

BIOSTIMULASI *BACILLUS CEREUS* DALAM MENURUNKAN TPH TANAH TERCEMAR OLI BEKAS MENGGUNAKAN JERAMI PADI

Sameida Rizky¹, Eko Sulistiono², Muhammad Hanif³, Gading Wilda Aniriani⁴

^{1,2,3,4} Universitas Islam Lamongan

Corresponding author:

Sameida Rizky

Universitas Islam Lamongan

Email: ekosulistiono@unisla.ac.id

Abstract

Waste oil poses a serious threat to the environment because it contains toxic hydrocarbon compounds and heavy metals derived from motor vehicle engines and fuels. This technique can be done by adding bacteria that have the ability to decompose hydrocarbons, such as *Bacillus cereus*. The purpose of this study is to determine the duration and significant manner of biodegradation of Total Petroleum Hydrocarbon contaminated soil using *Bacillus cereus*. In the study conducted, the addition of *Bacillus cereus* along with rice straw compost showed significant results in reducing TPH levels. The method used in this study was experimental with a Complete Random Design (RAL) in a 3x3 factorial with three repetitions. Total Petroleum Hydrocarbons are calculated on the first, third and seventh days. Measurements on the seventh day, the combination of *Bacillus cereus* with 35 grams of rice straw compost was able to reduce TPH by 27.64%. Rice straw compost serves as an important source of nutrients for bacteria, providing nitrogen, phosphorus, and potassium elements that support the metabolic process of bacteria in degrading hydrocarbons. The use of bioremediation techniques with bacteria such as *Bacillus cereus*, which is optimized with the addition of rice straw compost, has been shown to be effective in reducing the level of hydrocarbon pollution in soils contaminated with used oil. This study provides strong evidence that this strategy can be a sustainable and environmentally friendly solution to overcome polluted soil pollution in the surrounding environment, especially in motor vehicle repair shop areas.

Keywords: Total Petroleum Hydrocarbon (TPH); *Bacillus cereus*; Contaminated workshop soil.

Abstrak

Limbah oli bekas menimbulkan ancaman serius terhadap lingkungan karena mengandung senyawa hidrokarbon beracun dan logam berat yang berasal dari mesin dan bahan bakar kendaraan bermotor. Teknik ini dapat dilakukan dengan menambahkan bakteri yang memiliki kemampuan untuk menguraikan hidrokarbon, seperti *bacillus cereus*. Penelitian bertujuan untuk mengetahui jangka waktu dan cara yang signifikan dari biodegradasi Total Petroleum Hydrocarbon tanah tercemar menggunakan *bacillus cereus*. Dalam penelitian yang dilakukan, penambahan *bacillus cereus* bersama dengan kompos jerami padi menunjukkan hasil yang signifikan dalam menurunkan tingkat TPH. Metode yang digunakan yaitu eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dalam faktorial 3x3 dengan tiga kali pengulangan. Di hitung Total Petroleum Hydrocarbon pada hari pertama, ketiga dan ketujuh. Pengukuran pada hari ketujuh, kombinasi *bacillus cereus* dengan 35 gram kompos jerami padi mampu menurunkan TPH hingga 27,64%. Kompos jerami padi berfungsi sebagai sumber nutrisi bagi bakteri, menyediakan unsur nitrogen, fosfor, dan kalium yang mendukung proses metabolisme bakteri dalam mendegradasi hidrokarbon. Penggunaan teknik bioremediasi dengan bakteri seperti *bacillus cereus*, yang dioptimalkan dengan penambahan kompos jerami padi, terbukti efektif dalam menurunkan tingkat pencemaran hidrokarbon pada tanah yang tercemar oli bekas. Penelitian membuktikan bahwa strategi ini dapat menjadi solusi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan untuk mengatasi tanah tercemar terutama di area bengkel kendaraan bermotor.

Kata Kunci: Total Petroleum Hydrocarbon (TPH); *Bacillus cereus*; Tanah bengkel tercemar..

PENDAHULUAN

Oli kendaraan bermotor merupakan bagian energi utama yang memiliki peranan penting dalam kehidupan dan mengandung senyawa kimia yang disebut hidrokarbon apabila minyak tersebut tumpah ke tanah atau lingkungan akan menyebabkan pencemaran lingkungan (Az, 2022). Tingkat *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) yang terdiri dari tiga jenis hidrokarbon: alifatik, alisiklik dan aromatik adalah pengukuran konsentrasi pencemar hidrokarbon dalam tanah atau air. Minyak juga termasuk senyawa yang dapat membuat perairan atau tanah tercemar. Oleh karena itu, hubungan antara minyak dan *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) terkait dengan dampak upaya bioremediasi dan pencemaran lingkungan (Pratama & Handayani, 2017). Pengembangan tumpahan minyak yang menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu cara untuk mengatasi pencemaran minyak pada tanah menggunakan teknik biodegradasi (Yolantika et al., 2015).

Oli bekas diidentifikasi sebagai limbah B3 sesuai (Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun). Menurut (Yuliana et al., 2019). pembuangan oli bekas meningkatkan pencemaran tanah. Oleh karena itu oli bekas pada tanah digunakan untuk melumas mesin, mengurangi panas dan melindungi mesin dari karat. Tumpahan oli yang tercecer pada tanah akan mengakibatkan matinya mikroba-mikroba yang ada pada tanah, karena senyawa hidrokarbon yang terkandung dalam oli pada motor bersifat racun. Karakteristik pada bakteri memiliki kemampuan dalam memanfaatkan senyawa hidrokarbon untuk sumber karbon dan energi yang dibutuhkan bagi pertumbuhannya, sehingga dapat bertahan pada lingkungan yang tercemar tumpahan oli pada tanah. Proses pendegradasi menggunakan

bantuan mikroba yang lebih mudah dan ramah lingkungan. Oli bekas dikatakan dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) (Yolantika et al., 2015). Bakteri pemisah produk penguraian hidrokarbon sangat menarik karena mempunyai kekuatan untuk memecah komponen minyak pada tanah dan memiliki kemampuan untuk mengoksidasi hidrokarbon serta menjadikan hidrokarbon sebagai salah satu donor elektronnya (Manalu et al., 2016). Bioremediasi dalam jangka waktu tertentu menggunakan teknologi biostimulasi pengurangan konsentrasi hidrokarbon menggunakan kompos jerami padi dapat meningkatkan efisiensi penurunan *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH). Selain itu, hubungan penambahan jumlah kompos dan urea terhadap degradasi TPH. Karena dimanfaatkan sebagai bahan organik yang menyediakan unsur N, P dan K salah satunya adalah limbah jerami padi yang menghasilkan kadar yang cukup baik (Irsan et al., 2023).

Mikroorganisme membutuhkan unsur yang lain seperti nitrogen dan fosfor sebagai kehidupan metabolismenya. Tanah tercemar oli bekas terhambat dalam jumlah nutrisi sehingga menghalangi proses degradasi minyak dalam tanah, oleh karena itu perlu penambahan nutrisi (Handrianto, 2018). Kehadiran mikroorganisme, terutama bakteri patogen, merupakan indikator lain dari pencemaran. Jika digunakan untuk sanitasi, tanah yang tercemar sering menjadi tempat berkembang biak mikroorganisme patogen (Sulistiono et al., 2024). Bioremediasi dilakukan dengan menambahkan *Pseudomonas aeruginosa* dan *Bacillus lentimorbus* ke dalam kultur indegenus. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan kultur mikroba ini secara terpisah tidak dapat menghasilkan biodegradasi hidrokarbon yang lebih baik. Bakteri *Bacillus sp* tumbuh lebih cepat dari pada *Pseudomonas sp* (Fierdaus, 2015). Telah

mengidentifikasi bakteri yang dapat menghancurkan hidrokarbon pada lingkungan yang tercemar oli bekas. Penelitian ini menemukan *Bacillus* dan *Alcaligenes* yang memiliki kemampuan untuk menghancurkan hidrokarbon dengan menunjukkan daerah halo pada uji in vitro (Pratama & Handayani, 2017).

METODE

Penelitian ini menggunakan eksperimen dengan rancangan penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) dalam factorial 3x3 dengan 3 kali pengulangan. Pada tiga titik tanah bengkel yang tercemar dan di hitung pada hari pertama, hari ketiga dan hari ketujuh. Sebelum diukur tanpa penambahan jerami padi dan *Bacillus cereus* dan di ukur sesudah penambahan *Bacillus cereus* dengan jerami padi 25 gram, 30 gram dan 35 gram. Faktor yang digunakan adalah jenis bakteri dan konsentrasi kompos jerami padi (*Oryza sativa L.*). Populasi yang tercemar limbah oli. Waktu penelitian Februari sampai Maret 2024, pengambilan sampel dilakukan pukul 09.00 pagi.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain cawan petri, corong gelas, pembakar spiritus, jarum ose, tabung reaksi, erlenmeyer, gelas ukur, gelas beker, corong pemisah, autoklaf, timbangan analitik, timbangan digital, shaker, dan kamera digital.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu medium MSM, kompos jerami padi, tanah tercemar oli bekas, n-heksana, aquades steril, aluminium foil, plastic wrap, spiritus, tween 80 dan sarung tangan.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Media MSM

Media yang digunakan adalah Media MSM merupakan media untuk pertumbuhan media bakteri dan sebagai media potensial pada bidang bioremediasi. Media MSM dibuat dengan melarutkan aquadest dan bahan-bahan berikut per liter nya: 1,2 g NH₄Cl, 1,6 g

K₂HPO₄, 0,4 g KH₂PO₄, 0,1 g NaCl, 1 g KNO₃, 20 g MgSO₄.7H₂O, 10 g CaCl₂.2H₂O, 0,05 g FeCl₃, 1 mL vitamin dan 1 mL larutan trace element. Medium ini digunakan sebagai medium pertumbuhan selektif bagi bakteri hidrokarbon.

Peremajaan dan Kultivasi Bakteri

Mengambil sebanyak 1 ml diinokulasikan pada media NA 5% menggunakan metode *streak place*. Selanjutnya, biakan bakteri diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Mengamati koloni dilakukan pemurnian isolat yang terbentuk secara terpisah dan diinokulasikan kembali sampai bakteri yang tumbuh sejenis. Selanjutnya media Nutrient Broth (NB) digunakan untuk perbanyak awal sel. Koloni tunggal bakteri yang tumbuh di media NA akan dipindahkan dengan ose ke media NB steril dalam erlenmeyer 30 ml dan di shaker selama 3 jam tanpa berhenti kemudian diinkubasi pada suhu 37°C hingga 24 jam. Selanjutnya masing-masing kultur dipindahkan ke dalam 450 ml medium MSM.

Setting Bioremediasi

Ditimbang 300 gr tanah yang sudah diambil dari bengkel ditempatkan pada tempat dengan konsentrasi oli bekas ditanah sebanyak 5%. Biarkan suhu ruang selama 48 jam untuk melepaskan racun minyak.

Setelah 2 hari, bahan nutrisi dari kompos jerami padi ditambahkan ke tanah yang terkontaminasi dan diaduk sampai merata. Bahan nutrisi yang ditambahkan dengan kadar 25 gr, 30 gr dan 35 gr. Selanjutnya isolasi bakteri dalam bentuk cair dimasukkan ke dalam tanah yang terkontaminasi oli bekas. Kelembabannya diatur hingga 60% kemampuan tanah untuk menyerap air dan diinkubasi pada suhu 28 °C. Tanah yang diberi oli bekas digunakan sebagai kontrol, tetapi tidak ditambah isolate bakteri atau biostimulasi.

Tempat diberi aerasi dan kelembaban dipelihara pada 60% dengan menambahkan air setiap hari selama 0 hari, 1 hari dan 7 hari. Sampling dari setiap perlakuan

diambil secara periodik dalam selang waktu satu minggu dalam jangka waktu penelitian 7 hari.

Penentuan Total Petroleum Hydrocarbon

Analisis gravimetri dilakukan untuk mengetahui kadar minyak terdegradasi (TPH), sebanyak 25 ml hasil perlakuan yang diekstrak dengan 25 ml larutan n-heksana. Campurkan lalu dikocok pada corong pemisah selama 30 menit, kemudian didiamkan sampai n-heksana terpisah. Terdapat 3 lapisan yaitu minyak, n-heksana dan air. Air dibuang lapisan minyak dan n-heksana disaring dengan kertas saring. Minyak dan n-heksana yang telah disaring dimasukkan ke dalam gelas ukur 5ml yang sudah diketahui beratnya, kemudian diuapkan pada suhu 700 °C sampai n-heksana habis. Lapisan minyak yang tertinggal ditimbang beratnya. Kadar minyak terdegradasi yang dihitung dalam bentuk persentase (%). Kadar minyak terdegradasi dihitung dalam rumus :

$$\% TPH = \frac{A-B}{A} \times 100 \%$$

Keterangan :

- %TPH : Kadar Minyak Terdegradasi
 - AL : Kadar minyak awal (kontrol) (gr)
 - B : Kadar minyak terdegradasi (gr)
- (Pratama & Handayani, 2017)

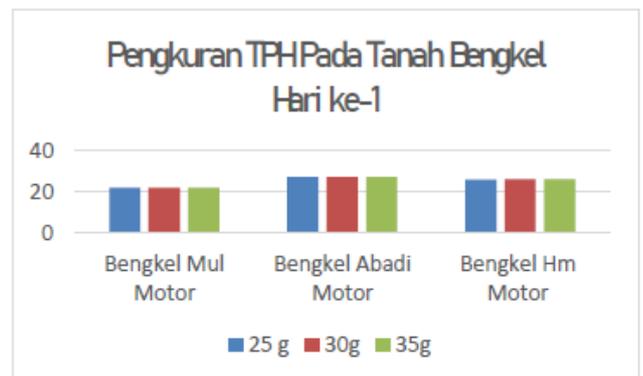
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada tiga tempat bengkel yang berbeda-beda sebagai tempat pengambilan sampel tanah, antara lain bengkel Xa, bengkel Xb dan bengkel Xc. Pengambilan sampel dengan metode Rancangan Acak Lengkap yang diambil tanah tercemar oli sebanyak 1.200 gram dibagi menjadi empat konsentrasi sehingga menjadi 300 gram setiap perbandingannya.

Tabel 1. Pengukuran TPH Tanpa penambahan jerami padi dan Bacillus cereus (kontrol)

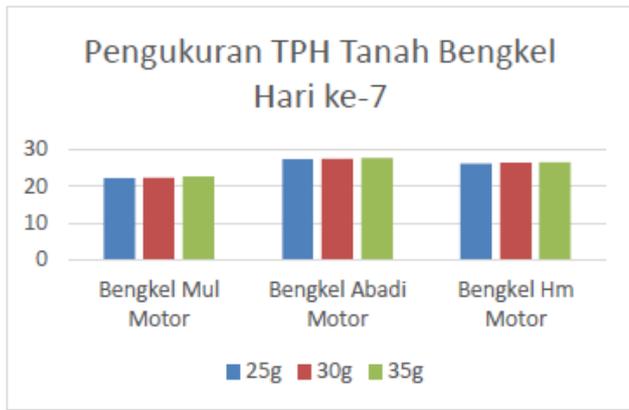
No.	Sampel Tanah Bengkel	Kontrol
1.	Bengkel Mul Motor	23
2.	Bengkel Abadi Motor	28
3.	Bengkel Hm Motor	27

Nilai kontrol tanpa penambahan Jerami padi dan Bacillus cereus tertinggi terdapat pada bengkel Xb yaitu sebesar 28 gram kadar minyak yang ada pada tanah bengkel tersebut. Sedangkan pada bengkel Xc dengan nilai 27 gram kadar minyak yang ada dalam tanah tersebut. Bengkel yang paling rendah terdapat pada bengkel Xa yaitu dengan nilai 23 gram kadar minyak tanah yang ada dalam tanah bengkel tersebut.



Gambar 1. Pengukuran TPH Pada hari pertama

Konsentrasi penambahan Jerami padi dan bakteri Bacillus cereus yang mampu mendegradasi paling tinggi terdapat pada bengkel Xb dengan konsentrasi 35 gram dan bakteri Bacillus cereus dengan penurunan minyak yang ada pada tanah bengkel sebanyak 27,35% dan disusun dengan penurunan tertinggi kedua yaitu bengkel Xc dengan konsentrasi 35 gram dan bakteri Bacillus cereus dengan penurunan minyak yang ada pada tanah sebesar 26,18% dan paling terendah terdapat pada bengkel A.



Gambar 2. Pengukuran TPH Pada hari ketujuh

Paling tinggi mendegradasi terdapat pada bengkel Xa dengan konsentrasi 35 gram kompos dan bakteri *Bacillus cereus* dengan penurunan 27,64% kemudian paling tinggi kedua terdapat pada bengkel Xb dengan penambahan konsentrasi 35 gram kompos dan bakteri *Bacillus cereus* dengan penurunan 26,40% dan paling rendah terdapat pada bengkel Xc dengan penurunan minyak yang ada pada tanah bengkel sebesar 22,56% dengan konsentrasi 35 gram kompos dan bakteri *Bacillus cereus*. Dengan penambahan bakteri *Bacillus cereus* dan Jerami padi. Dihitung TPH dengan kerentanan waktu yang berbeda beda. Dengan konsentrasi yang berbeda-beda juga. Hal tersebut sejalan dengan (Sudrajat, 2015) mengatakan jenis mikroba penyusun konsorsium dan waktu inkubasi berpengaruh terhadap kemampuan degradasi hidrokarbon. Hasil uji kemampuan formula konsorsium mikroba dalam mendegradasi hidrokarbon menunjukkan bahwa konsorsia III (*Pseudomonas sp*, *Bacillus cereus*, *Aspergillusniger*) mampu mendegradasi minyak bumi dalam persentase 89,10% pada minggu ke-5 waktu inkubasi.

KESIMPULAN

Terdapat beberapa kesimpulan antara lain :

1. Jangka waktu yang signifikan dari biodegradasi Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) tanah tercemar

menggunakan *Bacillus cereus* pada waktu inkubasi selama 7 hari.

2. Cara yang digunakan yaitu teknik bioremediasi dengan bakteri *Bacillus cereus* yang dioptimalkan dengan menambahkan kompos jerami padi. Dengan penambahan 30 ml *Bacillus cereus* dan jerami padi sebanyak 35 gram persentase penurunan TPH sebesar 27,64%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilakukan sebagai persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikannya kuliah di Fakultas Ilmu Kesehatan Program Studi Kesehatan Lingkungan dengan judul Biodegradasi *Total Petroleum Hydrocarbon* Tanah Bengkel Tercemar Menggunakan *Bacillus cereus*. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada Bapak Eko Sulistiono, S.Pd., M.Pd. selaku pembimbing 1, Bapak Muhammad Hanif, S.ST, M.KL. selaku pembimbing 2 dan Ibu Gading Wilda Aniriani, S.Si, M.Si. selaku penguji I yang selalu memberikan bimbingan, arahan serta masukan selama penulisan skripsi ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Az, R. F. (2022). Karakteristik dan uji potensi bakteri dari tanah bengkel dalam degradasi senyawa hidrokarbon pada limbah oli. *Sains dan teknologi*, 8.5.2017, 2003–2005. www.aging-us.com
- Fierdaus, M. (2015). Pemulihan Tanah Tercemar Minyak Bumi Dengan Teknik Bioremediasi Menggunakan *Bacillus sp* dan *Pseudomonas sp*. 49 (2), 3–5.
- Handrianto, P. (2018). Mikroorganisme Pendegradasi TPH (*Total Petroleum Hydrocarbon*) Sebagai Agen Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Bumi. *Jurnal SainHealth*, 2(2), 35. <https://doi.org/10.51804/jsh.v2i2.287.35-42>
- Irsan, M., Sihotang, M. G., & Ayu, N. (2023). Biodegradasi Limbah Oli Bekas Menggunakan Biakan Bakteri *Pseudomonas Sp*. 2 (2), 342–345.

- Manalu, R. T., Napoleon, A., & Hermawan, A. (2016). Eksplorasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Pada Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi *Exploration of Bacterium Decomposer Hydrocarbon Land Contaminated Oil Sludge*. Sainstech Farma, 9 (2), 39–42.
- Pratama, S. F., & Handayani, D. (2017). Pengaruh Isolat *Pseudomonas Sp.* dan *Bacillus sp.* dengan Biostimulasi Kompos Jerami Padi (*Oryza Sativa L.*) terhadap Penurunan Total Petroleum Hidrokarbon Tanah Tercemar Oli Bekas. Jurnal Biosains, 1 (2), 322–328.
- Sulistiono, E., Rifa, M., Kurniawan, A., Sulistiono, E., Rifa, M., & Kurniawan, A. (2024). *Potential of Bacterial Isolates and Consortiums for Degrading Linear Alkylbenzenesulfonate, Ammonia , and Phosphate in the Kaliotic River*. 55 (5).
- Yolantika, H., Periadnadi, & Nurmiati. (2015). Isolasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon di Tanah Tercemar Lokasi Perbengkelan Otomotif *Isolation of the Hydrocarbon Degrading Bacteria in the Contaminated Soil of the Automotive Workshop*. Jurnal Biologi Universitas Andalas, 4 (3), 153–157.
- Yuliana, S. L., Welan, Refli, & Rony, S. M. (2019). Isolasi dan uji biodegradasi bakteri endogen tanah tumpahan oli bekas di kota kupang. Jurnal Biotropikal Sains, 16 (1), 61–72.