Che Jusoh, M. L., Abd Manaf, L., & Abdul Latiff, P. (2013). Composting of rice straw with effective microorganisms (EM) and its influence on compost quality. *Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 10(17), 1. <https://doi.org/10.1186/1735-2746-10-17>
- Fauziah, S. I., & Ibrahim, M. (2021). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Selulolitik pada Tanah Gambut di Desa Tagagiri Tama Jaya, Kecamatan Pelangiran, Kabupaten Inhil, Riau. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 9(3), 194–203. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v9n3.p194-203>
- Firdaus, F. (2014). Dosis Penggunaan Mikroorganisme Lokal (Mol) Ragi Tempe Dan Isi Rumen Untuk Pengomposan. *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, 2(1), 257–261.
- Gummert, M., Hung, N. Van, Chivenge, P., & Douthwaite, B. (2020). Sustainable Rice Straw Management. In *Sustainable Rice Straw Management*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-32373-8>
- Guo, R., Zhang, X., Tang, Z., Zhang, Y., & Huang, K. (2022). Effects of Rice Straw Combined with Inorganic Fertilizer on Grain Filling and Yield of Common Buckwheat. *Agronomy*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/agronomy12061287>
- Mahapatra, S., Ali, M. H., & Samal, K. (2022). Assessment of compost maturity-stability indices and recent development of composting bin. *Energy Nexus*, 6(January), 100062. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100062>
- Rakhmawati, D. Y., Dangga, S. A., & Laela, N. (2019). Pemanfaatan Kotoran Sapi Menjadi Pupuk Organik Di Desa Mas-Mas Kecamatan. *Jurnal Warta Desa*, 1(1), 1–9.
- Safitri, S. M., Trimuliani, I., Fitri, A., Rahmawati, A., & Saeroji, A. (2023). Pemberdayaan Kelompok Tani Melalui Pelatihan Pembuatan Starter Pengomposan dari *Nitrobacter* di Desa Kanoman Kabupaten Klaten. 3(2), 555–562.
- Weber, J., Kocowicz, A., Bekier, J., Jamroz, E., Tyszka, R., Debicka, M., Parylak, D., & Kordas, L. (2014). The effect of a sandy soil amendment with municipal solid waste (MSW) compost on nitrogen uptake efficiency by plants. *European Journal of Agronomy*, 54, 54–60. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.11.014>