

Pemanfaatan Kompos Kulit Pisang dan Sampah Daun Ranting pada Proses Remediasi Tanah Tercemar Limbah Oli

Utilization of Banana Peel and Leaf Litter Compost on the Remediation Process of Oil Waste Contaminated Soil

Siti Fatima Az Zahro^{*}, Herlina Fitrihidajati

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

*e-mail: sitifatima.18001@mhs.unesa.ac.id

Abstrak. Oli bekas yang mencemari tanah yang ditunjukkan dengan tingginya kadar Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) akan berdampak pada penurunan kualitas tanah. Salah satu cara untuk mengatasinya dengan bioremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kualitas kompos berbahan baku kulit pisang dan sampah daun ranting, menganalisis pengaruh penambahan jenis kompos kulit pisang dan sampah daun ranting terhadap penurunan kadar TPH dan menentukan konsentrasi kompos kulit pisang dan sampah daun ranting yang optimal dalam menurunkan kadar TPH pada proses bioremediasi tanah tercemar limbah oli. Penelitian ini bersifat eksperimental menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor yaitu jenis kompos meliputi kulit pisang, sampah daun ranting, dan kombinasinya serta konsentrasi kompos 20%, 40%, dan 60% dengan 5 kali pengulangan, sehingga terdapat 45 unit. Parameter penelitian yang diukur meliputi: 1) kadar hara ketiga jenis kompos, 2) persentase kadar TPH awal dan akhir, dan 3) konsentrasi kompos yang optimal dalam menurunkan kadar TPH. Analisis data kadar hara dilakukan secara deskriptif kuantitatif dibandingkan dengan kriteria Hardjowigeno (2003) dan data penurunan kadar TPH dianalisis dengan ANAVA dua arah dan dilanjutkan dengan Uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) kompos kombinasi kulit pisang dan sampah daun ranting mengandung kadar N 1,342% sangat tinggi, kadar C 0,29%, dan rasio C/N 0,216 sangat rendah; 2) terdapat pengaruh jenis pupuk kulit pisang, sampah daun ranting, kombinasinya dan jenis konsentrasi terhadap penurunan kadar TPH; 3) jenis pupuk kombinasi kulit pisang dan sampah daun ranting dan konsentrasi 60% merupakan jenis pupuk dan konsentrasi yang optimal dalam menurunkan kadar TPH dengan persentase penurunan sebesar 73,63%.

Kata kunci: bioremediasi; kadar hara; kombinasi kompos; oli bekas kendaraan; penurunan kadar TPH.

Abstract. Used oil that contaminated soil indicated by high levels of Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) can lead decrease soil quality. One way to overcome this is with bioremediation. This study aims to describe the quality of compost made from banana peel and leaf litter, analyze the effect of banana peel and leaf litter compost addition to decrease TPH levels, and determine the optimal concentration of compost to decrease TPH levels on bioremediation process of oil waste contaminated soil. This study was experimental used two-factorial randomized block design, namely the type of compost of banana peel, leaf litter, and their combination and the type of concentration 20%, 40%, and 60% with 5 repetitions, so there are 45 units. The research parameters that measured included: 1) nutrient content of the three types of compost, 2) percentage of initial and final TPH levels, and 3) the optimal compost concentration in reducing TPH levels. Data of nutrient content were analyzed quantitative descriptive by comparing with Hardjowigeno's criteria (2003) and the data of decreased TPH levels were analyzed by two-way ANOVA and continued with Duncan's test. The results showed that: 1) the combination of banana peel and leaf litter compost contained very high N 1.342%, very low C 0.29% and C/N ratio 0.216; 2) the three types of compost and compost concentration affect the decreased levels of TPH; 3) the type compost combination and concentration of 60% was the optimal type and concentration of compost to decrease TPH levels with a percentage decrease of 73.63%.

Keywords: bioremediation; nutrition level; compost combination; motor oil waste; decreased TPH levels

PENDAHULUAN

Saat ini penggunaan kendaraan bermotor khususnya sepeda motor semakin meningkat, hal tersebut erat kaitannya dengan kegiatan manusia dalam menjalankan aktivitasnya sehari-hari. Menurut data Badan Pusat Statistik, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia pada tahun 2020

tercatat sebanyak 136.137.451 unit yang didominasi oleh sepeda motor. Dalam penggunaan kendaraan bermotor tidak lepas dari penggunaan oli sebagai pelumas mesin kendaraan bermotor dan pelindung karatnya mesin (Pataras *et al.*, 2017). Seiring dengan meningkatnya penggunaan kendaraan bermotor, jumlah penggunaan oli dan limbah oli yang dihasilkan juga akan semakin meningkat. Oli yang banyak digunakan sebagai pelumas mesin adalah salah satu dari olahan minyak bumi yang tersusun atas campuran senyawa hidrokarbon 90% serta komponen non-hidrokarbon 10% (Dahlan *et al.*, 2014).

Limbah oli mengandung lebih banyak senyawa hidrokarbon serta logam berat berbahaya yang berasal dari bagian-bagian mesin yang telah aus. Namun, limbah oli seringkali dibuang ke tanah maupun badan air oleh oknum yang tidak bertanggung jawab karena kurangnya sarana untuk pembuangan limbah oli. Jika pembuangan terus dilakukan dan tidak adanya penanganan yang baik akan memberikan dampak negatif yaitu pencemaran lingkungan seperti perubahan struktur tanah yang akan mengakibatkan penurunan kualitas tanah (Syahrir *et al.*, 2020). Senyawa hidrokarbon dari limbah oli juga sangat toksik untuk tanaman, hewan, manusia, dan organisme yang bermanfaat dalam tanah (Reinecke *et al.*, 2016). Dampak negatif lainnya yaitu dapat mengakibatkan gangguan kesehatan yang serius bagi manusia karena senyawa hidrokarbon bersifat mutagenik dan karsinogenik (Liu *et al.*, 2012).

Upaya yang dapat dilakukan dalam mengatasi tanah tercemar limbah oli salah satunya adalah dengan bioremediasi menggunakan metode pengomposan. Teknik bioremediasi didasarkan pada penggunaan mikroorganisme untuk mendegradasi polutan (Atiku *et al.*, 2018). Bioremediasi dapat terjadi secara alami atau dapat distimulasi melalui penambahan pupuk untuk meningkatkan ketersediaan mikroorganisme dalam media (Sharma, 2012). Penambahan kompos yang mengandung bahan organik bermanfaat sebagai sumber nutrisi bagi mikroorganisme indigen dalam tanah untuk meningkatkan proses metabolik dalam mendegradasi hidrokarbon (Asemoloye *et al.*, 2017). Adanya bahan organik mampu menjadi stimulus bagi mikroorganisme untuk menghasilkan enzim yang akan mengurai senyawa hidrokarbon, sehingga mampu mempercepat proses degradasi senyawa pencemar hidrokarbon (Widyasari dan Wiratama, 2021).

Proses remediasi terjadi karena aktivitas mikroorganisme seperti bakteri yang mampu menurunkan konsentrasi bahan pencemar dengan memotong rantai hidrokarbon menjadi lebih pendek, sehingga lebih mudah terdegradasi dan dapat diuraikan menjadi senyawa yang tidak berbahaya seperti CO₂ dan H₂O (Arif, 2012). Bioremediasi mampu mempercepat tingkat biodegradasi melalui optimalisasi pembatasan kondisi lingkungan. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses remediasi diantaranya keberadaan populasi mikroorganisme yang mampu mendegradasi bahan pencemar, serta faktor lingkungan seperti jenis tanah, pH, suhu, keberadaan oksigen atau akseptor elektron lainnya, dan ketersediaan nutrisi bagi mikroorganisme (Yusuf *et al.*, 2019).

Kulit pisang yang banyak dijumpai dari usaha makanan berbahan dasar pisang belum banyak dimanfaatkan secara nyata dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Berdasarkan hasil penelitian Nasution *et al* (2014), kulit pisang yang dijadikan pupuk memiliki nilai N-total= 1,34%, P= 0,05%, dan K= 1,478%. Tingginya kandungan hara N pada kulit pisang mampu menjadi sumber nitrogen yang dimanfaatkan oleh mikroorganisme pendegradasi untuk tumbuh dan berkembang, sehingga mampu mendegradasi hidrokarbon dalam tanah (Rahayu *et al.*, 2018). Hasil penelitian Hanifah *et al* (2018) menunjukkan bahwa kompos limbah cair tahu dan kulit pisang dapat menurunkan kadar TPH hingga 61,92%.

Selain kulit pisang, sampah daun ranting yang biasanya hanya ditumpuk lalu dibakar dapat menyebabkan pencemaran tanah maupun udara. Sampah daun ranting dapat dimanfaatkan sebagai bahan pupuk kompos karena mengandung unsur N= 0,16%, P= 6%, K= 5,8%, C-organik= 4%, C/N= 25 (Rahmadina dan Tambunan, 2017). Penambahan daun ranting berperan sebagai *bulking agent* yang mampu meningkatkan degradasi hidrokarbon. Penambahan *bulking agent* meningkatkan ruang udara dalam pengomposan yang mana bertanggung jawab dalam proses degradasi (Khamforoush *et al.*, 2013). Hasil penelitian Setianingsih dan Titah (2021) menunjukkan bahwa kompos campuran sampah daun ranting dan rumen sapi dapat menurunkan kadar TPH dari 4,79% menjadi 3,06% setelah 30 hari *co-composting*.

Penambahan kompos kulit pisang dan sampah daun ranting mampu meningkatkan kadar hara baik nitrogen maupun karbon pada tanah tercemar limbah oli, sehingga kadar hara pada tanah menjadi tercukupi (Pratama dan Handayani, 2017). Dalam aktivitasnya, mikroorganisme memerlukan nitrogen dan karbon sebagai sumber energi dan nutrisi untuk proses metabolisme, serta menstimulasi

pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme pendegradasi hidrokarbon (Handrianto, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kualitas kompos berbahan baku kulit pisang dan sampah daun ranting, menganalisis pengaruh penambahan jenis kompos kulit pisang dan sampah daun ranting terhadap penurunan kadar TPH dan menentukan konsentrasi kompos kulit pisang dan sampah daun ranting yang optimal dalam menurunkan kadar TPH pada proses bioremediasi tanah tercemar limbah oli.

BAHAN DAN METODE

Penelitian eksperimental ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor perlakuan yaitu jenis pupuk kompos dan konsentrasi kompos dengan 5 kali pengulangan, sehingga terdapat 45 unit. Jenis pupuk kompos meliputi kompos kulit pisang, sampah daun ranting, dan kombinasinya, serta konsentrasi kompos sebesar 20%, 40%, dan 60%. Desain penelitian menggunakan RAK karena kondisi penelitian yang heterogen dan dilakukan di *Green House* dengan intensitas cahaya yang tidak merata. Penelitian ini terdiri dua tahapan. Penelitian tahap pertama berupa pembuatan pupuk kompos berbahan baku kulit pisang, sampah daun ranting, dan kombinasi keduanya, serta pembuatan tanah sintetis tercemar limbah oli yang dilakukan pada bulan Januari-Februari 2022. Penelitian tahap kedua merupakan penelitian eksperimental dengan pemberian perlakuan jenis dan konsentrasi kompos pada tanah tercemar limbah oli yang dilakukan pada bulan Februari-Maret 2022. Penelitian ini dilakukan di *Green House* Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya. Uji kadar N, C, dan rasio C/N kompos dilakukan di Laboratorium Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga dan uji TPH sebelum dan sesudah perlakuan dilakukan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan C10, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya.

Tahap pertama meliputi pembuatan 3 jenis pupuk kompos yaitu pupuk kompos berbahan baku kulit pisang, sampah daun ranting, dan kombinasi bahan kulit pisang dan sampah daun ranting dengan menggunakan metode Takakura yang dilakukan selama 14 hari dan pembuatan tanah sintetis tercemar limbah oli. Pada saat pembuatan kompos, alat dan bahan yang digunakan yaitu 3 buah keranjang takakura/keranjang berlubang, kardus, kain hitam berpori, bantalan sekam, gunting, kulit pisang, sampah daun ranting, kompos jadi, bakteri EM-4, molase dan aquades. Pada tahap pembuatan tanah sintetis tercemar limbah oli, alat dan bahan yang digunakan yaitu 45 buah *polybag*, cetok, neraca analitik, *beaker glass*, tanah, dan limbah oli bekas. Pembuatan tanah sintetis tercemar limbah oli dilakukan dengan menyiapkan tanah ke dalam masing-masing *polybag* sebanyak 500 gram, kemudian tanah ditambahkan limbah oli sebanyak 100 ml tiap perlakuan. Setelah 7 hari pencemaran tanah dengan limbah oli, dilakukan pengukuran kadar TPH untuk memperoleh data kadar TPH awal. Pada tahap pengukuran kadar TPH, alat dan bahan yang digunakan meliputi neraca analitik, *beaker glass*, Erlenmeyer, gelas ukur, *hotplate*, pengaduk, kertas saring, sampel tanah sintetis tercemar limbah oli, dan n-heksana. Tahap selanjutnya adalah tahap perlakuan bioremediasi yaitu penambahan tiga jenis pupuk kompos dengan berbagai konsentrasi terhadap tanah tercemar limbah oli yang dilakukan selama 30 hari untuk memperoleh data berupa kadar TPH akhir setelah perlakuan. Selanjutnya dihitung persentase degradasi kadar TPH tiap perlakuan menggunakan rumus % degradasi TPH, yaitu (Hendrasarie dan Eka, 2011):

$$\% \text{ Degradasi TPH} = \frac{\text{TPH}_0 - \text{TPH}_n}{\text{TPH}_0} \times 100\%$$

Keterangan:

% Degradasi TPH = kadar minyak terdegradasi

TPH₀ = TPH hari ke-0

TPH_n = TPH hari ke-n

Data yang diperoleh dari penelitian pembuatan ketiga jenis pupuk kompos berupa kadar hara N, C, dan rasio C/N yang kemudian dilakukan analisis secara deskriptif kuantitatif membandingkan dengan nilai sifat kimia tanah menurut kriteria Hardjowigeno (2003). Pada tahap bioremediasi diperoleh data berupa kadar TPH awal dan akhir setelah perlakuan dengan penambahan kompos kulit pisang dan sampah daun ranting pada tanah tercemar limbah oli dan data persentase penurunan kadar TPH. Hasil data persentase penurunan kadar TPH dianalisis secara statistik menggunakan ANAVA dua arah untuk mengetahui pengaruh perlakuan jenis dan konsentrasi pupuk kompos terhadap persentase penurunan kadar TPH dan dilanjutkan dengan uji Duncan taraf 5%.

HASIL

Berdasarkan parameter penelitian maka data hasil penelitian meliputi data: 1) Hasil analisis kandungan hara N, C, dan rasio C/N; 2) Rata-rata hasil persentase kadar TPH akhir, dan 3) Rata-rata hasil persentase degradasi kadar TPH. Data hasil dari pembuatan pupuk kompos kulit pisang, sampah daun ranting, dan kombinasi keduanya yang telah diujikan di Laboratorium Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga berupa kadar hara N, C, dan rasio C/N pada ketiga pupuk kompos yang kemudian dibandingkan dengan nilai sifat kimia tanah menurut kriteria Hardjowigeno (2003) (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil analisis kadar hara N, C, dan rasio C/N pada pupuk kompos kulit pisang, sampah daun ranting, dan kombinasi keduanya.

Parameter	Hasil Analisis Kadar Hara			Keterangan	Kriteria*
	Pupuk A (Kulit Pisang)	Pupuk B (Daun Ranting)	Pupuk C (Kombinasi)		
N (%)	2,294	1,973	1,342	>0,75	Sangat tinggi
C (%)	0,42	0,36	0,29	<1,00	Sangat rendah
Rasio C/N	0,183	0,182	0,216	<5,0	Sangat rendah

*) Berdasarkan kriteria Hardjowigeno (2003)

Hasil uji kadar hara pada kompos berbahan baku kulit pisang diperoleh hara N sebesar 2,294%; C sebesar 0,42%; dan rasio C/N sebesar 0,183. Pada kompos berbahan baku daun ranting hara N sebesar 1,973%; C sebesar 0,36%; dan rasio C/N sebesar 0,182. Pada kompos berbahan baku kombinasi kulit pisang dan sampah daun ranting hara N sebesar 1,342%; C sebesar 0,29%; dan rasio C/N sebesar 0,216 (Tabel 1). Berdasarkan Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah oleh Staf Pusat Penelitian Tanah (Hardjowigeno, 2003), menunjukkan bahwa nilai N dari ketiga jenis pupuk tergolong sangat tinggi, sedangkan nilai C dan rasio C/N dari ketiga jenis pupuk tersebut tergolong sangat rendah.

Data hasil dari pengukuran kadar TPH sampel tanah tercemar limbah oli pada saat awal dan akhir setelah perlakuan pemberian pupuk kompos selama 30 hari yang telah dilakukan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan C10, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya berupa persentase kadar TPH awal dan akhir setelah perlakuan pemberian pupuk kompos kulit pisang, sampah daun ranting, dan kombinasi keduanya (Tabel 2).

Tabel 2. Rata-rata hasil persentase kadar TPH akhir setelah perlakuan pemberian pupuk kompos kulit pisang, sampah daun ranting, dan kombinasi keduanya.

Jenis Pupuk	Kadar TPH Awal (%)	Kadar TPH Akhir (%)		
		K1 (20%)	K2 (40%)	K3 (60%)
A (Kulit Pisang)	33,00	12,72 ± 0,17	11,42 ± 0,30	10,08 ± 0,25
B (Daun Ranting)		14,46 ± 0,40	13,60 ± 0,37	12,32 ± 0,45
C (Kombinasi)		10,62 ± 0,16	9,56 ± 0,38	8,70 ± 0,25

Hasil kadar TPH awal tanah tercemar limbah oli sebelum perlakuan yaitu sebesar 33,00% yang mana kadar TPH tersebut melebihi standar aman konsentrasi total petroleum hidrokarbon (TPH) awal maksimum yang diisyaratkan dalam KepMen LH No. 128 Tahun 2003 yaitu sebesar 15%. (Tabel 2). Tabel 2 juga menunjukkan bahwa kadar TPH akhir tanah tercemar limbah oli setelah perlakuan lebih rendah dibandingkan kadar TPH awal. Kadar TPH akhir setelah bioremediasi masih melebihi ambang batas yang diisyaratkan dalam KepMen LH No. 128 Tahun 2003 yaitu 1%.

Data hasil persentase penurunan kadar TPH tiap perlakuan yang telah diperoleh dari perhitungan menggunakan rumus %degradasi TPH kemudian dianalisis statistik menggunakan ANAVA dua arah untuk mengetahui pengaruh perlakuan jenis dan konsentrasi pupuk kompos terhadap persentase penurunan kadar TPH dan dilanjutkan dengan uji Duncan taraf 5% (Tabel 3).

Berdasarkan hasil analisis statistik menggunakan ANAVA dua arah menunjukkan adanya pengaruh jenis pupuk kompos berbahan baku kulit pisang, sampah daun ranting, dan kombinasi kulit pisang dan sampah daun ranting terhadap penurunan kadar TPH tanah tercemar limbah oli. Berdasarkan pemberian 3 jenis pupuk kompos tersebut dapat disimpulkan perlakuan jenis kompos kombinasi bahan kulit pisang dan sampah daun ranting lebih baik daripada jenis kompos berbahan

baku kulit pisang dan berbahan baku sampah daun ranting. Konsentrasi pemberian kompos yang semakin tinggi memberikan persentase penurunan kadar TPH yang semakin tinggi pula.

Tabel 3. Rata-rata hasil persentase penurunan kadar TPH setelah perlakuan pemberian pupuk kompos kulit pisang, sampah daun ranting, dan kombinasi keduanya.

Jenis Pupuk	Persentase Penurunan Kadar TPH (%)		
	K1 (20%)	K2 (40%)	K3 (60%)
A (Kulit Pisang)	61,44 ± 0,54 ^{bA}	65,38 ± 0,91 ^{bB}	69,45 ± 0,78 ^{bC}
B (Daun Ranting)	56,17 ± 1,24 ^{aA}	58,78 ± 1,13 ^{aB}	62,66 ± 1,37 ^{aC}
C (Kombinasi)	67,81 ± 0,49 ^{cA}	71,02 ± 1,16 ^{cB}	73,63 ± 0,77 ^{cC}

Keterangan: Angka yang diikuti notasi yang berbeda (a,b,c,A,B,C) dalam setiap kolom menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata antar perlakuan berdasarkan uji Duncan pada taraf uji 5%. Huruf kecil menunjukkan beda nyata antar jenis pupuk dibaca vertikal (kolom) dan huruf kapital menunjukkan beda nyata antar konsentrasi pupuk dibaca horizontal (baris).

Tabel 3 tersebut menunjukkan bahwa presentase degradasi TPH mengalami peningkatan pada perlakuan konsentrasi. Semakin tinggi konsentrasi pupuk kompos yang ditambahkan maka semakin tinggi pula penurunan kadar TPH. Jenis dan konsentrasi pupuk kompos yang optimal dalam menurunkan kadar TPH tanah tercemar limbah oli adalah pupuk kompos kombinasi kulit pisang dan daun ranting dengan konsentrasi 60% yang mampu menurunkan kadar TPH dengan presentase penurunan sebesar 73,63%.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa kombinasi jenis dan konsentrasi pupuk kompos yang optimal dalam menurunkan kadar TPH tanah tercemar limbah oli adalah pupuk kompos kombinasi kulit pisang dan sampah daun ranting dengan konsentrasi 60% yang mampu menurunkan kadar TPH dengan persentase penurunan sebesar 73,63%. Hal tersebut karena pada kompos terdapat unsur hara dan mikroorganisme yang mampu menguraikan senyawa pencemar hidrokarbon pada tanah tercemar limbah oli. Adanya penambahan pupuk kompos mampu meningkatkan kadar hara pada tanah tercemar limbah oli yang kemudian hara tersebut akan digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber nutrisi untuk menstimulasi pertumbuhannya, sehingga mampu mendegradasi senyawa hidrokarbon (Handrianto, 2011).

Kadar hara pupuk kompos kombinasi kulit pisang dan sampah daun ranting diperoleh nilai N sebesar 1,342%, C sebesar 0,29%, dan rasio C/N sebesar 0,216. Menurut kriteria (Hardjowigeno, 2003), nilai N tersebut tergolong sangat tinggi (>0,75%), sedangkan nilai C dan rasio C/N tersebut tergolong sangat rendah. Rendahnya kualitas kompos dipengaruhi oleh proses mineralisasi dan dekomposisi yang masih berjalan pada saat pengujian kadar hara. Nilai rasio C/N yang rendah pada saat pengomposan dikarenakan adanya CO₂ yang menguap, sehingga kadar C akan turun dan kadar N akan meningkat. Pada saat proses bioremediasi dengan menambahkan bahan pengomposan ke dalam tanah tercemar limbah oli, kompos menjadi matang dengan adanya kontaminan dan mampu menurunkan kadar TPH (Antizar-Ladislao *et al.*, 2008).

Kombinasi pupuk kompos kombinasi kulit pisang dan sampah daun ranting memberikan hasil penurunan kadar TPH yang paling baik karena adanya sumbangan hara dari kedua bahan yaitu kulit pisang dan sampah daun ranting. Kulit pisang yang banyak dijumpai sebagai limbah dari usaha makanan berbahan dasar pisang belum banyak dimanfaatkan dapat dijadikan pupuk dan memiliki nilai N 1,34% P 0,05%, dan K 1,478% (Nasution *et al.*, 2014). Sampah daun ranting yang diperoleh dari tanaman biasanya hanya ditumpuk lalu dibakar dapat digunakan sebagai bahan pupuk kompos karena memiliki nilai N 0,16%, P 6%, K 5,8%, dan C-organik 4% (Rahmadina dan Tambunan, 2017). Menurut Suryatmana dan Setyawati (2014), pengaplikasian kedua bahan baku kompos secara bersama dan dalam kombinasi yang tepat pada proses bioremediasi tersebut akan dapat bekerja secara maksimal.

Penurunan kadar TPH dapat terjadi karena penambahan kompos pada tanah tercemar limbah oli mampu menstimulasi pertumbuhan mikroorganisme, sehingga proses degradasi senyawa hidrokarbon dan dekomposisi unsur hara oleh mikroorganisme dapat berjalan maksimal. Kelebihan dari kompos yaitu sebagai sumber mikroba dan sumber inokulan. Kompos juga berperan sebagai sumber nutrisi tambahan bagi mikroorganisme (Larasati dan Mulyana, 2013). Untuk kelangsungan hidup dan tumbuh, mikroorganisme pendegradasi hidrokarbon memanfaatkan senyawa hidrokarbon

yang terkandung dalam tanah tercemar limbah oli sebagai sumber karbon dan energi (Masciandaro *et al.*, 2013). Mikroorganisme pendegradasi hidrokarbon dapat menghasilkan enzim pengoksidasi hidrokarbon yang mampu mengurai senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan memotong rantai hidrokarbon menjadi lebih pendek, sehingga senyawa hidrokarbon berubah menjadi senyawa tidak berbahaya seperti CO₂ dan H₂O (Ubani *et al.*, 2013).

Mekanisme degradasi hidrokarbon dapat terjadi melalui oksidasi rantai karbon terminal molekul alkana (mekanisme β oksidasi). Pada mekanisme ini terjadi proses oksidasi yang memerlukan oksigen dan dengan bantuan enzim oksigenase. Pada proses oksidasi terjadi pengikatan satu atom oksigen pada gugus metil terminal alkana dengan melibatkan koenzim NADPH₂ hingga terbentuk alkohol primer. Selanjutnya proses oksidasi terus terjadi hingga terbentuk aldehid dan asam lemak melalui penghilangan 2 atom H. Melalui jalur beta oksidasi, asam lemak tersebut akan menghasilkan CO₂, H₂O, serta energi. Selain itu, dari potongan dua atom C rantai alkana akan dihasilkan asetil-CoA yang akan masuk ke dalam proses metabolisme yaitu pada siklus Krebs. Mekanisme degradasi menyebabkan rantai karbon akan terus berkurang dari C_n menjadi C_{n-2} hingga rantai hidrokarbon habis teroksidasi seluruhnya (Arif, 2012; Khafidloh, 2020).

Kemampuan mikroorganisme dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (pH, suhu, kelembaban), ketersediaan nutrisi, dan keberadaan oksigen (Sayara dan Sánchez, 2020). Penambahan kompos juga mampu meningkatkan pertumbuhan dan kepadatan mikroorganisme yang bertanggung jawab dalam proses dekomposisi dan biotransformasi senyawa hidrokarbon (Chen *et al.*, 2015). Selain itu, penambahan kompos juga meningkatkan porositas tanah dan kapasitas menahan air, menyediakan media yang baik untuk aktivitas mikroorganisme (Masciandaro *et al.*, 2013), dan memperbaiki struktur tanah (Asemoloye *et al.*, 2017).

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa ketiga jenis pupuk memiliki nilai hara N dengan kriteria tergolong sangat tinggi, tetapi pupuk kombinasi kulit pisang dan sampah daun ranting merupakan jenis pupuk kompos yang paling optimal dalam menurunkan kadar TPH. Hal tersebut karena dalam jenis pupuk kombinasi kulit pisang dan sampah daun ranting dimungkinkan terdapat lebih banyak konsorsium mikroorganisme atau interaksi yang sinergis antara mikroorganisme dalam menurunkan kadar TPH dibandingkan dengan jenis pupuk kulit pisang dan sampah daun ranting (Sari, 2012). Interaksi antara mikroorganisme dalam bentuk konsorsium sangat diperlukan dalam proses bioremediasi tanah tercemar hidrokarbon, karena susunan senyawa hidrokarbon yang kompleks akan menyebabkan suatu spesies tunggal mikroorganisme tidak dapat mendegradasi keseluruhan komponen penyusun hidrokarbon tersebut. Mikroorganisme dalam bentuk konsorsium yang berinteraksi saling menguntungkan memiliki kemampuan mendegradasi lebih tinggi selama berlangsungnya proses degradasi senyawa hidrokarbon (Trinanda *et al.*, 2012).

Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi pupuk 60% merupakan konsentrasi yang paling optimal dalam menurunkan kadar TPH dibandingkan dengan konsentrasi lainnya. Peningkatan konsentrasi kompos yang diberikan berbanding lurus dengan peningkatan penurunan kadar TPH. Hal tersebut disebabkan pada konsentrasi kompos yang lebih besar yaitu 60% juga akan memberikan porositas tanah yang lebih besar, sehingga proses pertukaran oksigen selama proses degradasi menjadi lebih baik dan kebutuhan oksigen yang diperlukan mikroorganisme pendegradasi dapat terpenuhi (Pratama dan Handayani, 2017). Konsentrasi pupuk 60% dimungkinkan masih menjadi konsentrasi yang optimal bagi mikroorganisme untuk menguraikan senyawa hidrokarbon karena unsur hara masih tersedia dan tidak terjadi kompetisi antar mikroorganisme. Jika konsentrasi pupuk ditingkatkan belum tentu akan menjadi konsentrasi yang optimal karena semakin tinggi kadar hara pada pupuk maka akan semakin tinggi pula populasi mikroorganisme. Kompetisi antar mikroorganisme dapat terjadi karena meningkatnya jumlah populasi mikroorganisme (Khoiroh, 2014). Kompetisi yang terjadi dapat berupa kompetisi memperebutkan nutrisi, air, oksigen, dan unsur-unsur hara. Adanya kompetisi antar mikroorganisme akan menyebabkan jumlah mikroorganisme berkurang karena adanya kematian terhadap mikroorganisme yang kalah dalam kompetisi tersebut, sehingga proses degradasi hidrokarbon akan menjadi lebih lambat (Kusmawati, 2017).

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa: 1) kadar unsur hara dari pupuk kompos kombinasi kulit pisang dan sampah daun ranting yang merupakan jenis kompos yang paling optimal dalam menurunkan kadar TPH mengandung kadar nitrogen (N) sebesar 1,342% yang tergolong sangat tinggi, karbon (C) sebesar 0,29% yang tergolong sangat rendah, dan

rasio C/N 0,216 yang tergolong sangat rendah menurut kriteria Hardjowigeno (2003), 2) pemberian jenis pupuk kompos berbahan baku kulit pisang, sampah daun ranting, dan kombinasi kulit pisang dan sampah daun ranting berpengaruh terhadap penurunan kadar TPH pada tanah tercemar limbah oli, dan 3) jenis kompos kombinasi kulit pisang dan sampah daun ranting dan konsentrasi kompos sebesar 60% merupakan jenis dan konsentrasi kompos yang optimal dalam menurunkan kadar TPH tanah tercemar limbah oli dengan presentase penurunan sebesar 73,63%.

DAFTAR PUSTAKA

- Antizar-Ladislao B, Spanova K, Beck AJ, and Russell NJ, 2008. Microbial Community Structure Changes during Bioremediation of PAHs in an Aged Coal-Tar Contaminated Soil by In-Vessel Composting. *International Biodeterioration & Biodegradation*; 61(4): 357-364.
- Arif SF, 2012. Aplikasi Inokulan Mikroba Berbasis Kompos Iradiasi Sebagai Campuran *Bulking Agent* Pada Proses Bioremediasi Lahan Tercemar Hidrokarbon. *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- Asemoloye M, Olowe OM, Zaffar H, Oshibanjo O, and Jonathan SG, 2017. Organic Compost as Catalyst or Mediator for Speedy and Cost Effective Bioremediation. *Social Science Research Network*; 3071988.
- Atiku YM, Abdulsalam S, and Muhammad IM, 2018. Biostimulation of Soil Contaminated With Spent Motor Oil Using Cow Dung and Poultry Litter in Land Farming Microcosm. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*; 12(3): 1-10.
- Badan Pusat Statistik, 2020. Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit), 2018-2020. Web Publication. <https://www.bps.go.id/indicator/17/57/1/jumlah-kendaraan-bermotor.html>. Diunduh tanggal 26 April 2022.
- Chen M, Xu P, Zeng G, Yang C, Huang D, and Zhang J, 2015. Bioremediation of Soils Contaminated With Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, Petroleum, Pesticides, Chlorophenols and Heavy Metals by Composting: Applications, Microbes and Future Research Needs. *Biotechnology Advances*; 33(6): 745-755.
- Dahlan MH, Setiawan A, dan Rosyada A, 2014. Pemisahan Oli Bekas dengan Menggunakan Kolom Filtrasi dan Membran Keramik Berbahan Baku Zeolit dan Lempung. *Jurnal Teknik Kimia*; 20(1): 38-45.
- Handrianto P, 2011. Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Bumi Melalui Metode Biostimulasi dengan Penambahan Kompos Kacang Tanah (*Arachis hypogaeae* L.). *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Handrianto P, 2018. Mikroorganisme Pendegradasi TPH (Total Petroleum Hidrokarbon) Sebagai Agen Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Bumi (Review Article). *Jurnal SainHealth*; 2(2): 35-42.
- Hanifah NN, Yuliani Y, dan Fitrihidajati H, 2018. Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Bumi dengan Penambahan Kompos Berbahan Baku Limbah Cair Tahu dan Kulit Pisang. *LenteraBio*; 7(1): 61-65.
- Hardjowigeno S, 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Hendrasarie N dan Eka N, 2011. Bioremediasi Lahan Tercemar Minyak Tanah dengan Metoda Biopile. *Jurnal Purifikasi*; 12(1): 29-38.
- KepMen LH No. 128 Tahun 2003 tentang Tatacara dan Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Minyak Bumi dan Tanah Terkontaminasi oleh Minyak Bumi Secara Biologis. Jakarta: Kementerian Negara Lingkungan Hidup.
- Khafidloh EN, 2020. Isolasi dan Seleksi Bakteri Indigen Pendegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi Pada Tanah di Lokasi Tambang Minyak Wonocolo Bojonegoro. *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Surabaya: UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Khamforoush M, Bijan-Manesh MJ, and Hatami T, 2013. Application of the Haug Model for Process Design of Petroleum Hydrocarbon-Contaminated Soil Bioremediation by Composting Process. *International Journal of Environmental Science and Technology*; 10(3): 533-544.
- Khoiroh Z, 2014. Bioremediasi Logam Berat Timbal (Pb) dalam Lumpur Lapindo Menggunakan Campuran Bakteri (*Pseudomonas pseudomallei* dan *Pseudomonas aeruginosa*). *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Kusmawati W, 2017. Analisis Kadar Asam Asetat dalam Media Limbah Fermentasi Biji Kakao Akibat Penambahan Konsentrasi *Acetobacter aceti* dan Waktu Inkubasi. *Paradigma: Jurnal Filsafat, Sains, Teknologi, dan Sosial Budaya*; 23(1): 67-72.
- Larasati DTR dan Mulyana N, 2013. Bioremediasi Lahan Tercemar Limbah Lumpur Minyak Menggunakan Campuran *Bulking Agents* yang Diperkaya Konsorsia Mikroba Berbasis Kompos Iradiasi. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*; 9(2): 139-150.
- Liu J, Liu G, Zhang J, Yin H, and Wang R., 2012. Occurrence and Risk Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Soil From the Tiefert Coal Mine District, Liaoning, China. *Journal of Environmental Monitoring*; 14(10): 2634-2642.
- Masciandaro G, Macci C, Peruzzi E, Ceccanti B, and Doni S, 2013. Organic matter-microorganism-plant in Soil Bioremediation: A Synergic Approach. *Rev Environ Sci Biotechnol*; 12(4): 399-419.
- Nasution FJ, Mawarni L, dan Meiriani M, 2014. Aplikasi Pupuk Organik Padat dan Cair Dari Kulit Pisang Kepok Untuk Pertumbuhan dan Produksi Sawi (*Brassica juncea* L.). *Agroekoteknologi*; 2(3): 99570.

- Pataras M, Astira IF, dan Kurniawan FH, 2017. Pengaruh Tumpahan Bahan Bakar Minyak dan Oli terhadap Kinerja Campuran Lataston-Wc dengan Menggunakan Metode Marshall. *Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*; 6(2): 35-40.
- Pratama S dan 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.
- Rahayu TJ, Rachmadiarti F, dan Rahayu YS, 2018. Pengaruh Pupuk Organik Terhadap Kadar TPH (Total Petroleum Hidrokarbon) dan Hara N (Nitrogen) pada Tanah Tercemar Minyak Bumi. *LenteraBio*; 7(2): 153-158.
- Rahmadina R dan Tambunan EPS, 2017. Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur, Kulit Bawang dan Daun Kering Melalui Proses Sains dan Teknologi Sebagai Alternatif Penghasil Produk yang Ramah Lingkungan. *Klorofil: Jurnal Ilmu Biologi dan Terapan*; 1(1): 48-55.
- Reinecke AJ, van Wyk M, and Reinecke SA, 2016. The Influence of Soil Characteristics on the Toxicity of Oil Refinery Waste for the Springtail *Folsomia candida* (Collembola). *Bull Environ Contam Toxicol*; 96(6): 804-809.
- Sari AM, 2012. Efektivitas Konsorsium Bakteri Eksogenus dalam Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Bumi Asal Bojonegoro. *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- Sayara T and Sánchez A, 2020. Bioremediation of PAH-Contaminated Soils: Process Enhancement through Composting/Compost. *Applied Sciences*; 10(11): 3684.
- Setianingsih S dan Titah HS, 2021. Potensi Metode Co-Composting Pada Bioremediasi Tanah Tercemar Pelumas Bekas Menggunakan Sampah Organik Biodegradable. *Jurnal Teknik ITS*; 9(2): 103-110.
- Sharma S, 2012. Bioremediation: Features, Strategies and Applications. *Asian Journal of Pharmacy and Life Science*; 2(2): 202-213.
- Suryatmana P dan Setyawati MR, 2014. Potensi *Azotobacter* sp. ST.04 dan Kompos *Azolla pinata* Untuk Meningkatkan Efisiensi Biodegradasi Hidrokarbon dalam Proses Bioremediasi Limbah Minyak Bumi. *Jurnal Agroekoteknologi*; 6(1): 31-40.
- Syahrir S, Tosepu R, dan Harun H, 2020. Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Khusus Oli Bekas Pada Bengkel Motor dan Mobil di Jalan H.E.A Mokodompit Kota Kendari Tahun 2019. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Universitas Halu Oleo*; 1(1): 36-42.
- Trinanda R, Salni S, dan Munawar M, 2012. Kinerja Konsorsium Bakteri Petrofilik Pada Bioremediasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi dalam Skala Mikrokosmos. *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Ubani O, Atagana HI, and Thantsha MS, 2013. Biological Degradation of Oil Sludge: A Review of the Current State of Development. *African Journal of Biotechnology*; 12(47): 6544-6567.
- Widyasari NL dan Wiratama IGNM, 2021. Studi Teknik Bioremediasi Tanah Tercemar Logam Berat dengan Menggunakan Eco-Enzyme. *Jurnal Ecocentrism*; 1(2): 88-95.
- Yusuf AA, Alhaji BA, Surajudeen A, Adamu US, and Bukar SM, 2019. Bioremediation of Soil Contaminated with Spent Motor Oil. *Iconic Research and Engineering Journals*; 3(3): 16-22.

Article History:

Received: 29 Mei 2022

Revised: 1 Januari 2023

Available online: 31 Januari 2023

Published: 31 Januari 2023

Authors:

Siti Fatima Az Zahro', Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt. 2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: sitifatima.18001@mhs.unesa.ac.id

Herlina Fitrihidajati, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt. 2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: herlinafitrihidajati@unesa.ac.id

How to cite this article:

Zahro' SFA dan Fitrihidajati H, 2023. Pemanfaatan Kompos Kulit Pisang dan Sampah Daun Ranting Pada Proses Remediasi Tanah Tercemar Limbah Oli. *LenteraBio*; 12(1): 82-89.