

Efektivitas Teknologi Biopori dengan Pengolahan Sampah Organik untuk Meningkatkan Laju Infiltrasi Tanah

Risti Ristianingsih Badu^{*1)}, Wahidin Lukum²⁾, Muhammad Rachmad Tahir³⁾, Farid SM⁴⁾

^{1,2)}Teknik Lingkungan, Universitas Nahdlatul Ulama Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

³⁾Hukum, Universitas Nahdlatul Ulama Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

⁴⁾Konservasi Hutan, Universitas Nahdlatul Ulama Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

*e-mail: ristianingsih.badu@gmail.com

Received: 28-10-2023	Accepted: 28-11-2023	Published: 22-12-2023
----------------------	----------------------	-----------------------

ABSTRACT

The increase in population and infrastructure development has resulted in a lack of rainwater infiltration into the ground, causing environmental problems. This research aims to the effectiveness of biopore infiltration holes on soil infiltration rate by using the composting process of organic waste from households. The benefits of this research are to reduce environmental damage by creating rainwater infiltration space. Biopore technology utilizes household organic waste to increase the infiltration rate of standing water. The method used is making biopore holes using a 4 inch PVC pipe and the waste used is organic waste from residents' homes such as vegetables, fruits, and dry leaves. Measurement were made on the infiltration rate of puddles during rain and testing of pH, temperature, and moisture content parameters in organic waste compost. The results showed that the infiltration rate was 3 cm/hour, 7.3 cm/hour, 4.5 cm/hour, and 7 cm/hour, while the compost in sample A had a more stable pH value, temperature and moisture content and matured faster than the other samples.

Keywords: *biopore, organic waste, soil infiltration*

ABSTRAK

Meningkatnya jumlah penduduk dan pembangunan infrastruktur mengakibatkan kurangnya lahan resapan air hujan yang masuk ke dalam tanah sehingga menimbulkan permasalahan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas lubang resapan biopori terhadap laju infiltrasi tanah dengan menggunakan proses pengomposan sampah organik yang berasal dari rumah tangga. Manfaat penelitian ini untuk mengurangi kerusakan lingkungan dengan membuat ruang resapan air hujan. Teknologi biopori memanfaatkan sampah organik rumah tangga untuk meningkatkan laju resapan pada genangan air. Metode yang digunakan yaitu pembuatan lubang biopori menggunakan pipa PVC 4 inch dan sampah yang digunakan yaitu sampah organik yang dari rumah warga seperti sayur-sayuran, buah-buah, dan daun kering. Dilakukan pengukuran pada laju infiltrasi genangan air saat hujan dan pengujian parameter pH, temperatur, dan kadar air pada kompos sampah organik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju infiltrasi adalah 3 cm/jam, 7,3 cm/jam, 4,5 cm/jam, dan 7 cm/jam, sedangkan kompos pada sampel A memiliki nilai pH, temperatur dan kadar air lebih stabil dan cepat matang dibandingkan sampel lainnya.

Kata Kunci: *biopori, sampah organik, infiltrasi tanah*

I. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk dapat meningkatkan kebutuhan masyarakat seperti tempat tinggal dan infrastruktur lainnya. Meningkatnya pembangunan mengakibatkan berkurangnya kawasan yang digunakan sebagai resapan air. Bertambahnya luas kawasan pembangunan membuat daya dukung tanah semakin meningkat. Kawasan resapan air memiliki peran penting bagi kualitas lingkungan perkotaan. Banyak daerah resapan air beralih fungsi menjadi tempat tinggal, perdagangan/jasa, atau fasilitas umum lainnya (Resuban et al., 2015).

Permukaan tanah yang telah mengalami pemadatan akibat adanya pembangunan dengan menggunakan alat berat, dapat menyabakan berkurangnya pori-pori tanah sehingga menurunnya resapan air ke dalam tanah. Menurunnya resapan air tanah berdampak pada saat musim hujan karena air tidak menyerap ke dalam tanah dan membuat genang air sehari-hari (Darwia et al., 2017). Genangan air sehari-hari memberikan dampak negatif bagi kesehatan masyarakat sekitar seperti demam berdarah, penyakit kulit, dan lainnya (Kusumawati & Arofiati, 2020).

Infiltrasi merupakan proses masuknya air ke dalam tanah secara vertikal. Laju infiltrasi adalah banyak air yang masuk ke dalam tanah ketika proses infiltrasi pada waktu tertentu. Infiltrasi menjadi salah satu teknik konservasi tanah yang digunakan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas air tanah. Biopori menjadi salah satu metode infiltrasi dengan membuat lubang pada tanah yang berfungsi sebagai resapan air. Biopori dapat memperbaiki ekosistem tanah dan meningkatkan penyerapan air hujan dan dapat mengatasi timbunan sampah pada sumber (Emalinda et al., 2004) Pengukuran laju infiltrasi dilakukan pada permukaan tanah dengan kedalaman tertentu, pada lahan kosong atau pada lahan bervegetasi (Simanjuntak et al., 2021).

Teknologi biopori dapat dimanfaatkan sebagai lubang komposter. Sampah yang digunakan yaitu sampah sayur-sayuran, buah-buahan dan sampah pekarangan (Sudiana et al., 2021). Sampah organik pada lubang biopori akan menghasilkan biota tanah (cacing, semut, dan lainnya) yang membentuk terowongan kecil. Terowongan tersebut yang nantinya akan dimenjadi tempat masuknya air. Kriteria lubang biopori yaitu berdiameter 10-30 cm dengan panjang 80-100 cm (Akbar et al., 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas lubang resapan biopori terhadap laju infiltrasi tanah dengan menggunakan proses

pengomposan sampah organik yang berasal dari rumah tangga. Meningkatkan laju infiltrasi air dapat mengurangi adanya genangan air sehari-hari hingga mencegah terjadi banjir ketika musim hujan. Pengomposan dapat mengurangi timbunan sampah organik yang berasal dari rumah tangga. Sampah menjadi sumber energi bagi biota tanah agar terjadi proses dekomposisi (Simanjuntak et al., 2021).

II. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk penelitian yaitu bor tanah, mesin bor tangan, linggis, *roll meter*, alat pengujian pH, temperatur, dan kadar air. Sedangkan bahan yang digunakan untuk penelitian yaitu pipa PVC 4 inch dan sampah organik rumah tangga (sayur-sayuran dan buah-buahan).

2.2 Penentuan Titik dan Pengambilan Sampel

Pada penanaman biopori digunakan 4 sampel untuk penelitian dengan lokasi yang berbeda. Sampel A berada dibawah saluran pembuangan air hujan, sampel B berada halaman gedung kesehatan dan sering tergenang air sehari-hari, sampel C berada di halaman rumah warga dan sering tergenang air sehari-hari, dan sampel D berada di halaman rumah warga, sering tergenang air sehari-hari dan berada di dekat area persawahan. Ke 4 sampel yang berbeda permasalahan ini dipilih untuk menentukan kompos mana yang memiliki kualitas lebih baik.

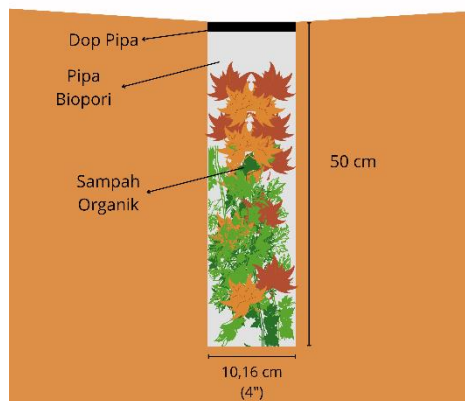
2.3 Pembuatan Kompos Sampah Organik

Komposisi sampah organik yang digunakan yaitu sayur-sayuran 50%, buah-buahan 25%, dan daun kering 25%. Sampah-sampah tersebut dicacah menjadi ukuran yang lebih kecil agar mempermudah dan mempercepat proses pengomposan

2.4 Pembuatan Biopori

Pembuatan pipa biopori yaitu menggunakan pipa PVC 4 inch (10,16 cm) sepanjang 50 cm yang di lubangi menggunakan mesin bor tangan (Gambar 1). Pipa biopori dilengkapi dengan dop tertutup bagian bawah dan dop bentuk saringan bagian atas. Fungsi dop bentuk saringan agar air dapat masuk ke dalam

pipa biopori. Selanjutnya dibuat lubang pada tanah menggunakan bor tanah dengan diameter 4 inch (10,16 cm) dan kedalaman 50 cm. Kemudian sampah organik yang telah dicacah dimasukkan ke dalam lubang biopori. Sampah organik ditambahkan 5 hari sekali selama 30 hari.



Gambar 1. Sketsa Biopori

2.5 Pengujian Sampel

Penelitian ini menggunakan teknik kuantitatif dengan melakukan pengujian parameter kompos dan pengukuran laju infiltrasi. Analisis parameter fisik yang dilakukan pada kompos adalah pH, temperatur, kadar air, bau, warna dan tekstur. Analisis warna, bau dan tekstur kompos dilakukan secara visual. Pengujian seluruh parameter dilakukan dengan selang waktu 5 hari sekali, sebelum dimasukkan sampah organik baru ke dalam lubang biopori selama 30 hari.

2.6 Pengukuran Laju Infiltrasi

Pengukuran laju infiltrasi dilakukan di 4 titik sampel yang sudah ditentukan. Pengukuran menggunakan meteran yang dilakukan dengan selang waktu 10 menit selama 1 jam saat hujan.

2.3 Analisis Data

Pada tahap ini, hasil pengujian kompos dan pengukuran laju infiltrasi pada lubang resapan biopori dianalisis secara deskriptif dengan mengamati kadar air, temperatur, warna, bau, pH, dan waktu infiltrasi tanah. Hasil penelitian kompos dapat dibandingkan dengan standar baku mutu pada Tabel 1 (SNI 19-7030-2004 Tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik).

Tabel 1. Standar Kualitas Kompos

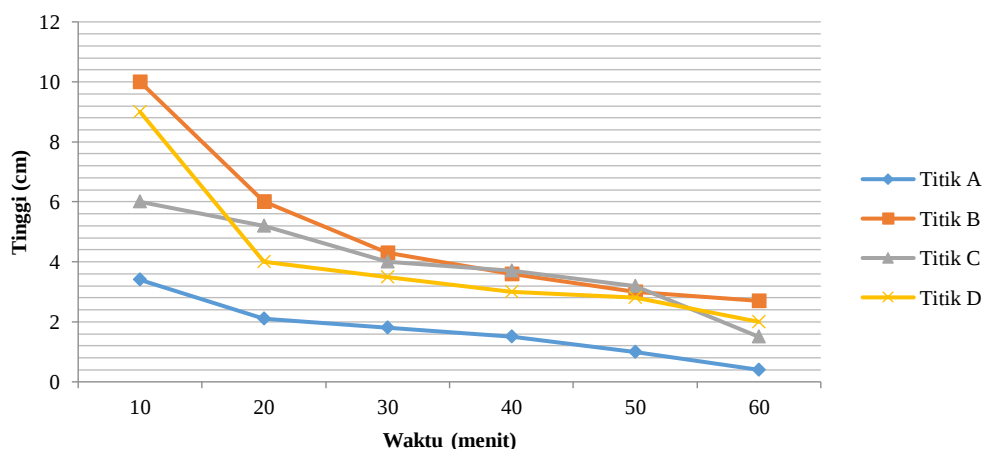
Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
Kadar Air	%	-	50
Temperatur	°C	26	30
Warna	-	-	Kehitaman
Bau	-	-	Berbau tanah
pH	-	6,80	7,49

Sumber: SNI 19-7030-2004 Tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemantauan Laju Infiltrasi

Pemantauan dilakukan untuk mengetahui efektivitas penyerapan air hujan setelah hujan pada setiap titik sampel. Penurunan genangan air diukur menggunakan penggaris/meteran setiap 10 menit selama 1 jam. Hasil pemantauan laju infiltrasi pada setiap titik sampel dapat dilihat pada Gambar 2.



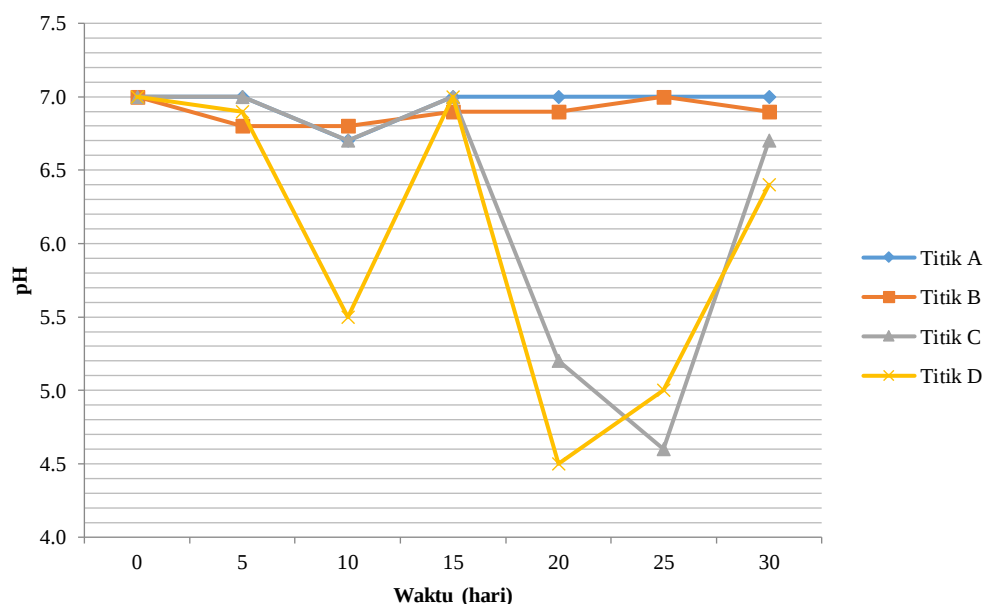
Gambar 2. Hasil Pengukuran Laju Infiltrasi

Pengukuran tinggi genangan air di Titik A setelah penanaman biopori hari ke-15 pada menit ke 10 yaitu 3,4 cm dan pada menit ke 60 yaitu 0,4 cm. Sehingga didapat bahwa biopori dapat menyerap genangan air selama 60 menit sebesar 7 cm. Selanjutnya, Titik B setelah penanaman biopori hari ke-15 pada menit ke 10 yaitu 10 cm dan pada menit ke 60 yaitu 2,7 cm. Sehingga didapat bahwa biopori dapat menyerap genangan air selama 60 menit sebesar 7,3 cm. Kemudian, tinggi genangan air di Titik C setelah penanaman biopori hari ke-15 pada menit ke 10 yaitu 6 cm dan pada menit ke 60 yaitu 1,5 cm. Sehingga didapat bahwa biopori dapat menyerap genangan air selama 60 menit sebesar 4,5 cm. Sedangkan tinggi genangan air di Titik D setelah penanaman biopori hari ke-15 pada menit ke 10 yaitu 9 cm dan pada menit ke 60 yaitu 2 cm. Sehingga didapat bahwa biopori dapat menyerap genangan air selama 60 menit sebesar 7 cm. Efektivitas penggunaan teknologi biopori sebagai

lubang resapan dapat mempercepat dan meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap air (Khusna et al., 2020). Penyerapan air ke dalam tanah dapat meningkat karena adanya bantuan dari biota tanah/mikroorganisme tanah. Biota tanah membentuk lubang atau pori-pori disekitar lubang. Adanya mikroorganisme tanah berperan untuk proses dekomposisi. Lubang atau pori-pori yang dibentuk oleh mikroorganisme menjadi tempat untuk penyerapan dan pengaliran air ke dalam tanah.

3.2 Analisis Kualitas Kompos

Pengujian pH dilakukan sebanyak 7 kali setiap 5 hari sekali selama 30 hari. Pada Gambar 3 menunjukkan hasil pengujian pH kompos sampah organik dari lubang biopori pada setiap titik sampel.



Gambar 3. Hasil Pengujian pH

Berdasarkan Gambar 3, didapat nilai pH sampel A dan B pada hari ke-5 sebesar 7,0 dan 6,8. Selanjutnya nilai pH mengalami peningkatan hingga mencapai nilai pH netral. Sehingga, nilai pH pada akhir proses pengomposan menunjukkan bahwa pemecahan nitrogen telah menurun (Krisnawan et al., 2018). Sampel C dan D mengalami penurunan besar pada hari ke-20 sebesar 5,2 dan 4,5. Hal ini disebabkan asam organik yang dihasilkan oleh aktivitas mikroba pada kompos (Siagian et al., 2021). Menurut

Kurnia et al. (2017), penurunan nilai pH pada akhir pengomposan disebabkan oleh oksidasi enzimatis senyawa anorganik akibat penguraian.

Tabel 2. Nilai pH Rata-rata

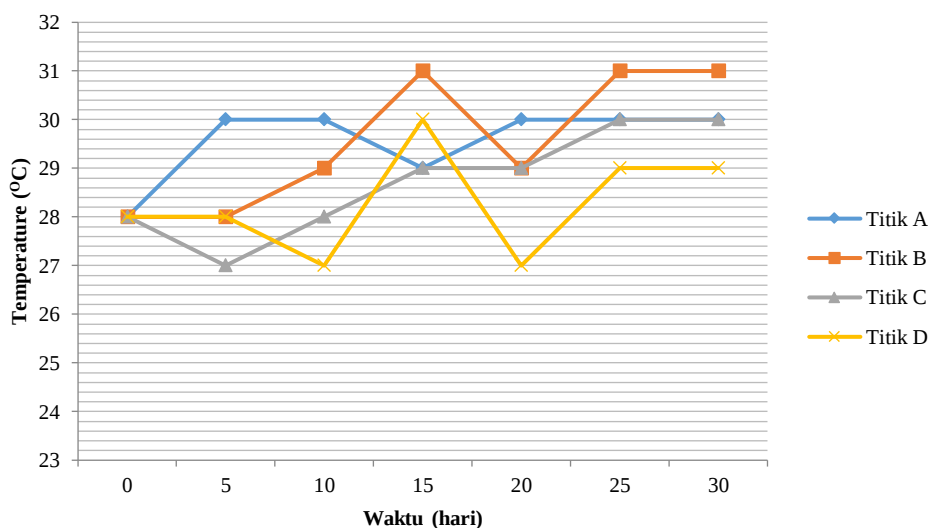
No	Sampel	pH Rata-rata
1	A	7,0
2	B	6,9
3	C	6,3
4	D	6,0

Pada Tabel 2 menunjukkan nilai pH pada setiap sampel terdapat perbedaan yang besar. Berdasarkan

SNI 19-7030-2004 Tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik bahwa kualitas pH kompos minimum 6,80 dan maksimum 7,49. Sehingga nilai pH rata-rata kompos sampel A dan B telah memenuhi standar bakumutu, sedangkan sampel C dan D tidak sesuai standar kualitas kompos. Nilai pH dipengaruhi oleh kandungan nitrogen bahan organik kompos hasil sintesis

protein oleh mikroorganisme pengurai (Krisnawan et al., 2018).

Pengujian temperatur dilakukan selama 5 hari sekali sebelum memasukkan sampah organik terbaru. Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian temperatur kompos sampah organik dari lubang biopori pada setiap titik sampel.



Gambar 4. Hasil Pengujian Temperatur

Berdasarkan Gambar 4, didapat nilai temperatur sampel A, B, C, dan D mengalami peningkatan yang signifikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses penguraian campuran kompos melalui penguraian mikroorganisme mulai aktif (Krisnawan et al., 2018).

Tabel 3. Nilai Temperatur Rata-rata

No	Sampel	Temperatur Rata-rata (°C)
1	A	30
2	B	30
3	C	29
4	D	28

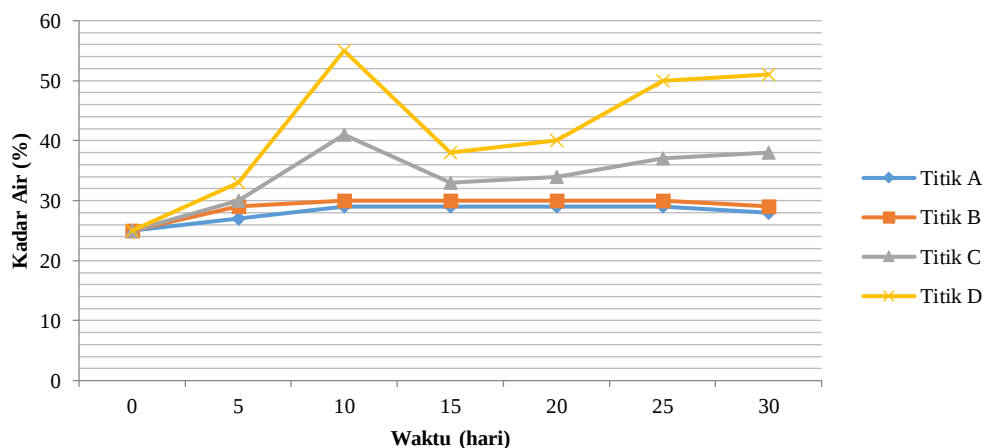
Pada Tabel 3 menunjukkan nilai temperatur pada setiap sampel tidak terdapat perbedaan nyata. Berdasarkan SNI 19-7030-2004 Tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik bahwa temperatur kompos harus sesuai dengan temperatur air tanah (26-30°C), sehingga temperatur kompos sampel A, B, C, dan D telah sesuai dengan standar kualitas kompos yang ditetapkan.

Pengujian kadar air kompos dilakukan 5 hari sekali sebelum dimasukkan sampah organik baru pada pipa biopori. Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian kadar air kompos sampah organik dari lubang biopori pada setiap titik sampel.

Berdasarkan SNI 19-7030-2004 Tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik bahwa nilai maksimum kadar air pada kompos sebesar 50%. Pada penelitian ini, didapat nilai kadar air pada sampel A, B dan C telah sesuai baku mutu dan layak digunakan sebagai pupuk tanaman. Sedangkan sampel D didapat nilai kadar air melebihi standar baku mutu kompos dari biopori, sehingga kompos tidak dapat digunakan. Pada sampel A memiliki kadar air lebih rendah dibandingkan sampel B, C, dan D.

Hasil pengujian fisik seperti pH, temperatur dan kadar air menunjukkan bahwa kompos pada sampel A telah memenuhi baku mutu sesuai dengan SNI 19-7030-2004 Tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik, sehingga kompos tersebut dapat digunakan sebagai pupuk untuk tanaman. Kompos pada sampel B dan C masih membutuhkan waktu yang lebih untuk proses penguraian. Sedangkan kompos sampel D pada hari ke-30 mengalami peningkatan nilai kadar air, sehingga membutuhkan waktu yang lebih untuk proses penguraian. Pengomposan akan berjalan lambat jika hujan, karena kelembaban tanah yang tinggi dapat mengganggu proses dekomposisi bahan organik (Ruslinda et al., 2021). Kadar air mempengaruhi laju dan suhu penguraian kompos,

karena mikroorganisme memerlukan kelembaban yang optimal untuk menguraikan bahan organik (Kurnia et al., 2017).



Gambar 5. Hasil Pengujian Kadar Air

Tabel 4. Analisis Kematangan Kompos

Sampel	Parameter	H-5	H-10	H-15	H-20	H-25	H-30
A	Bau	Berbau tanah	Berbau tanah	Berbau tanah	Berbau tanah	Berbau tanah	Berbau tanah
	Warna	Coklat tua	Coklat tua	Coklat tua	Coklat tua	Coklat tua	Coklat tua
	Tekstur	Kasar	Kasar	Kasar	Halus	Halus	Halus
B	Bau	Berbau tanah	Berbau tanah	Berbau tanah	Berbau tanah	Berbau busuk	Berbau busuk
	Warna	Coklat tua	Coklat tua	Coklat tua	Coklat tua	Coklat kehitam-hitaman	Coklat kehitam-hitaman
	Tekstur	Kasar	Kasar	Kasar	Halus	Halus	Halus
C	Bau	Berbau tanah	Berbau tanah	Berbau tanah	Berbau tanah	Berbau busuk	Berbau busuk
	Warna	Coklat tua	Coklat tua	Coklat tua	Coklat tua	Coklat kehitam-hitaman	Coklat kehitam-hitaman
	Tekstur	Kasar	Kasar	Kasar	Halus	Halus	Halus
D	Bau	Berbau tanah	Berbau tanah	Berbau tanah	Berbau tanah	Berbau tanah	Berbau tanah
	Warna	Coklat tua	Coklat tua	Coklat tua	Coklat tua	Coklat kehitam-hitaman	Coklat kehitam-hitaman
	Tekstur	Kasar	Kasar	Kasar	Halus	Halus	Halus

Kompos pada biopori diamati setiap 5 hari sekali dan dilakukan penambahan sampah organik baru jika terjadi penyusutan volume sampah di setiap titik sampel. Tabel 4 merupakan hasil pemantauan bau, warna dan tekstur kompos sampah organik dari lubang biopori pada setiap titik sampel.

Kompos sampel A pada hari ke-30 memiliki bau seperti tanah, berwarna coklat tua, dan tekstur komposnya halus. Sedangkan pada sampel B, C, dan D memiliki bau yang sangat busuk. Sampel B, C,

dan D juga memiliki warna coklat kehitam-hitaman dengan tekstur kompos mulai terurai. Berdasarkan SNI 19-7030-2004 Tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik bahwa warna kompos harus berwarna kehitaman dan berbau seperti tanah. Sehingga parameter warna dan bau pada kompos sampah organik sampel A sesuai dengan standar kualitas kompos yang ditetapkan, sedangkan sampel B, C, dan D tidak sesuai standar kualitas kompos.

Kompos dapat mengalami perubahan secara fisik seperti bau, warna dan tekstur bahannya, karena adanya proses dekomposisi sampah organik rumah tangga dengan bantuan mikroorganisme seperti cacing dan biota tanah lainnya. Kematangan kompos dipengaruhi oleh bahan baku pembuatan kompos. Kompos lebih cepat matang ketika bahan baku yang digunakan yaitu campuran dari sisa makanan (sayuran dan buah-buahan) dan sampah pekarangan (Ruslinda et al., 2021). Analisis kualitas kompos dinilai berdasarkan unsur fisik meliputi kadar air, temperatur, pH, warna dan bau.

Pada hari ke-5, kompos pada sampel D telah terdapat cacing tanah, sedangkan pada hari ke-10 hingga hari ke-25 kompos telah tercampur bahan lain (lumpur) dan terdapat air dalam pipa selama beberapa hari. Menurut Wahyono & Sahwan (2010), kompos tidak mengandung bahan asing seperti bahan pengotor karena dapat mencemari tanah dan tingginya kadar air akan membuat proses pengomposan menjadi anaerobik sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama, berbau busuk, bahan akan menggumpal dan temperatur rendah. Sehingga, sampel D tidak dapat digunakan sebagai pupuk kompos.

Kompos sampel A telah matang karena kompos berbau tanah, sedangkan untuk sampel B, C, dan D masih mengeluarkan bau busuk berlebih sehingga butuh waktu yang lama untuk pematangannya. Kompos yang masih berbau sampah atau bau busuk, berarti kompos tersebut belum matang. Kompos yang sudah matang akan memiliki bau tanah karena sampah telah terurai dan stabil menyerupai materi tanah. Pada sampel A memiliki tekstur kompos yang sedikit lebih halus dibanding sampel B, C, dan D. Kompos akan menyerupai tanah hutan atau tanah pertanian yang subur dan gembur. Warna dari kompos akan berubah kehitaman dan memiliki tekstur seperti tanah. Kompos yang berwarna lebih terang memiliki kelembaban rendah sedangkan yang berwarna lebih gelap memiliki kelembaban tinggi (Emalinda et al., 2004).

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahwa penerapan teknologi biopori dapat meningkatkan laju infiltrasi sampel A sebesar 3 cm/jam, pada sampel B sebesar 7,3 cm/jam, pada sampel C sebesar 4,5 cm/jam dan pada sampel D sebesar 7 cm/jam. Kompos akan lebih cepat matang jika berada ditanah yang kering. Kualitas kompos pada sampel A memiliki nilai parameter pH sebesar 7, parameter

temperatur sebesar 30, kadar air sebesar 28, berwarna coklat tua seperti tanah, tidak berbau, dan memiliki tekstur halus. Sehingga sampel A telah sesuai dengan baku mutu kualitas kompos.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. A., Sukainah, A., & Kadirman, K. (2018). Efektivitas Pupuk Kompos dari Hasil Lubang Resapan Biopori Terhadap Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 1(1), 68. <https://doi.org/10.26858/jptp.v1i1.6220>
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). SNI 19-7030-2004 Tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. *Badan Standardisasi Nasional*, 12.
- Darwia, S., Ichwana, I., & Mustafiril, M. (2017). Laju Infiltrasi Lubang Resapan Biopori (LRB) Berdasarkan Jenis Bahan Organik Sebagai Upaya Konservasi Air dan Tanah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 2(1), 320–330. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v2i1.2202>
- Emalinda, O., Saidi, A., Army, S. L., Darfis, I., Tanah, J., Pertanian, F., Andalas, U., & Manis, L. (2004). Pengaruh Lubang Resapan Biopori dengan Berbagai Bahan Isian Terhadap Laju Infiltrasi pada Beberapa Jenis Penggunaan Lahan. *Semirata BKS PTN Wilayah Barat*, 1103–1116.
- Khusna, N. I., Amin, S., Efrianinrum, F. Y., & Bashith, A. (2020). The Effect of Using Biopore on Soil Fertility in Karst Area, District of Besuki, Tulungagung Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 485(1), 100–104. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/485/1/012066>
- Krisnawan, K. A., Tika, I. W., & Madrini, I. A. G. B. (2018). Analisis Dinamika Suhu pada Proses Pengomposan Jerami dicampur Kotoran Ayam dengan Perlakuan Kadar Air Analysis of Temperature Dynamic on Composting Process of Rice Straw Mixed Chicken Manure with Moisture Content Treatment Abstrak. *Jurnal Beta*, 6(1), 25–32.
- Kurnia, V. C., Sumiyati, S., & Samudro, G. (2017). Pengaruh Kadar Air Terhadap Hasil Pengomposan Sampah Organik dengan Metode Open Windrow. *Jurnal Teknik Mesin*, 06, 119–123. <https://doi.org/10.31857/s0044002720050116>

- Kusumawati, W., & Arofiati, F. (2020). Biopori : Alternatif Pencegahan Banjir Melalui Pemberdayaan Masyarakat Pondok Pesantren. *Prosiding SEMNAS PPM 2020: Inovasi Teknologi Dan Pengembangan Teknologi Informasi Dalam Pemberdayaan Masyarakat Pasca Covid-19, November 2017*, 389–394. <https://doi.org/10.18196/ppm.32.222>
- Resuban, E. E. R., Tarore, R. C., & Takumansang, E. D. (2015). Analisis Pemanfaatan Ruang Pada Kawasan Resapan Air Di Kelurahan Ranomuut Kecamatan Paal Dua Kota Manado. *Spasial*, 2(2), 174–182.
- Ruslinda, Y., Aziz, R., Arum, L. S., & Sari, N. (2021). The Effect of Activator Addition to the Compost with Biopore Infiltration Hole (BIH) Method. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(1), 53–59. <https://doi.org/10.14710/jil.19.1.53-59>
- Siagian, S. W., Yuriandala, Y., & Maziya, F. B. (2021). Analisis Suhu, pH dan Kuantitas Kompos Hasil Pengomposan Reaktor Aerob Termodifikasi dari Sampah Sisa Makanan dan Sampah Buah. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(2), 166–176.
- Simanjuntak, I. V., Setiyadi, Mulyani, A. S., & Hutabarat, L. E. (2021). The Effectiveness of Biopore Technology on Infiltration Rate and Organic Waste Processing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 878(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/878/1/012045>
- Sudiana, I. K., Parwata, I. P., & Kristiyanti, P. L. P. (2021). Lubang Resapan Biopori Sebagai Solusi Penanganan Masalah Sampah Dan Peningkatan Resapan Air. *Proceeding Senadimas Undiksha*, 733–740.
- Wahyono, S., & Sahwan, F. L. (2010). Standarisasi Kompos Berbahan Baku Sampah Kota. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 6(3), 223–233.