



Bioremediasi Lahan Sawah Terkontaminasi Oli Bekas Menggunakan Teknik Pengomposan Secara Ek-Situ

Annisa Nur Safitri¹, Gina Lova Sari^{1*}, Rika Yayu Agustini², Rizka Novembrianto³

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang

³Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email Korespondensi: ginalovasari@gmail.com

Diterima: 17 Januari 2025

Disetujui: 23 Juni 2025

Diterbitkan: 27 Juni 2025

Kata Kunci:

Bioremediasi, hidrokarbon, oli bekas, pencemaran tanah, pengomposan

ABSTRAK

Penggunaan oli bekas sebagai bahan tambahan senyawa pestisida untuk mengusir hama pada pertanian padi di Kabupaten Karawang berpotensi menyebabkan kontaminasi tanah oleh hidrokarbon yang bersifat toksik. Salah satu upaya pemulihan yang dapat diterapkan adalah bioremediasi menggunakan teknik pengomposan yang memanfaatkan jerami pasca panen dan kapur dolomit sebagai bahan baku kompos. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi rasio substrat tanah terkontaminasi, jerami dan kapur dolomit yang paling efektif digunakan dalam menurunkan kadar hidrokarbon dalam tanah lahan sawah terkontaminasi oli bekas di Kabupaten Karawang. Penelitian bersifat eksperimen, dimana sampel tanah diambil pada sawah seluas 0,15 ha sebanyak 9 (sembilan) titik pada kedalaman 0,00-30,00 cm yang kemudian dikomposit menjadi satu. Proses pengomposan dilakukan dengan mencampurkan tanah dan bahan baku kompos (rasio 1:1, b/b) menggunakan 5 (lima) variasi perlakuan yaitu kontrol tanah (tanah 4.500 g), kontrol jerami (4.500 g), A (tanah:jerami:dolomit sebanyak 4.500 g: 4.410 g: 90 g), B (tanah:jerami:dolomit sebanyak 4.500 g: 4.275 g: 225 g): dan C (tanah:jerami:dolomit sebanyak 4.500 g: 4.050 g: 450 g). Penelitian dilakukan dengan 3 (tiga) kali ulangan untuk masing-masing reaktor selama 30 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH, suhu, dan kelembaban semua reaktor berada pada rentang optimal yaitu 5,07-6,43; 33,00-40,00°C; 50,00-70,00%. Kondisi tersebut mendukung terjadinya biodegradasi bahan organik melalui kadar hidrokarbon, dimana penurunan tertinggi ditemukan pada variasi C sebesar 66,22%.

Received: Jan, 17th 2025

Accepted: Jun, 23rd 2025

Published: Jun, 25th 2025

Keywords:

Bioremediation, composting, hydrocarbons, soil pollution, used-oil

ABSTRACT

The utilization of used oil as an additional pesticide in wet-rice agriculture in Karawang has led to potential soil contamination by hydrocarbons. One of the soil recovery methods is bioremediation using composting, which utilizes post-harvest straw and dolomitic as compost raw materials. This study aims to determine the composition ratio of contaminated soil substrate, straw and dolomite lime that is most effective in reducing hydrocarbon levels in soil in rice fields contaminated with used oil in Karawang Regency. This research, conducted experimentally, involved the collection of soil from a 0.15 ha rice field at nine points with a depth of 0.00-30.00 cm, which was then composited. Furthermore, the composting process was carried out by mixing soil and compost raw materials in the ratio of 1:1 (w/w) using five treatment variations in terms of soil control (4,500 g), post-harvest straw control (4,500 g), A (soil: post-harvest straw: dolomite as much as 4,500 g: 4,410 g: 90 g), B (soil: post-harvest straw: dolomite as much as 4,500 g: 4,275 g: 225 g): and C (soil: post-harvest straw: dolomite as much as 4,500 g: 4,050 g: 450 g). The study was conducted with 3 (three) replications for each reactor for 30 days. The results showed that the pH, temperature, and humidity values of all reactors were in the optimal range of 5.07-6.43; 33.00-40.00°C; 50.00-70.00%. These conditions support the biodegradation of organic materials through hydrocarbon levels. The C-variation, which had the highest decrease in hydrocarbon levels at 66.22%, was chosen due to its higher dolomite content, which is known to enhance the composting process by providing alkalinity and promoting the growth of beneficial microorganisms.

1. PENDAHULUAN

Salah satu wilayah yang dikenal sebagai penghasil beras terbesar di Indonesia adalah Kabupaten Karawang, dimana luas lahan sawahnya mencapai 47.509 ha. Menurut (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat, 2024), potensi produksi beras dari pertanian padi pada masa tanam di Bulan Oktober-Desember tahun 2024 dari lahan tersebut mencapai 302.500 ton. Produksi beras dari pertanian padi menyuplai pasokan makanan yang tinggi bagi hama tikus sawah sehingga dapat hidup dan berkembang biak dengan mudah (Maruli Siregar *et al.*, 2021). Populasi hama tikus sawah yang tinggi menyebabkan kerugian cukup signifikan pada fase awal generatif pertanian padi (Maruli Siregar *et al.*, 2021). Balai Besar Peramalan OPT (2024), melaporkan bahwa luas sawah yang mengalami serangan tikus di Jawa Barat mencapai 4.900 ha, dimana prakiraan serangan di Kabupaten Karawang sebesar 1.403 ha (Suwarman *et al.*, 2023).

Pengendalian hama tikus sawah telah dilakukan oleh para petani diantaranya pengendalian secara hayati dengan memanfaatkan predator alami yaitu burung hantu *Tyto alba* (Afifah *et al.*, 2024), fumigasi atau pengasapan (Hadi, 2021), penggunaan rodentisida (racun tikus) (Sudibya *et al.*, 2024), dan berbagai teknik pengendalian lainnya. Namun, populasi tikus sawah masih cukup tinggi. Berdasarkan hasil observasi lapangan, diketahui bahwa salah satu upaya yang selanjutnya dilakukan oleh para petani adalah memanfaatkan oli bekas sebagai zat campuran pengusir hama tikus dengan menyemprotkannya ke area permukaan sawah. Menurut para petani, penggunaan oli bekas ini selain mengurangi serangan hama tikus sawah juga dapat mengurangi biaya operasional karena murah.

Meskipun demikian, penggunaan oli bekas pada lahan sawah berpotensi menimbulkan kontaminasi hingga pencemaran lahan. Menurut Dahlan (2014), oli merupakan produk turunan dari minyak bumi yang mengandung campuran senyawa hidrokarbon (Zahro' & Fitrihidajati, 2023). Hidrokarbon yang mengontaminasi tanah dan terserap, akan sulit terurai karena tidak mudah larut dalam air, serta bersifat toksik (Mawarni *et al.*, 2024). Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi kontaminasi tanah akibat oli bekas adalah bioremediasi menggunakan teknik pengomposan. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 128 Tahun 2003, pengomposan adalah pengolahan limbah dengan menambahkan bahan-bahan organik seperti pupuk, kayu atau ranting, sisa tumbuhan yang bertujuan untuk meningkatkan aktivitas mikroorganisme pengurai (Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2003).

Pengomposan menggunakan limbah padat organik telah banyak dilakukan untuk menurunkan kontaminasi minyak dan turunannya. Penggunaan kotoran domba pada proses pengomposan berpengaruh terhadap penurunan massa *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH), dimana penggunaan konsentrasi kotoran domba sebanyak 50,00% dapat menurunkan massa TPH sebesar 1,20 % (Maulida, 2022). Pemanfaatan kompos limbah baglog dan kulit nenas pada bioremediasi tanah tercemar limbah oli dapat menurunkan kadar TPH mencapai 70,67% pada variasi kompos kulit nenas 60,00% (Pramesti & Fitrihidajati, 2022). Pemanfaatan kompos kulit pisang dan sampah daun ranting pada proses remediasi tanah tercemar limbah oli menurunkan kadar TPH tanah tercemar limbah oli dengan persentase penurunan sebesar

73,63% pada konsentrasi penggunaan kompos 60,000% (Zahro' & Fitrihidajati, 2023).

Hingga saat ini belum ditemukan kajian ilmiah mengenai kontaminasi lahan sawah akibat pemanfaatan oli bekas tersebut serta upaya pemulihannya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi pengomposan untuk menyisihkan total hidrokarbon yang terkandung pada tanah sawah terkontaminasi oli bekas menggunakan limbah jerami dan dolomit. Jerami merupakan limbah pertanian yang mengandung C-organik dan N-total masing-masing sebesar 16,55% dan 0,97% (Harahap *et al.*, 2020) sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan baku kompos. Proses pengomposan didukung dengan penambahan dolomit yang berguna untuk menjaga nilai pH (Ratnawati, 2016). Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif untuk pemulihan lahan sawah terkontaminasi hidrokarbon yang secara bersamaan dapat mereduksi limbah jerami pasca panen.

2. METODE

A. Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah yang digunakan diambil dari lahan sawah di Desa Gombongsari, Kecamatan Rawamerta, Kabupaten Karawang. Pengambilan sampel dilakukan pada 9 (sembilan) titik berbeda di 1 (satu) lahan sawah seluas 0,15 ha untuk merepresentasikan kondisi lahan (Margesin & Schinner, 2005) yang dapat dilihat pada Gambar 1. Sampel diambil pada kedalaman 0-30 cm dari permukaan tanah menggunakan sekop manual (Sari, 2018).



Gambar 1. Titik Pengambilan Sampel Tanah Terkontaminasi Oli Bekas

B. Persiapan Bahan Baku Pengomposan

Sampel tanah terkontaminasi oli bekas dalam penelitian ini bersifat artifisial dimana dilakukan penambahan oli bekas dan solar dengan perbandingan 2:1 yaitu masing-masing sebanyak 4,00 ml dan 2,00 ml untuk merepresentasikan kondisi lahan sawah di lapangan. Sampel tanah terkontaminasi kemudian dидiamkan selama 2 (dua) hari. Ukuran sampel tanah terkontaminasi homogen berkisar antara 2,00-4,00 mm. Lebih lanjut, jerami yang digunakan dicacah terlebih dahulu hingga mendapatkan ukuran berkisar 3,00-5,00 cm yang kemudian dihomogenisasi dan dicampur dengan dolomit.

C. Rancangan Eksperimen

Penelitian eksperimental ini menggunakan 3 (tiga) variasi perlakuan dengan 2 (dua) variasi kontrol untuk jerami dan tanah terkontaminasi oli bekas. Pencampuran sampel tanah terkontaminasi oli bekas dan bahan baku kompos yang digunakan mengikuti rasio 1:1 (b/b) yang secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 1. Lebih lanjut, dolomit yang digunakan terdiri dari 3 (tiga) komposisi berbeda yaitu 2,00%; 5,00%; dan 10,00%.

Tabel 1. Variasi Komposisi Bahan Baku Kompos

Sampel	Variasi Bahan Baku Kompos		
	Tanah (g)	Jerami (g)	Dolomit (g)
Kontrol Tanah	4.500	-	-
Kontrol Jerami	-	4.500	-
A	4.500	4.410	90
B	4.500	4.275	225
C	4.500	4.050	450

Tahap selanjutnya adalah proses pengomposan dilakukan selama 30 hari secara aerobik. Proses pengomposan dilakukan menggunakan reaktor berupa drum yang berbahan dasar besi dengan diameter 35 cm dan panjang 59 cm dengan volume 55,00 L (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Reaktor Penelitian

Selama 30 hari, dilakukan pengukuran suhu, pH, dan kelembaban bahan kompos secara periodik. Sementara itu, untuk rasio C/N dan kadar total hidrokarbon diukur setiap 15 hari. Parameter, periode, dan metode pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter, Periode, dan Metode Pengujian

Parameter	Waktu	Metode/Alat	Referensi
Suhu	Setiap Hari	Termometer	SNI 06-6989 (1) 23-2005
pH	Setiap 3 hari	Soil Tester	-
Kelembaban	Setiap 3 hari	Soil Tester	-
Kadar Hidrokarbon	0, 15, dan 30 hari	Gravimetri	APHA-AWWA dan WEF (2005) dalam (Sari, 2018).
N-Total		Titrisi	
C-Organik		Kjeldahl	Walkley dan Black (1965) dalam (Sari, 2018)

D. Analisis Data

Perhitungan persentase penurunan total hidrokarbon tiap perlakuan dilakukan menggunakan rumus:

$$\text{Degradasi Hidrokarbon (\%)} = \frac{TH_0 - TH_n}{TH_0} \times 100\% (1)$$

Keterangan:

TH₀ = Total hidrokarbon hari ke-0

TH_n = Total hidrokarbon hari ke-n

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Tanah Sawah Terkontaminasi Oli Bekas

Hasil analisis karakteristik awal tanah menunjukkan bahwa sampel tanah yang diambil dari lahan sawah di desa Gombongsari, Kecamatan Rawamerta, Kabupaten Karawang memiliki pH 5,00 yang termasuk dalam kategori asam. Tanah sawah mengandung beberapa mineral alami yang berasal dari batuan induk tanah seperti Al dan Fe, kedua unsur ini berasal dari pelapukan batuan induk yang mungkin terbentuk dari endapan sedimen dalam waktu yang lama. Nilai pH yang rendah diduga karena tingginya kandungan Al dan Fe di dalam tanah. Menurut Maryati *et al.* (2014), Al dan Fe dapat bereaksi dengan air (hidrolisis) lalu melepaskan ion H⁺ ke tanah. Semakin banyak ion H⁺ dalam tanah akan menyebabkan pH menjadi asam (Sari *et al.*, 2022).

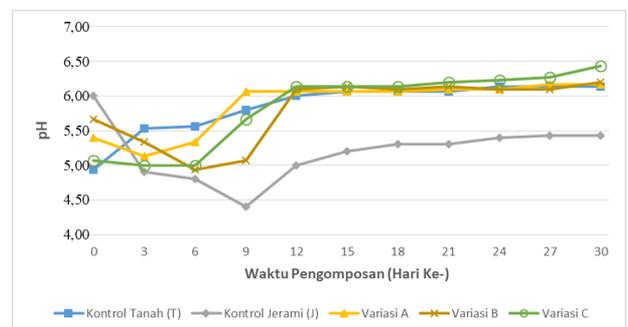
Sementara itu, kelembaban tanah di lahan sawah tersebut mencapai 75,00% karena pengukuran dilakukan pada fase penggenangan sebelum proses pembajakan untuk masa tanam baru. Adanya genangan air tersebut mungkin dipengaruhi oleh karakteristik fisik tanahnya yang termasuk dalam kelompok lempung liat berdebu dengan kandungan pasir, debu, dan liat masing-masing sebesar 13,00%, 54,00%, dan 33,00%.

3.2 Proses Pengomposan Tanah Terkontaminasi Oli Bekas

Parameter-parameter yang membentuk kondisi lingkungan yang mempengaruhi berlangsungnya proses pengomposan antara lain pH, kelembaban, suhu, dan rasio C/N.

A. Nilai pH

Pengukuran pH dilakukan setiap 3 hari sekali bersamaan dengan waktu pengadukan bahan kompos. Nilai pH berkisar antara 5,07-6,43 (lihat **Gambar 3**). Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai pH pada reaktor kontrol tanah mengalami kenaikan H-0 dan H-30 dari 4,93 menjadi 6,13. Hal ini mungkin disebabkan oleh pertukaran kation basa dalam tanah seperti Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, dan Na⁺.

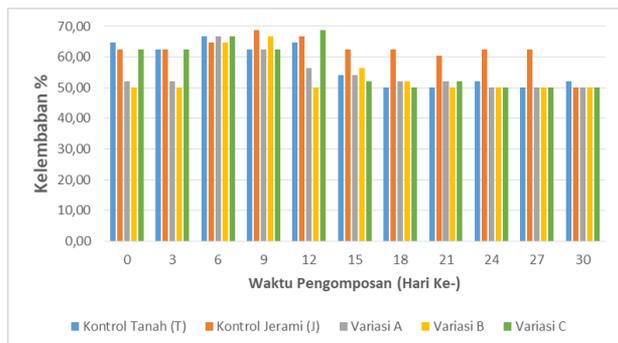


Gambar 3. Grafik Nilai pH Selama Proses Pengomposan

Namun, keempat reaktor yang lainnya menunjukkan adanya fluktuasi nilai pH. Reaktor kontrol jerami mengalami penurunan pH pada H-0 dan H-9 sebesar 1,60 yaitu dari 6,00 menjadi 4,40 sebesar 1,6. Lalu naik di H-12 sampai H-30 dari 5,00 menjadi 5,43. Reaktor A mengalami penurunan pH pada H-3 sebesar 0,27, kemudian nilainya naik kembali pada H-6 sampai dengan H-30 dari 5,33 menjadi 6,17. Reaktor B mengalami penurunan pada H-0 dan H-6 dari 5,67-4,93 yang kemudian nilainya meningkat pada H-9 sampai dengan H-30 yaitu 5,07-6,20. Reaktor C mengalami penurunan pada H-0 dan H-6 sebesar 0,07. Kemudian cenderung naik sampai hari ke H-30 dengan nilai akhir yaitu 6,43. Penurunan nilai pH yang terjadi pada reaktor-reaktor tersebut mungkin disebabkan oleh proses dekomposisi bahan organik sederhana menjadi asam-asam organik. Lebih lanjut, kenaikan nilai pH pada H-9 sampai dengan H-30 disebabkan oleh menurunnya ketersediaan asam organik sehingga mulai membentuk kestabilan nilai pH (Sari, 2018).

B. Kelembaban

Pengukuran kelembaban dilakukan setiap 3 hari sekali bersamaan dengan pengukuran pH. Persentase kelembaban berkisar antara 50,00-70,00% yang merupakan kondisi optimal proses pengomposan (lihat Gambar 4).

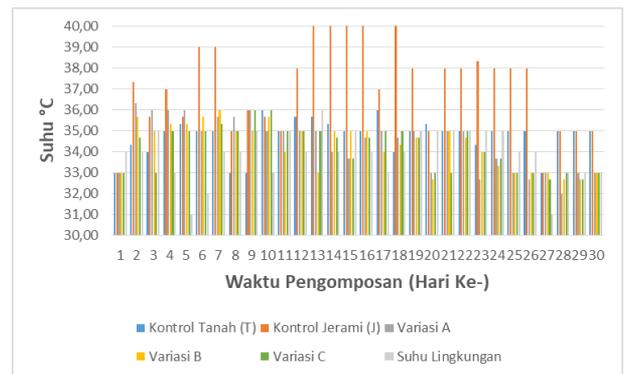


Gambar 4. Grafik Nilai Kelembaban Selama Proses Pengomposan

Selama proses pengomposan kelembaban setiap reaktor mengalami kenaikan pada H-6 dan kemudian turun berkala hingga H-30. Peningkatan kelembaban disebabkan oleh proses dekomposisi bahan organik yang menghasilkan H₂O (uap air) yang dapat terkondensasi dalam reaktor sehingga berubah bentuk menjadi air (Sari, 2018). Air dari hasil kondensasi dapat berubah kembali menjadi H₂O karena adanya panas dari hasil dekomposisi, proses ini dikenal sebagai evapotranspirasi. Senyawa H₂O dapat terlepas dari bahan baku melalui sirkulasi udara dalam reaktor mengingat proses pengomposan berlangsung dalam kondisi aerobik. Hal ini menyebabkan turunnya persentase kelembaban. Kelembaban awal pada setiap bahan baku proses pengomposan diatur pada kondisi optimum yaitu 50,00-60,00% (Sari, 2018).

C. Suhu

Parameter suhu diukur setiap harinya sampai dengan 30 hari, pada pukul 11.00-12.00 WIB. Nilai suhu berkisar antara 33,00-40,00°C (lihat Gambar 5). Reaktor kontrol tanah menghasilkan suhu kisaran 33,00-36,00°C pada proses pengomposan H-0 sampai H-30. Reaktor kontrol jerami menghasilkan suhu kisaran 33,00-40,00°C di H-0 sampai H-30. Nilai suhu pada reaktor dengan perlakuan A, B dan C berkisar antara 33,00-36,00°C.

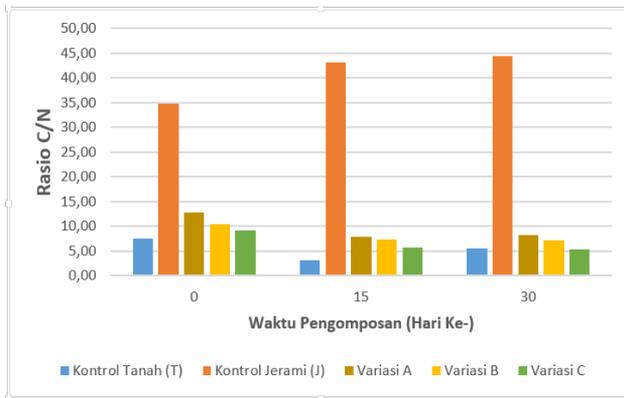


Gambar 5. Grafik Nilai Suhu Selama Proses Pengomposan

Selama proses pengomposan suhu yang terbentuk menunjukkan fluktuasi. Menurut Maulida (2022), faktor yang mengakibatkan terjadinya penurunan suhu adalah perubahan air menjadi uap air dan terlepas secara bersamaan dari bahan baku kompos (evaporasi). Selain itu, penurunan suhu juga disebabkan oleh perubahan partikel bahan baku kompos menjadi lebih kecil dan ringan sehingga kurang mampu menyimpan panas (Sari, 2018). Adanya kenaikan suhu pada saat proses pengomposan menunjukkan bahwa adanya peningkatan aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi hidrokarbon total (Sari, 2018). Dimana saat berlangsungnya proses penguraian bahan organik, terjadinya penguraian substrat yang disebabkan oleh mikroorganisme sehingga akan menghasilkan panas.

D. Rasio C/N

Rasio C/N yang terbentuk selama proses pengomposan pada semua reaktor berkisar antara 7,45-44,45 (lihat Gambar 6). Gambar 6 menunjukkan bahwa rerata rasio C/N pada kontrol tanah mengalami penurunan secara perlahan dari H-0 hingga H-30 yaitu 7,45 menjadi 5,60. Rerata rasio C/N pada reaktor kontrol jerami mengalami peningkatan secara perlahan dari H-0 hingga H-30 yaitu 34,79 menjadi 44,45. Rerata rasio C/N pada reaktor A, B, dan C menunjukkan pola yang sama yaitu cenderung menurun secara perlahan dari H-0 hingga H-30 dengan nilai masing-masing adalah 12,80 menjadi 8,33; 10,51 menjadi 7,14; dan 9,15 menjadi 5,33.

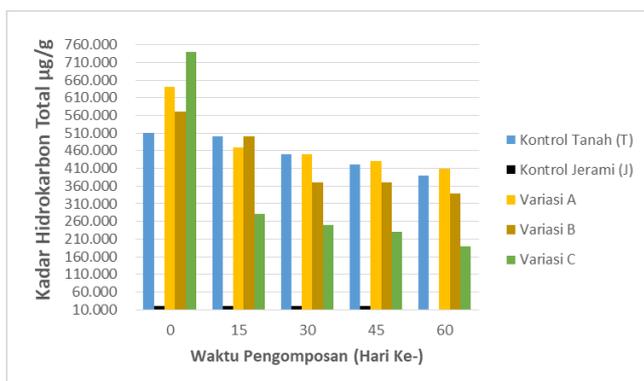


Gambar 6. Grafik Perubahan Rasio C/N Selama Proses Pengomposan

Penurunan rasio C/N mengindikasikan terjadinya dekomposisi bahan organik menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana oleh mikroorganisme (Sari, 2018). Proses dekomposisi bahan dilakukan oleh mikroorganisme dengan memanfaatkan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme itu sendiri yang terdifusi melalui lapisan air ke substrat. Enzim yang dihasilkan dan dibutuhkan untuk proses dekomposisi berbeda tergantung pada jenis bahan organik yang akan diuraikan. Proses dekomposisi ini didukung dengan adanya peningkatan suhu dan penurunan nilai pH sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya. Namun, reaktor pada kontrol jerami mengalami kenaikan C/N, dikarenakan jerami mengandung lignin dan selulosa yang sulit diuraikan karena seratnya yang tinggi dan kuat.

3.3 Perubahan Kadar Hidrokarbon selama Proses Pengomposan

Kadar hidrokarbon dianalisis pada hari ke 0, 15 dan 30 sebagai akhir percobaan untuk mengkaji perubahan yang terjadi. Berdasarkan hasil pengomposan diperoleh hasil bahwa kadar hidrokarbon mengalami penurunan selama 30 hari yang berkisar antara 60.000-500.000 µg/g (lihat **Gambar 7**).



Gambar 7. Grafik Penurunan Kadar Hidrokarbon

Kadar awal hidrokarbon total dalam reaktor kontrol tanah sebesar 510.000 µg/g, kemudian mengalami penurunan menjadi 450.000 µg/g (11,76%) pada H-30. Reaktor kontrol jerami memiliki kadar hidrokarbon yang paling rendah dibandingkan reaktor lainnya karena tidak ada perlakuan penambahan oli bekas, sehingga nilai kadar hidrokarbon tidak mengalami perubahan. Kadar awal hidrokarbon total dalam

reaktor A sebesar 640.000 µg/g kemudian berkurang menjadi 450.000 µg/g (29,69%) pada H-30. Kadar awal hidrokarbon total dalam reaktor B sebesar 570.000 µg/g, menurun pada H ke-30 menjadi 370.000 µg/g (35,09%). Lebih lanjut, kadar awal hidrokarbon total dalam reaktor C sebesar 740.000 µg/g, menurun pada H ke-30 menjadi 250.000 µg/g dengan persentase sebesar 66,22%.

Reaktor C merupakan reaktor dengan persentase degradasi tertinggi dimana rentang suhu selama proses pengomposan berada dalam 33,00-36,00 °C, nilai pH berkisar antara 5,07-6,43 (nilai pH dengan kenaikan tertinggi sebesar 1,36), kelembaban berada dalam rentang 50,00-70,00% dan penurunan rasio C/N sebesar hingga 3,82. Berdasarkan data dari beberapa parameter selama proses pengomposan, diketahui bahwa penambahan dolomit dapat mendukung terbentuknya kondisi optimal untuk aktivitas mikroorganisme, khususnya nilai pH.

KESIMPULAN

Komposisi rasio substrat tanah terkontaminasi, jerami dan kapur dolomit yang dapat menurunkan kadar hidrokarbon dalam tanah lahan sawah terkontaminasi oli bekas di Kabupaten Karawang secara optimal ditemukan pada komposisi variasi C dengan rasio perbandingan bahan terdiri atas 4.500 g tanah + 4.050 g jerami + 450 g dolomit (10,00%). Persentase degradasi hidrokarbon yang diperoleh sebesar 66,44%.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, L., Saputro, N. W., Adhi, S. R., & Enri, U. (2024). Pengendalian Hama Tikus Sawah Berbasis Hayati Dengan Burung Hantu Tyto Alba Di Desa Sumberjaya, Kecamatan Tempuran, Kabupaten Karawang. *Wikrama Parahita : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 8(2), Article 2. <https://doi.org/10.30656/Jpmwp.V8i2.7467>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat. (N.D.). Retrieved April 25, 2024, From <https://jabar.bps.go.id/indicator/53/52/1/Produksi-Padi-Menurut-Kabupaten-Kota.html>
- Crawford, S. I., Johnson, G. E., dan Goetz, F. E. (1993), "The Potential for Bioremediation of Soils Containing PAH By Composting", *Compost Science and Utilization*, Vol. 1, No. 3, pp. 41-47.
- Hadi, F. S. (2021). Pengendalian Hama Tikus Menggunakan Metode Fumigasi (Pengasapan). *Agriekstensia : Jurnal Penelitian Terapan Bidang Pertanian*, 20(1), 1-6. <https://doi.org/10.34145/Agriekstensia.V20i1.1494>
- Harahap, F. S., Walida, H., Oesman, R., Rahmaniah, R., Arman, I., Wicaksono, M., Harahap, D. A., & Hasibuan, R. (2020). Pengaruh Pemberian Abu Sekam Padi Dan Kompos Jerami Padi Terhadap Sifat Kimia Tanah Ultisol Pada Tanaman Jagung Manis. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 7(2), 315-320. <https://doi.org/10.21776/Ub.Jtsl.2020.007.2.16>
- Menteri Lingkungan Hidup, "Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 128 Tahun 2003, Tentang Tata Cara Dan Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Minyak Bumi Dan Tanah Terkontaminasi Oleh Minyak Bumi

- Secara Biologis”, Menteri Lingkungan Hidup. Republik Indonesia., 2003.
- Margesin, R., & Schinner, F. (2005). *Manual Of Soil Analysis. Monitoring And Assessing Soil Bioremediation*. Springer.
- Maruli Siregar, H., Priyambodo, S., & Hindayana, D. (2021). Analysis Of The Movement Of Rice Field Rats (*Rattus Argentiventer*) Using The Linear Trap Barrier System. *Gontor Agrotech Science Journal*, 7. <https://doi.org/10.21111/Agrotech.V7i2.6208>
- Maulida. (2022). *Pengaruh Komposting Untuk Penambahan Kotoran Domba Terhadap Penurunan Kadar Total Petroleum Hidrokarbon (Tph) Tanah Top Soil Yang Tercemar Limbah Oli*. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
- Mawarni, E. D. A., Tangahu, B. V., & Putra, A. B. K. (2024). Aplikasi Surfaktan Alami Dan Sintetis Untuk Meningkatkan Penghilangan Total Petroleum Hidrokarbon Dari Tanah Tercemar. *Journal Serambi Engineering*, 9(1), Article 1. <https://doi.org/10.32672/Jse.V9i1.776>
- Pramesti, A. D., & Fitrihidajati, H. (2022). Pemanfaatan Kompos Berbahan Baku Limbah Baglog Dan Kulit Nanas Pada Bioremediasi Tanah Tercemar Limbah Oli. *Lenterabio : Berkala Ilmiah Biologi*, 11(3), 536–544. <https://doi.org/10.26740/Lenterabio.V11n3.P536-544>
- Ratnawati, R. (2016). *Teknologi Pengomposan Limbah Padat Rumah Potong Hewan*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Rynk, R. (1992), *On-Farm Composting Handbook*, North-east Regional Agricultural Engineering Service Pub. No. 54, Cooperative Extension Service. Ithaca, New York.
- Sari, A. N., Muliana, M., Yusra, Y., Khusrizal, K., & Akbar, H. (2022). Evaluasi Status Kesuburan Tanah Sawah Tadah Hujan dan Irigasi di Kecamatan Nisam Kabupaten Aceh Utara. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroekoteknologi*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.29103/jimatek.v1i2.8467>
- Sari, G. L. (2018). *Teknologi Composting Dan Peran Biobased Surfactant Dalam Menyisihkan Total Petroleum Hydrocarbon Pada Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Sudibya, Wardani, A., Yudha, A. W., Justicianov, K. P., Doa, L. N., Hakim, M. A., Azriel, M. F. F., Kesuma, F. D., Ghifari, M. D. A., Khonsa, L., Damayanti, N. A., Faiza, F. A. A., & Luthfiyany, S. F. (2024). Pengendalian Hama Tikus Sawah Di Desa Gatak Untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan. *Jgen : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.60126/Jgen.V2i2.461>
- Suwarman, Sudarti, Ashar, B. L., Nuzulullia, U., Nirwati, D., Kulsum, U., Bagariang, W., Darmadi, D., Prasetyaningtyas, R. A., Gunawan, R., & Faridah, I. (2023). *Prakiraan Serangan Opt Utama Padi, Jagung, Kedelai, Dan Akabi Di Indonesia Mt. 2023*.
- Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Kementerian Pertanian. <https://bdsp2.pertanian.go.id/Siperditan/Rekomendf/Opttp/Buku%20prakiraan%20opt%20pangan%20mt%202023%20-Cetak.Pdf>
- Zahro', S. F. A., & Fitrihidajati, H. (2023). Pemanfaatan Kompos Kulit Pisang Dan Sampah Daun Ranting Pada Proses Remediasi Tanah Tercemar Limbah Oli. *Lenterabio : Berkala Ilmiah Biologi*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.26740/Lenterabio.V12n1.P82-89>