



Bioremediasi Tanah Tercemar Limbah Oli Bekas dengan Metode *Composting*

Sonia Rasmadita Dewi*, Winardi, Aini Sulastri

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Tanjungpura Kalimantan Barat

Email Korespondensi: 23soniadewi@gmail.com

Diterima: 10 Agustus 2023
Disetujui: 07 Oktober 2023
Diterbitkan: 30 Oktober 2023

Kata Kunci:

Bioremediasi, Oli Bekas, Komposting, Hidrokarbon

ABSTRAK

Bioremediasi merupakan teknologi efektif memanfaatkan kemampuan aktivitas mikroorganisme mentransformasikan komponen toksik menjadi hasil akhir produk kurang toksik tanpa mengganggu terhadap lingkungan sekitarnya. Penelitian ini pengolahan limbah oli bekas menggunakan metode komposting. Aktivitas bengkel menghasilkan limbah oli bekas yang dibuang ke tanah menyebabkan sumber pencemaran tanah. Penelitian ini bertujuan mengetahui nilai TPH hasil limbah oli bekas aktivitas bengkel, nilai parameter lingkungan hubungan antara TPH mengenai suhu, pH, kadar air, densitas, Total Plate Count dan pengaruh perbandingan substrat dan rasio yang tepat. Penelitian menggunakan substrat tanah tercemar, tanah kompos dan pupuk cair dengan konsentrasi yang digunakan 50%:50%, 60%:40%, 50%:25%:25% dan 60%:20%:20%. Uji pendahuluan tanah tercemar limbah oli adalah 0,218%. Hasil penelitian menunjukkan sampel penelitian Tanah Tercemar dan Pupuk Cair 60%:40% dapat mendegradasikan hidrokarbon dengan baik. Pada hari ke 7 TPH senilai 1,78%, Pada hari ke 14 TPH senilai 1,44%, Pada hari ke 21 TPH senilai 1,056%, Pada hari ke 28 TPH senilai 0,62%. Sampel TT:PC 60%:40% ditinjau parameter lainnya, hubungan dengan suhu, pH, kadar air, densitas dan Total Plate Count. Pengujian kadar TPH mengalami keadaan fluktuatif, kemungkinan disebabkan masa pertumbuhan mikroba diauksi. Mikroba diauksik atau lainnya mengalami trade-off dan tidak diberikan suplai air sehingga mikroba sulit degradasikan hidrokarbon.

Received: 10 August 2023
Accepted: 07 October 2023
Published: 30 October 2023

Keywords:

Bioremediation, Used Oil, Composting, Hydrocarbons

ABSTRACT

Bioremediation is an effective technology that utilizes the ability of microorganism activity to transform toxic components into less toxic end products without disturbing the surrounding environment. This research processes used oil waste using the composting method. Workshop activities produce used oil waste which is thrown onto the ground, causing a source of soil pollution. This research aims to determine the TPH value resulting from used oil waste from workshop activities, the environmental parameter value of the relationship between TPH regarding temperature, pH, water content, density, Total Plate Count and the influence of appropriate substrate ratios and ratios. The research used contaminated soil substrate, compost soil and liquid fertilizer with concentrations used of 50%:50%, 60%:40%, 50%:25%:25% and 60%:20%:20%. The preliminary test for soil contaminated with oil waste was 0.218%. The research results showed that the research samples of Polluted Soil and 60%:40% Liquid Fertilizer could degrade hydrocarbons well. On the 7th day the TPH is worth 1.78%, On the 14th day the TPH is worth 1.44%, On the 21st day the TPH is worth 1.056%, On the 28th day the TPH is worth 0.62%. The TT:PC 60%:40% sample was reviewed for other parameters, relationship with temperature, pH, water content, density and Total Plate Count. Testing of TPH levels experienced a fluctuating state, possibly due to the period when microbial growth was stimulated. Diauxic or other microbes experience a trade-off and are not provided with a water supply so that the microbes find it difficult to degrade hydrocarbons.

1. PENDAHULUAN

Bioremediasi merupakan teknologi yang efektif, ramah lingkungan, segi ekonomi relatif murah dan bahan dapat ditemukan. Teknologi Bioremediasi terdiri dari 2 jenis yaitu Ex-situ dan In-situ. Adapun beberapa metode bioremediasi yang dapat digunakan yaitu bioremediasi pasif, biostimulasi, bioventing, bioaugmentasi, landfarming, pengomposan, dan fitoremediasi. Perkembangan otomotif mengalami peningkatan, dimana akhir penggunaan limbah oli bekas semakin bertambah banyak. Limbah oli bekas adalah salah satu produk dari minyak bumi terdiri berbagai macam senyawa hidrokarbon yang dapat mengotori udara, tanah, air, dan mengandung bahan berbahaya (B3).

Penelitian ini mengambil studi kasus sebuah aktivitas bengkel Tunas Sanjaya Motor di lokasi Desa Sungai Belidak, Kecamatan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya. Aktivitas kegiatan bengkel menghasilkan buangan limbah oli bekas, dibuang secara langsung ke badan lingkungan, hal ini memberikan dampak pencemaran tanah dan air. Akibatnya, aktivitas bengkel ini menjadi indikator dan berpotensi risiko terjadinya pencemaran tanah (Mujab, 2011). Buangan limbah akibat aktivitas bengkel dapat diatasi dengan teknik bioremediasi metode komposting. Peraturan MENLH No.128 Tahun 2003, tentang tata cara dan persyaratan pengolahan secara biologi menghasilkan nilai akhir <1%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan *Total Petroleum Hidrokarbon* dan penyisihannya dari tanah tercemar oli oleh bakteri pendegradasi. Penelitian ini menggunakan beberapa perbandingan rasio dan substrat (tanah tercemar, tanah kompos, dan pupuk cair) yang akan digunakan dan dilakukan pengujian parameter *TPH*.

2. METODE

A. Alat dan Bahan yang digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah oven, neraca analitik, *polybag*, *soil tester*, *hot plate*, gelas beker, kertas saring whatman 42, batang pengaduk, dan spatula. Bahan yang digunakan tanah bakar, kompos, biochar sekam, buah-buahan yang telah busuk, gula merah, air kelapa, dan aquades, serta bahan larutan kimia yaitu larutan N-heksana dan Na_2SO_4 (Lisa, 2019).

B. Pengambilan Sampel Tanah Tercemar Oli

Sampel yang diambil adalah lapisan tanah atas atau permukaan (*top soil*) pada kedalaman 20 cm karena pada tanah permukaan mengandung hidrokarbon (Sayara, 2011). Pengambilan sampel tanah menggunakan pola diagonal (Ali, 2019). Kemudian dikomposkan bertujuan agar efisiensi waktu dan biaya dalam pengambilan sampel, berat tanah tercemar diambil sebanyak 8 kg.

C. Pembuatan Media Tanah Kompos

Media tanah kompos dibuat terdiri kompos sebanyak 4 kg dan tanah bakar 4 kg sehingga media tanah kompos berjumlah 8 kg. Kemudian diaduk hingga sampah basah merata dan

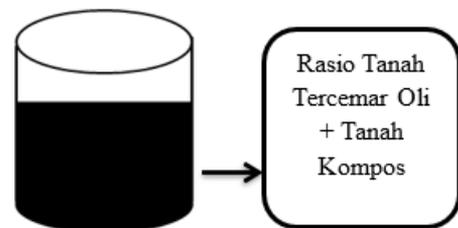
ditutup secara rapat agar tidak terpapar dengan sinar matahari dan hujan hingga sampai waktu 3 bulan dalam pembuatan kompos (Yahya, 2019).

D. Pembuatan Pupuk Cair Organik

Sediakan beberapa buangan sayur dan buah yang telah membusuk yang diperoleh dari pasar buah masing-masing sebanyak 1 kg (Nur, 2018). Buah dan sayur masing-masing dicincang hingga lunak, dimasukkan ke dalam ember cat bekas lalu ditambahkan air kelapa sebanyak 3 liter, 3 liter air cucian beras, potongan gula merah 1 kg dan terakhir dimasukkan 5 ml EM4, difermentasikan selama 1 bulan. Ember cat ditutup dengan kain dan penutup ember kemudian disimpan di tempat yang teduh. Setelah kurang lebih lama 1 bulan, pupuk cair tersebut akan mengeluarkan aroma seperti bau tapai, hal ini menandakan bahwa pupuk organik cair sudah dapat disaring dan diaplikasikan (Fazilla, 2019).

E. Rancangan Alat

Rancangan alat ini menggunakan reaktor berupa pot/polybag berjumlah 14 buah. Setiap rasio reaktor memiliki 1 pot dan duplo, diantaranya media komposisi ada tanah tercemar dan tanah kompos dibuat dengan rasio 50% : 50% dan 60% : 40%. Media komposisi tanah tercemar dan pupuk cair organik dibuat dengan rasio 50% : 50% dan 60% : 40%. Media komposisi tanah tercemar, tanah kompos, dan pupuk cair dibuat dengan rasio 50% : 25% : 25% dan 60% : 20% : 20% dan rasio 100% media tanah tercemar sebagai sampel kontrol. Berikut ini adalah gambar rancangan alat.



Gambar 1. Ilustrasi skema rancangan reaktor untuk uji bioremediasi.

F. Analisis Pendahuluan

Penentuan karakteristik awal tanah tercemar limbah oli bekas tanah kompos dilakukan di laboratorium dengan parameter suhu, pH, kadar air, densitas, *Total Petroleum Hidrokarbon*, dan *Total Plate Count*.

G. Langkah Kerja

Proses bioremediasi dilakukan selama 30 hari dengan 2 hari aklimatisasi terlebih dahulu. Langkah pertama yaitu pembuatan media reaktor (tanah tercemar dan tanah kompos) rasio penelitian 50% : 50% terdiri dari tanah tercemar sebanyak 0,5 kg dan tanah kompos 0,5 kg. Kemudian, rasio penelitian 60% : 40% dibuat dengan media tanah tercemar sebanyak 0,6 kg dan tanah kompos 0,4 kg. Rasio penelitian 100% : 0%, dibuat dengan tanah tercemar limbah sebanyak 1 kg. Langkah berikutnya reaktor (tanah tercemar dan pupuk cair), rasio penelitian 50% : 50% meliputi tanah tercemar

sebanyak 0,5 kg dan 0,5 liter pupuk cair. Kemudian, rasio penelitian 60% : 40%, dibuat dengan tanah tercemar sebanyak 0,6 kg dan 0,4 liter pupuk cair organik. Terakhir, reaktor (tanah tercemar, tanah kompos, dan pupuk cair) dengan rasio penelitian 50% : 25% : 25% meliputi tanah tercemar sebanyak 0,5 kg, tanah kompos 0,25 kg dan 0,25 liter pupuk cair organik. Sedangkan, rasio 60% : 20% : 20% meliputi tanah tercemar sebanyak 0,6 kg, tanah kompos 0,2 kg dan 0,2 liter pupuk cair organik. Rasio penelitian 100% : 0%, dibuat dengan tanah tercemar limbah sebanyak 1 kg.

H. Pemeriksaan Total Petroleum Hydrocarbon

Parameter yang dianalisis dalam penelitian ini adalah kadar Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) dengan metode gravimetri. Kadar TPH diukur dengan metode gravimetri untuk mengetahui tingkat penyisihan TPH pada tanah tercemar pelumas bekas. Sampel tanah tercemar ditimbang sebanyak 5 gram dan sampel tanah dicampurkan dengan 30 mL N-heksana di dalam beaker glass 50 mL (Wulandari, 2017). Campuran sampel diaduk di atas hotplate selama ± 5 menit dan diampkan sejenak. Campuran disaring dengan kertas saring, residu dibuang sedangkan filtrat ditampung di dalam erlenmeyer lainnya. Filtrat ditambahkan 2 sendok spatula (sekitar 2,5 gram) bahan kimia Na₂SO₄ dan diaduk di atas hotplate selama ± 5 menit (Shafiyah, 2020). Campuran filtrat dan Na₂SO₄ kemudian disaring kembali dengan menggunakan kertas saring, residu dibuang sedangkan filtratnya dimasukkan ke dalam cawan porselen yang telah diketahui berat awalnya. Filtrat dioven pada suhu 105°C sampai seluruh larutan N-heksana menguap (hanya tersisa residu). Ekstraksi kedua dilakukan seperti ekstraksi pertama hingga didapat berat yang konstan. Perhitungan dan analisis data perhitungan persentase TPH menggunakan persamaan berikut (Deannisa, 2019) :

$$\text{Kadar TPH} = \frac{A-B}{\text{Berat sampel}} \times 100 \% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

A = berat vial awal (sebelum ekstraksi) (gram)

B = berat vial terakhir (dengan minyak hasil ekstraksi) (gram).

Kadar TPH = Kadar minyak terdegradasi

Untuk mengetahui % degradasi dapat dilakukan perhitungan dengan persamaan 2:

$$\% \text{ Degradasi} = \frac{\text{TPH}_0 - \text{TPH}_n}{\text{TPH}_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

TPH⁰ = TPH kontrol minggu ke-0 ,

TPH_n = TPH kontrol minggu ke-n.

Kemudian hitung nilai laju degradasi dengan persamaan;

$$\text{Nilai Gradien} = X = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

Y = Kadar TPH (%)

X = waktu pengolahan.

I. Waktu Sampling Pengambilan Data Pengamatan

Tabel 1. Waktu sampling pengambilan data pengamatan selama proses bioremediasi

Parameter	Waktu Sampling
Kadar air	Hari ke-28
Suhu	Setiap hari
pH	Setiap hari
Densitas (γ)	Hari ke-28
Total Petroleum Hidrokarbon	Setiap selang 7 hari
Total Plate Count	Setiap selang 7 hari

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Tanah Tercemar Limbah Oli



Gambar 2. Kondisi lingkungan tanah tercemar oli bekas dari bengkel (sumber pribadi)

Tanah tercemar limbah oli bekas memiliki ciri-ciri, yaitu endapan tanah berwarna hitam keabuan, menimbulkan bau yang menyengat, berminyak, dan lokasi perbengkelan telah tercemar selama ± 3 tahun. Pencemaran tanah akibat pembuangan oli bekas perbengkelan disebabkan tidak adanya sistem instalasi pengelolaan limbah oli bekas. Oli bekas dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) karena bersifat rekalsitran, mutagenik, dan karsinogenik pada manusia, memiliki kandungan logam-logam berat, seperti timbal, besi, seng, arsen, kadmium, tembaga, *benzene, toluene, ethylbenzene, xylenes* yang dikenal BTEX, dan senyawa *Polycyclic Aromatic Hidrokarbon (PAH)*. Analisis pendahuluan dilakukan sebelum pengolahan untuk menentukan kadar Total Petroleum Hidrokarbon dan parameter lainnya. Hasil analisis pendahuluan telah disajikan pada tabel **Tabel 2** sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil pengujian pada sampel awal tanah tercemar limbah oli bekas

Parameter	Satuan	Rentang	Hasil
Kadar air	%	30-50	28,34 %
Densitas	gr/cm ³	-	1,18 gr/cm ³
Suhu	°C	28,9- 30,3	30,5 °C
pH	-	6,80-7,74	3,5
Total Petroleum Hidrokarbon	%	-	0,218 %
Total Plate Count	-	-	34x10 ⁻⁵ CFU/ml dan 27 x 10 ⁻⁶ CFU/ml

Nilai hasil pengamatan uji *Total Petroleum Hidrokarbon* pada tanah tercemar menunjukkan 0,218 %.

3.2 Total Petroleum Hydrocarbon

Hidrokarbon adalah senyawa organik yang terdiri dari ikatan hidrogen dan karbon, senyawa ini tidak dapat larut dalam air. Hidrokarbon ini terbagi 3 kelompok besar yaitu kelompok alifatik (alkana, alkena dan alkuna), alisiklik, dan aromatik. Hidrokarbon alifatik berupa ikatan hidrogen dan karbon dengan membentuk rantai seri homolog. Hidrokarbon alisiklik terjadi dengan ikatan hidrogen dan karbon membentuk seperti cincin. Sedangkan, hidrokarbon aromatik membentuk ikatan atom hidrogen dan karbon seperti benzena, dimana ikatan cincin benzena terbentuk dari 6 atom karbon dan 1 hidrogen.

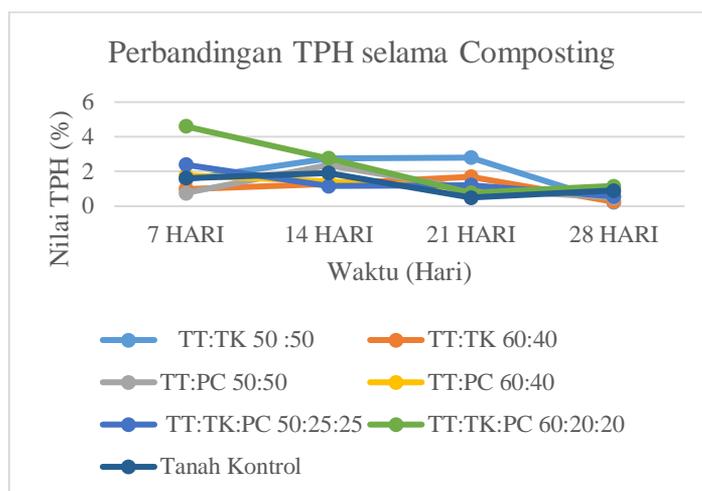
Akhir masa pemakaian oli sebagai pelumas berakhir, maka oli bekas yang mengandung lebih banyak hidrokarbon, logam, dan *polycyclic aromatic hydrocarbon* (PAH). Media tercemar limbah oli bekas diberikan penambahan substrat dan perbandingan rasio dilakukan pencampuran hingga homogen. Kadar *TPH* yang telah didegradasi didapatkan dari hasil berat residu (berat sisa) *TPH*. Pengujian analisis pendahuluan pada saat sebelum dilakukan proses bioremediasi sampel media tercemar diambil dengan berat sampel 5 gr ditimbang kemudian ditambahkan 30 ml larutan n-heksana hingga larut, didapatkan berat vial awal 138,45 gr, diekstraksi kembali menghasilkan vial akhir 137,36 gr, maka didapatkan nilai analisis pendahuluan sampel media tercemar sebesar 0,218%.

Kadar *TPH* selama composting dianalisis pada hari ke 7, 14, 21, dan 28 sebagai akhir percobaan untuk mengkaji perubahan yang terjadi. Berdasarkan hasil bioremediasi terhadap minyak pelumas bekas selama 28 hari diperoleh hasil bahwa konsentrasi Total Petroleum Hidrokarbon (*TPH*) mengalami penurunan konsentrasi cukup signifikan. Setelah dilakukan proses bioremediasi diperoleh hasil yang fluktuasi. Kelompok mikroba yang menggunakan senyawa hidrokarbon sebagai sumber karbon adalah mikroba hidrokarbonoklastik. Mikroba juga membutuhkan nutrisi lainnya sebagai pelengkap untuk pertumbuhan. Beberapa tentang bioremediasi lahan tercemar *TPH* menurut Hapsari (2014) yang mengemukakan bahwa komposting limbah lumpur berminyak dan sampah basah rumah tangga serta kotoran ternak dengan komposisi 55% : 45% mampu mereduksi polutan minyak sampai 72% selama 60 hari. Menurut Husnawati Yahya (2019) yang mengemukakan total degradasi *TPH* limbah oli dengan menggunakan metode pengomposan mencapai nilai 81% selama waktu 30 hari.

Tabel 3. Hasil pengujian *Total Petroleum Hydrocarbon* tanah tercemar oli bekas dengan perbandingan substrat dan rasio

Waktu (hari)	Perlakuan	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari
1	TT:TK 50:50	1,544	2,74	2,8	0,22
2	TT:TK (60:40)	0,996	1,29	1,694	0,26
3	TT:PC (50:50)	0,75	2,37	0,996	0,5
4	TT:PC (60:40)	1,78	1,44	1,056	0,62

5	TT:TK:PC (50:25:25)	2,39	1,16	1,221	0,57
6	TT:TK:PC (60:20:20)	4,6	2,76	0,77	1,16
7	Tanah Kontrol	1,62	1,91	0,5	0,9



Gambar 3. Grafik perbandingan *TPH* selama composting.

Keterangan:

TT : TK = Tanah Tercemar dan Tanah Kompos

TT : PC = Tanah Tercemar dan Pupuk Cair

TT : TK : PC = Tanah Tercemar, Tanah Kompos dan Pupuk Cair

Berdasarkan hasil bioremediasi terhadap minyak pelumas bekas selama 28 hari diperoleh hasil bahwa konsentrasi. Data pengamatan hari ke-7, sampel media mengalami penyisihan nilai *TPH* tinggi yaitu TT : TK : PC 60% : 20% : 20% bernilai 4,6%, TT : TK : PC 50% : 25% : 25% senilai 2,39%, TT : PC 60% : 40% bernilai 1,78%, TT : TK 50% : 50% bernilai 1,544%, TT : TK 60% : 40% bernilai 0,996%, TT : PC 50% : 50% bernilai 0,75% dan tanah kontrol bernilai 1,62%. Pengamatan pada hari ke-7 sampai hari ke-28, sampel yang mengalami degradasi dengan baik yaitu sampel TT : PC 60% : 40%, hal ini ditandai keberadaan senyawa hidrokarbon telah digunakan oleh mikroba hidrokarbonoklastik menggunakan senyawa hidrokarbon sebagai sumber karbon. Nutrien paling yang dibutuhkan oleh mikroba hidrokarbonoklastik adalah karbon.

Pengamatan analisis *Total Petroleum Hidrokarbon* (*TPH*) yang diuji mengalami keadaan fluktuatif, kemungkinan disebabkan terjadinya masa pertumbuhan mikroba diauksik (Nugroho, 2009). Pertumbuhan diauksik adalah mikroba melakukan adanya pemanfaatan berurutan salah satu dan atau dua atau lebih dari sumber karbon yang berbeda. Selama masuk dalam pertumbuhan diauksik, mikroba, atau organisme lainnya trade-off. Mikroba yang menggunakan senyawa hidrokarbon sebagai sumber karbon adalah kelompok mikroba hidrokarbonoklastik

Pertumbuhan diauksik ini terjadi karena terdapat sumber energi pada waktu bersamaan dan enzim yang dibutuhkan oleh mikroba dari salah satu substrat merupakan sasaran dari mikroba. Awal mula pada waktu yang bersamaan, mikroba tumbuh dengan salah satu sumber energi, sedangkan energi

lainnya belum digunakan. Karena enzim katabolisme pada salah satu sumber substrat terganggu, ketika substrat pertama habis, pertumbuhan mikroba berhenti untuk sementara, kemudian mengalami penyesuaian degradasi dari pertumbuhan mikroba mulai tumbuh lagi dan dimulai kembali mekanisme mikroba dari terbentuknya enzim karena penggunaan sumber energi yang lain. Laju degradasi terhambat juga dipengaruhi adanya spesifisitas substrat yang akan digunakan oleh mikroba. Meskipun akan digunakan sebagai substrat oleh mikroba. Akibatnya, banyak hasil degradasi senyawa hidrokarbon yang tidak bisa terdegradasi untuk selanjutnya sebagai sumber pertumbuhan mikroba.

Senyawa hidrokarbon akan mengalami degradasi secara alami karena faktor lingkungan meskipun laju degradasi berjalan lambat (Nugroho, 2009). Selama melakukan pengomposan terjadi kekurangan suplai air sehingga mekanisme kontak antara mikroba dan hidrokarbon yang mengalami kemampuan mikroba mendegradasikan senyawa hidrokarbon sulit dilakukan. Sedangkan, media tanah kontrol mengalami proses remediasi alami tanpa penambahan substrat. Proses remediasi terjadi oksidasi hidrokarbon dikatalisis oleh enzim monooksigenase. Enzim monooksigenase bagian dari turunan oksigenase, n-oktana dioksidasi enzim monooksigenase, enzim ini mengkatalisis masuknya salah satu molekul oksigen ke dalam senyawa organik sebagai reaktan. Salah satu molekul oksigen bergabung dengan hidrokarbon yang teroksidasi n-oktana akan menghasilkan n-octanol. Kemudian n-octanol dioksidasi menjadi oktanoat, akhir dari reaksi memasuki siklus asam sitrat menghasilkan dalam bentuk acetyl-coA (asetil-KoA) pada akhir respirasi menghasilkan hidrogen dan karbon dioksida.

Kecepatan biodegradasi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti konsentrasi bahan pencemar, biomassa, suhu, pH, ketersediaan nutrisi, ketersediaan substrat primer dan terjadinya adaptasi. Selain itu, komposisi bahan pencemar, ketersediaan oksigen dan kelembaban juga mempengaruhi proses biodegradasi. Ketidakseimbangan antara suplai karbon dari bahan pencemar dengan kebutuhan N dan P untuk pertumbuhan mikroba juga merupakan faktor pembatas dalam biodegradasi. Keberhasilan proses degradasi banyak ditentukan oleh aktivitas enzim. Waktu pengamatan pada minggu terakhir terlihat degradasi nilai TPH mengalami penurunan akibatnya mikroorganisme ini akan mati seiring dengan habisnya sumber energi hidrokarbon habis. Penguraian hidrokarbon akan menghasilkan CO₂, CH₄, air, biomassa mikroba, serta hasil samping berupa senyawa yang lebih sederhana. Hubungan antar persentase penurunan konsentrasi Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) dengan kelembaban yang optimum menunjukkan bahwa kelembaban yang optimum dapat meningkatkan persentase penurunan konsentrasi Total Petroleum Hidrokarbon (TPH), karena proses transfer nutrisi bagi bakteri berjalan optimal.

4. SIMPULAN

4.1 Simpulan

Berdasarkan data penelitian dapat disimpulkan bahwa sampel media tanah tercemar limbah oli bekas mempunyai

konsentrasi TPH 0,218%. Penelitian ini memberikan perlakuan tambahan substrat dan perbandingan rasio sehingga dapat menurunkan kadar Total Petroleum Hydrocarbon. Hasil akhir perlakuan penelitian, TT:PC 60%:40% menunjukkan perbandingan nilai akhir TPH sebesar 0,62%. Nilai TPH sampel media TT:PC 60%:40% dipengaruhi oleh parameter lainnya yaitu suhu, pH, densitas, kadar air dan TPC. Hasil pengamatan suhu menunjukkan berada pada rentang optimum 24°C -30°C, nilai pH berada rentang optimum 7,5-8, kadar air dan densitas berada dibawah baku mutu dan TPC menunjukkan sampai hari ke-28 dalam rasio TT:PC 60%:40% dapat menaikkan populasi koloni 3,70E+06 CFU/ml dan 2,80E+07 CFU/ml. Selain itu, hasil analisis data pengamatan yang telah dipaparkan sedikit pengaruhnya degradasi dari mikroba pendegradasi karena kurangnya suplai air sehingga tanah mengalami kering karena kadar air memiliki sensitifitas tinggi yang tinggi. Sehingga, proses laju degradasi oleh mikroba mengalami ketergangguan.

4.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian yang telah dilakukan kepada penelitian selanjutnya adalah

1. Merencanakan waktu penelitian yang dibutuhkan lebih lama agar diharapkan memberikan hasil analisis penelitian yang optimal.
2. Memperhatikan faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi biodegradasi, seperti kelembaban, suhu dan pH yang mempengaruhi jumlah populasi mikroorganisme.
3. Memperhatikan jumlah populasi koloni dan kualitas bahan-bahan yang dapat dijadikan sebagai agen bioremediasi.
4. Diperlukan pengadukan secara teratur terhadap perlakuan media hal ini agar mikroorganisme mendapatkan suplai oksigen.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. 2019 . *Pembersihan Lahan Tercemar Tumpahan Hidrokarbon Dengan Teknik Biopile*. Jurnal Pertanian, 2(1), 85–90. Teknik Lingkungan UPN Veteran. Jawa Timur.
- Ariani, Lisa. 2019. *Efektivitas Em4 Dan Tanah Humus Dalam Proses Bioremediasi Limbah Oli*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar—Raniry. Banda Aceh.
- Fazilla, S. 2019. *Efektivitas Kombinasi Pupuk Cair Dan Tanah Kompos Dalam Proses Bioremediasi Limbah Oli*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar—Raniry. Banda Aceh.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 128 Tahun 2003 Tentang *Tata Cara dan Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Minyak Bumi dan Tanah Terkontaminasi oleh Minyak Bumi Secara Biologis*.
- Mujab, A.S. 2011. *Penggunaan Biokompos dalam Bioremediasi Lahan Tercemar Limbah Minyak Bumi*. Skripsi. UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Nur, T., Noor, A. R., & Elma, M. 2018. *Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Sampah Organik Rumah Tangga dengan Bioaktivator EM-4 (Effective*

Wulandari, D.A. 2017. *Studi Komparasi Peran Biobased Surfactant Dari Kompos Dengan Commercial Surfactant Dalam Pemisahan Hidrokarbon Pada Tanah Terkontaminasi Crude Oil*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS. Surabaya.

Yahya, H. 2019. *Analisis Kadar Air dan Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) dari Proses Bioremediasi Limbah Oli dengan Metode Pengomposan*. Jurnal Serambi Engineering, 4(1), 372-375.