

Germination Capacity of *Helianthus annuus* Less Seeds on Soil Media Contaminated by Waste

Wahyu Lestari^{1*}, Sujarwati¹, Atria Martina¹, Imelda Wardani¹, Daryono²

¹Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Riau University-Pekanbaru, Indonesia;

²Head of the “Bancah Tani Mandiri” Farmers Group, Tiakar Payakumbuh - West Sumatra, Indonesia;

Article History

Received : February 07th, 2023

Revised : March 08th, 2023

Accepted : March 10th, 2023

*Corresponding Author: **Wahyu Lestari**

Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Riau University-Pekanbaru

Email:

wahyu.lestari@lecturer.unri.ac.id

Abstract: Used oil waste is often dumped on the ground around the workshop, causing soil pollution which can reduce the function of the soil. The most difficult contaminants in used oil waste to decompose are hydrocarbon compounds, which are highly toxic, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). The concentration of oil hydrocarbon contaminants in a sample is determined by measuring the total petroleum hydrocarbon (TPH) concentration. This study was conducted to determine the germination ability of *Helianthus annuus*, Less seeds on soil media contaminated with waste oil at different concentrations of Total Petroleum Hydrocarbon (TPH). The results showed that the concentration of TPH in the media could inhibit the speed of seed germination. Treatment with low concentration of TPH 2.7% in the media increased % germination, shoot and root length and sprout biomass compared to the medium/intermediate (8.00%) and high (12.26%) TPH treatments and controls. However, there was no significant difference between all treatments regarding germination time and shoot length, although in the low TPH treatment (2.70%) there was a tendency for germination time to be faster than the other treatments, as well as to shoot length which was longer than the other treatments. The higher TPH concentration in the media can inhibit germination time, germination percentage, shoot and root length and biomass. Morphological observations of the growth of sprouts showed an inhibition of root hair formation along with the high TPH content in the media, but all treatments did not affect the growth of the shoots.

Keywords: root, seed germination, shoot, Total Petroleum Hydrocarbons (TPH), waste used oil.

Pendahuluan

Tanah yang subur adalah media alami yang umum digunakan untuk perkecambahan dan pertumbuhan. Kesuburan dan ketersediaan hara dalam tanah sangat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman. Beragamnya aktivitas manusia terutama diperkotaan, menyebabkan terbatasnya lahan subur yang biasanya digunakan untuk penanaman sebagai lahan pertanian. Hal ini menyebabkan dimanfaatkannya tanah kurang subur dan yang bermasalah dalam hal penyediaan hara,

diantaranya pemanfaatan tanah atau lingkungan yang tercemar. Pemanfaatan lingkungan tercemar diantaranya adalah memanfaatkan tanah dilokasi pencemaran buangan limbah minyak seperti oli bekas pada beberapa usaha perbengkelan.

Oli bekas adalah limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) yang banyak dihasilkan dari bengkel mobil atau motor yang tidak memiliki sistem pengolahan limbah, sehingga limbah oli dibuang pada tanah di sekitar bengkel dan dapat menyebabkan pencemaran tanah. Limbah oli dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup

yang ada dalam tanah maupun di permukaan tanah serta menurunkan kualitas tanah, mengubah lingkungan tanah alami sehingga dapat menurunkan fungsi tanah. Oli merupakan campuran hidrokarbon kental dengan berbagai bahan kimia aditif seperti Cd, Mn dan *polycyclic aromatic hydrocarbons* (PAHs). Komponen tersebut mengandung sifat beracun tinggi saat terlepas ke lingkungan terutama tanah.

Kontaminan limbah oli bekas yang paling sulit diuraikan adalah senyawa Hidrokarbon. Senyawa hidrokarbon yang sangat toksik diantaranya adalah *polycyclic aromatic hydrocarbon* (PAH). Keberadaan PAH di lingkungan dapat mempengaruhi produktivitas dan fungsi tanah maupun perairan. Deteksi senyawa PAH dapat dilakukan dengan pengukuran konsentrasi *total petroleum hydrocarbon* (TPH). TPH adalah pengukuran konsentrasi senyawa kontaminan hidrokarbon minyak dalam suatu sampel (Dave & Ghaly, 2011). Besarnya nilai TPH yang terdeteksi mengindikasikan bahwa sampel tersebut telah mengalami kontaminasi.

Limbah oli dari bengkel dapat diolah melalui proses fisik, kimia maupun biologi. Proses fisik dan kimia membutuhkan biaya besar, juga dapat menimbulkan polutan sekunder seperti formaldehida dan ozon. Pengolahan secara biologi dapat dilakukan dengan teknik remediasi antara lain fitoremediasi, bioremediasi dan zooremediasi. Tingginya hidrokarbon dalam tanah dapat dihindari dengan melakukan kegiatan fitoremediasi yakni penggunaan tanaman untuk dekontaminasi limbah pada tanah yang terkontaminasi.

Fitoremediasi limbah yang mengandung hidrokarbon pada tanah tercemar oli bekas telah dilakukan oleh Lestari (2015) menggunakan tanaman *Amaranthus spinosus* L. Tanaman ini dapat menurunkan kandungan hidrokarbon dalam media, menurunkan persentase perkecambahan, rerata pertambahan tinggi dan biomassa kering tanaman dibanding kontrol. Pertumbuhan tanaman masih bertahan hingga 6 minggu pengamatan baik pada perlakuan media tanah kebun + tanah mengandung limbah oli (perbandingan 3:1), media tanah kebun + tanah mengandung limbah oli (perbandingan 1:1), media tanah kebun + tanah mengandung limbah

oli (perbandingan 1:3) dan media tanah yang mengandung limbah oli saja.

Beberapa tanaman juga telah digunakan untuk fitoremediasi hidrokarbon diantaranya *Amaranthus hibridus*, *Arachis hypogaea*, *Celosia argentea* (Akpokodje *et al.*, 2019), *Neptunia oleracea* (Lestari *et al.*, 2018), *Mucuna brachateata* (Alfianti *et al.*, 2016), *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*, *Eleusin indica*, *Paspalum notatum* dan *Setaria splendida* (Suryati, 2015), *Vigna unguiculata* (Sangeetha & Thangadurai, 2014) dan *Helianthus annuus* (Martins *et al.*, 2014).

H. annuus (bunga matahari) adalah jenis tanaman hias yang memiliki potensi luar biasa sebagai fitoekstraktor dengan kemampuan tumbuh yang sangat cepat, menghasilkan biomassa yang tinggi, serta memiliki kemampuan yang sangat tinggi dalam mengakumulasi logam berat seperti Cr (Soikou *et al.*, 2017), Ni (Francis, 2017; Stoikou *et al.*, 2017; Martins *et al.*, 2014), Cd dan Pb (Francis 2017; Martins *et al.*, 2014), V dan Cu (Martins *et al.*, 2014) serta kontaminan organik (Tejeda-Agredano *et al.*, 2013).

Berdasarkan pada kemampuan tanaman dalam menyerap polutan, maka dapat ditentukan apakah suatu jenis tanaman dapat dipertimbangkan untuk digunakan dalam fitoremediasi lingkungan atau tidak. Mengingat tanaman *H. annuus* merupakan tanaman terestrial dan mampu menyerap polutan, namun permeabilitas kulit bijinya pada cekaman hidrokarbon perlu juga dipelajari untuk mengetahui kemampuan perkecambahan bijinya. Hal ini perlu dilakukan agar diketahui kemampuannya sebagai salah satu bahan kajian metode fitoremediasi pada tanah yang terkontaminasi hidrokarbon, khususnya dari limbah oli pada usaha perbengkelan.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dari bulan Juni-Oktober 2022. Penelitian dilakukan di Laboratorium Botani Jurusan Biologi FMIPA Universitas Riau untuk analisis TPH dan di areal perumahan RBC jalan Sukarno-Hatta Arengka untuk uji perkecambahan.

Pengambilan tanah tercemar limbah oli bekas dan persiapan media perkecambahan

Tanah tercemar limbah oli bekas diambil secara *purposive* pada lokasi perbengkelan yang berbeda di kota Pekanbaru, selanjutnya tanah dibawa ke kebun percobaan kemudian dikompositkan dan diayak dengan menggunakan ayakan ukuran 4 mm untuk digunakan sebagai campuran media perkecambahan. Media perkecambahan terdiri dari campuran tanah mineral dan tanah tercemar limbah oli dengan perbandingan 1:0,5 ; 1:1 dan 1:2, selanjutnya campuran tanah ini dibiarkan selama 1 minggu, lalu ditentukan konsentrasi TPH dan pH awal dari masing-masing media perkecambahan.

Pengukuran TPH dilakukan dengan metode gravimetri (Ali, 2012) yaitu menimbang residu minyak yang tertinggal pada tiap perlakuan media. Sebanyak 5 g sampel tanah diambil dan dikeringanginkan untuk menghilangkan kadar air. Sampel digerus dengan mortar dengan menambahkan n-heksan sebanyak 10 ml, selanjutnya disentrifugasi dengan kecepatan 1000-2000 rpm. Supernatan yang diperoleh kemudian ditimbang dan dievaporasi hingga tertinggal residu minyak saja dan ditimbang kembali. Konsentrasi TPH awal berbeda-beda pada setiap media perkecambahan. Media dengan perbandingan tanah mineral dan tanah tercemar limbah oli 1:0,5 mengandung konsentrasi TPH rendah (low) sebesar 2,70%.

Perbandingan tanah mineral dan tanah tercemar limbah oli 1:1 mengandung konsentrasi TPH sedang (intermediet) sebesar 8,00% dan pada campuran tanah 1:2 konsentrasi TPH tinggi (high) yaitu 12,26%. Media perkecambahan dengan kandungan konsentrasi TPH yang berbeda, selanjutnya digunakan sebagai media perlakuan untuk penanaman benih tanaman bunga matahari. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap, masing-masing perlakuan dilakukan dengan 6 (enam) ulangan. Pengukuran pH akhir juga dilakukan seiring dengan pengukuran TPH pada akhir pengamatan yaitu dua minggu setelah benih berkecambah.

Penyediaan benih, penanaman dan pemeliharaan

Biji bunga matahari berasal dari kebun kelompok tani “Bancah Tani Mandiri”, Tiakar Payakumbuh-Sumatera Barat. Biji diseleksi dengan cara dimasukkan ke dalam air. Biji yang dipilih sebagai benih dan digunakan dalam penelitian adalah biji yang bernas yaitu biji yang tenggelam di dalam air. Benih selanjutnya dikecambahkan dalam masing-masing media perkecambahan dengan kedalaman 1 cm di bawah permukaan tanah. Setiap unit media perkecambahan terdiri dari sepuluh benih. Kelembaban media dipertahankan setiap hari dengan jalan menyemprotkan air menggunakan *hand sprayer*. Pemeliharaan dilakukan hingga dua minggu setelah berkecambah.

Pengamatan dan Analisis Data

Pengamatan meliputi kecepatan berkecambah (hari), % berkecambah, panjang *shoot* dan *root* (cm) serta biomassa kecambah (g). Data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Jika antar perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata, maka di uji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5%. Pengamatan kualitatif adalah pengamatan terhadap morfologi kecambah yang diamati pada 2 (dua) minggu setelah benih berkecambah. Pengamatan terhadap morfologi kecambah dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

TPH, pH dan suhu

Media perkecambahan yang berasal dari campuran tanah kebun dan tanah tercemar limbah oli memiliki kandungan TPH berbeda. Semakin banyak tanah tercemar limbah oli yang digunakan, semakin tinggi kandungan TPH dalam media. Limbah oli bekas dalam campuran media perkecambahan 1:0,5 (rendah) telah menunjukkan bahwa tanah atau media tanam telah terkontaminasi oleh senyawa hidrokarbon dari limbah oli (Tabel 1). Menurut Dave dan Ghaly (2011), besarnya nilai TPH yang terdeteksi mengindikasikan bahwa sampel (tanah) telah mengalami kontaminasi.

Tabel 1. Hasil pengukuran TPH (%), pH dan suhu (°C)

Perlakuan	TPH	pH	pH	Rerata
-----------	-----	----	----	--------

	awal (%)	awal	akhir	suhu (°C)
Kontrol	-	7,00	6,96	33,74
Rendah (low)	2,70	7,06	6,98	33,38
Sedang (intermediet)	8,00	7,08	7,00	33,96
Tinggi (high)	12,26	7,08	7,02	34,68

Tingkat keasaman atau pH media berpengaruh terhadap tingkat degradasi bahan pencemar sehingga dapat mempengaruhi perkecambahan dan pertumbuhan. Degradasi bahan pencemar dalam tanah sangat bergantung pada aktivitas mikroba tanah. pH tanah optimum untuk degradasi bahan pencemar oleh mikroba adalah mendekati 6 hingga 8 (Das Kishore & Mukherjee, 2007). Hal ini disebabkan karena kebanyakan mikroba tanah dapat tumbuh pada suasana asam mendekati alkali. Aktivitas mikroba dalam tanah membantu dalam penyediaan ion terlarut, mendukung kelancaran aliran nutrisi, ketersediaan air dalam pori tanah dan oksigen.

Degradasi hidrokarbon dalam tanah tidak terlepas dari peran mikroba dalam tanah. Seiring dengan kemungkinan terjadinya aktivitas mikroba dalam tanah, terjadi penurunan pH di akhir pengamatan. Proses degradasi hidrokarbon dalam tanah sering melibatkan interaksi antara mikroba dengan tanaman. Tanaman *Pteris vittata*, *Epipremnum aureum*, *Mucuna bracteata* dan *Imperata cylindrica* mampu menurunkan pH dan konsentrasi hidrokarbon dari minyak bumi, namun *E. aureum* lebih efektif digunakan dibanding tumbuhan lainnya (Tang & Angela, 2019). Jenis tumbuhan yang termasuk dalam family Cyperaceae menurut Nwaichi *et al.* (2021), juga sangat efisien digunakan untuk meremediasi senyawa *polycyclic aromatic hydrocarbons* (PAH) dan logam berat seperti Cd dan Pb.

Rerata suhu pada semua perlakuan merupakan suhu yang mendukung bagi aktivitas mikroba tanah dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon dari limbah oli. Menurut Ali (2012), suhu optimum untuk aktivitas remediasi oleh mikroba tanah antara 10-40 °C. Mikroba pada proses remediasi (Das Kishore & Mukherjee 2007) memerlukan nutrisi untuk sumber karbon, energi dan keseimbangan metabolisme. Hidrokarbon dalam tanah oleh mikroba dapat dimanfaatkan sebagai satu-

satunya sumber karbon dan energi selama siklus hidupnya.

Persentase perkecambahan dan waktu berkecambah

Kandungan TPH tinggi pada media menunjukkan banyaknya senyawa hidrokarbon dari limbah oli (Tabel 1). Media perlakuan yang merupakan campuran tanah kebun dan limbah oli bekas memiliki warna dan tekstur yang berbeda dengan tanah kebun. Tanah kebun berwarna hitam, tidak berbau dan teksturnya gembur menunjukkan aerasi tanahnya bagus sehingga mampu menahan air tanah. Warna media perlakuan hitam gelap, berbau dan teksturnya padat. Hal ini disebabkan karena adanya kandungan petroleum hidrokarbon dari limbah oli yang mampu menurunkan kemampuan tanah menahan air, mengurangi jumlah air yang diserap dan menghambat proses osmosis air oleh benih sehingga mempengaruhi terhadap % perkecambahan dan kecepatan perkecambahan. Hasil perhitungan persentase perkecambahan dan pengamatan waktu berkecambah disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran parameter perkecambahan (% perkecambahan dan waktu berkecambah)

Perlakuan	% perkecambahan	Waktu kecambah (hari)
Kontrol	57,50 ± 15,00 ^b	4,61 ± 0,73
TPH 2,70% (rendah/low)	87,50 ± 5,00 ^c	5,62 ± 1,27
TPH 8,00% (sedang/intermediet)	55,00 ± 19,14 ^b	6,03 ± 0,21
TPH 12,26% (tinggi/high)	27,50 ± 12,58 ^a	6,70 ± 1,60

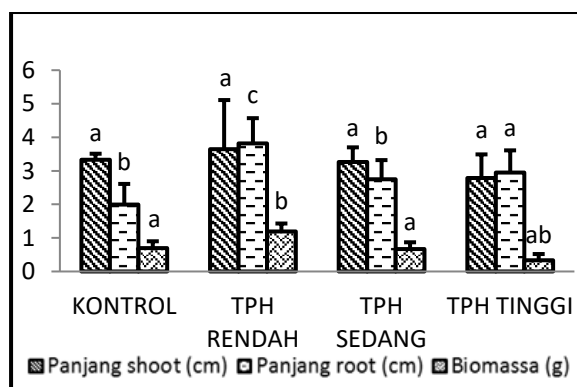
Keterangan: Huruf yang sama pada kolom menunjukkan tidak berbeda nyata antar perlakuan pada uji DMRT taraf 5%.

Kandungan TPH rendah pada media memicu % perkecambahan yang sangat signifikan dibanding dengan kontrol, perlakuan dengan kandungan TPH sedang dan tinggi. Namun demikian tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kecepatan perkecambahan antara perlakuan dan kontrol walau ada kecenderungan lebih cepat perkecambahan pada

kontrol dibanding perlakuan. Secara umum menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan TPH dapat menghambat kecepatan perkecambahan. Penghambatan perkecambahan biji disebabkan oleh adanya hambatan dalam proses imbibisi, dimana senyawa hidrokarbon pada media dapat mempengaruhi keberadaan air dalam pori tanah sehingga mempengaruhi permeabilitas kulit biji dan menghambat proses osmosis air untuk melewati kulit biji. Sangeetha dan Tangadurai (2014) melaporkan bahwa, kandungan TPH rendah menyebabkan tingkat cekaman oleh senyawa hidrogen yang rendah pula, namun kandungan TPH tinggi dapat memberi efek toksik yang mempengaruhi perkecambahan biji *Vigna unguiculata* sehingga memperlambat kecepatan perkecambahan.

Panjang shoot, panjang root dan biomassa

Panjang *shoot* pada semua perlakuan (Gambar 1) tidak berbeda secara signifikan dibanding panjang *root*, namun secara umum peningkatan kandungan TPH pada media cenderung menghambat panjang *shoot* dan *root*. Hal ini sesuai dengan pendapat Merkl *et al.* (2004), bahwa tumbuhan dapat toleran tumbuh pada lingkungan tercemar minyak bumi, namun penurunan pertumbuhan akibat bahan pencemar dapat terjadi. Cemar minyak bumi dapat menyebabkan penghambatan nodulasi pada legum *Centrosema brasilianum* dan *Calopogonium mucunoides*.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi TPH terhadap panjang shoot (cm), panjang root (cm) dan biomassa (g)

Biji yang berkecambah mampu hidup hingga akhir pengamatan walaupun pada tingkat konsentrasi TPH tinggi dalam media. Hal ini

menunjukkan bahwa *Helianthus annuus* termasuk tanaman yang toleran terhadap kontaminan hidrokarbon. Selain itu mikroba tanah juga berperan dalam mendegradasi hidrokarbon dalam tanah sehingga mampu mengurangi kandungan TPH dalam tanah sehingga dapat membantu memperbaiki tekstur tanah. Menurut AlMailem *et al.* (2010), hidrokarbon alifatik dan aromatik murni oleh mikroba tanah dapat digunakan sebagai sumber karbon. Umumnya mikroba mampu tumbuh pada medium bebas-N, karenanya mikroba memiliki peran yang sangat penting di dalam mendegradasi minyak, baik dalam keadaan kaya nitrogen maupun bebas nitrogen.

Mikroba tanah mampu menurunkan kontaminan hidrokarbon dalam tanah. Hasil penelitian Alfianti *et al.*, (2016) menyatakan, jamur indigenus Riau (*Penicillium* sp. PN6) mampu menurunkan konsentrasi TPH awal (12,32%) menjadi 4,95% selama 35 hari. Namun kombinasinya dengan legum penutup tanah (*M. bracteata*) memiliki kemampuan yang tinggi dalam menurunkan konsentrasi TPH awal tanah menjadi 2,44% selama 35 hari. Menurut Truu *et al.*, (2003), pertumbuhan mikroba dapat meningkat dua kali lipat di sekitar perakaran sehingga lebih efektif dalam mendegradasi senyawa toksik hidrokarbon. Hal ini disebabkan karena adanya peningkatan aktivitas enzimatik dari mikroba di daerah perakaran (Jing *et al.*, 2008)

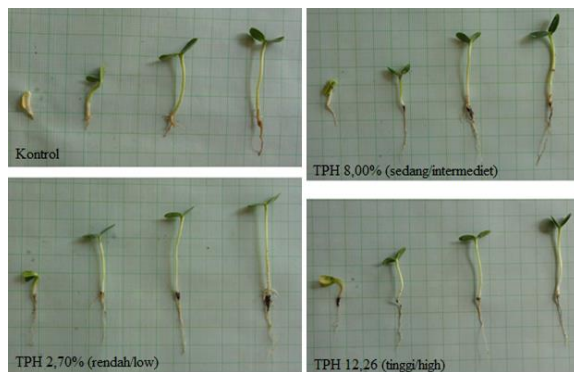
Hasil penelitian Kay *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa, inokulasi fungi *Acinetobacter junii* Strain M-2 yang dikombinasikan dengan tanaman *Zinnia* mampu memicu pertumbuhan tinggi anakan, meningkatkan biomassa kering *shoot* dan biomassa kering akar serta mampu mereduksi konsentrasi TPH pada media dibanding kombinasinya dengan tanaman *Mimosa* dan *Gazania* ataupun pada tanah yang tidak diinokulasi oleh fungi. Hal ini menunjukkan bahwa mikroorganisme sangat berperan dalam merombak bahan pencemar dalam tanah.

Beberapa mikroba tanah diketahui juga mampu mensintesis senyawa yang dapat memicu pertumbuhan tanaman. Jamur indigenus Riau (*Penicillium* sp. PN6) diketahui juga mampu menghasilkan giberelin pada media Czapek dan PDA (Martina & Roza, 2014) dan telah diketahui kemampuannya dalam memicu

perkecambahan biji karet dan cabai (Martina *et al.*, 2016) serta biji sirsak (Lestari *et al.*, 2018). Panjang akar pada perlakuan tanah yang mengandung TPH cenderung lebih panjang dibanding kontrol. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kemampuan mikroba tanah di sekitar biji mampu menggunakan hidrokarbon dari limbah oli sebagai sumber karbon dan juga mampu menghasilkan senyawa pemicu pertumbuhan yang berperan dalam pemanjangan sel.

Morfologi kecambah

Pengamatan terhadap morfologi kecambah (Gambar 2) memperlihatkan bahwa, semua perlakuan cenderung memicu pemanjangan akar (terutama perlakuan TPH rendah/low) dibanding kontrol. Semakin tinggi kandungan TPH dalam media dapat menghambat pemanjangan akar dan pembentukan rambut akar. Pertumbuhan rambut akar lebih banyak pada kontrol dibanding pada perlakuan media yang mengandung TPH. Secara umum terlihat bahwa kandungan TPH dalam media mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan bagian sistem perakaran (*root*) dibanding bagian *shoot*, hal ini dapat berpengaruh terhadap biomassa kecambah.



Gambar 2. Morfologi pertumbuhan kecambah pada akhir pengamatan

Tanaman yang mengalami pertumbuhan ditandai dengan bertambahnya panjang akar, panjang batang dan lebar daun dari hari ke hari (Wijayanti & Purnomo, 2021). Pertumbuhan dari tanaman juga berkaitan dengan biomassa segar tanaman. Diduga semakin tinggi biomassa tanaman maka semakin tinggi pula kemampuannya menyerap bahan pencemar sehingga dapat mengurangi bahan pencemar

dalam tanah. Pertumbuhan dari tanaman fitoremediasi juga disebabkan karena tanaman mampu menyerap zat yang ada pada limbah dan digunakan untuk proses fotosintesis (Dieta & Hendrasarie, 2019). Dengan kata lain, zat yang ada di limbah digunakan sebagai sumber nutrisi oleh tanaman sehingga tanaman terus mengalami pertumbuhan dan meningkatkan biomassa.

Pertumbuhan tanaman pada media terkontaminasi limbah dapat tetap berlangsung karena adanya mekanisme mikroorganisme dengan tanaman melalui proses oksidasi oleh bakteri aerob yang tumbuh disekitar *rhizosphere* maupun kehadiran bakteri heterotrof dalam limbah. Mikroorganisme memanfaatkan limbah sebagai sumber nutrisi yang akan diolah menjadi senyawa yang lebih sederhana (Wijayanti & Purnomo, 2021) yang nantinya dimanfaatkan oleh tanaman sebagai sumber nutrisi karena dapat diserap oleh sistem perakaran tanaman (Hidayah *et al.*, 2018). Sedangkan untuk sistem perakaran tanaman akan menghasilkan oksigen yang dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk sumber energi atau katalis. Selain itu, penguraian oleh mikroorganisme akan menghasilkan karbondioksida yang dapat digunakan tanaman sebagai bahan untuk berfotosintesis (Wijayanti & Purnomo, 2021).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan pH media pada akhir pengamatan untuk semua perlakuan dan kontrol. Perlakuan dengan konsentrasi TPH rendah (low) dalam tanah mampu mempercepat waktu berkecambah, meningkatkan persentase perkecambahan, memicu panjang *shoot* dan *root* serta peningkatan biomassa kecambah dibanding perlakuan dengan konsentrasi TPH sedang (intermediet), TPH tinggi (high) dan kontrol. Semua perlakuan, cenderung meningkatkan pertumbuhan *root* dibanding *shoot*.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini terselenggara dari sumber dana PNPB FMIPA Universitas Riau Tahun

Anggaran 2022 dengan Nomor Kontrak 490c/UN19.5.1.1.3/PL.01.00/2022 Tanggal Kontrak 20 Juni 2022.

Referensi

- Akpokodje O.I, Uguru H., Esegbuyota D. (2019). Evaluation of phytoremediation potentials of different plant varieties in petroleum products polluted soil. *Global Journal of Earth and Environmental Science* 4(3): 41-46.
- Alfianti R., Lestari W., Martina A., Roza R.M., Jadmika E.S. (2016). Efektifitas jamur ligninolitik (*Penicillium* PNE4 dan *Aspergillus* sp.2) dan *Mucuna bracteata* (Dc.) sebagai agen bioremediasi tanah terkontaminasi hidrokarbon minyak bumi. *Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia (PERIPI)*: 379-385. Pekanbaru, 20 Juli 2016. ISBN: 978-979-792-732-5.
- Ali M. (2012). Monografi Tinjauan Proses Bioremediasi Melalui Pengujian Tanah Tercemar Minyak. Surabaya: UPN Press.
- Al-Mailem DM., Sorkhoh NA., Marafie M., Al-Awadhi H., Eliyas M., Radwan SS. (2010). Oil phytoremediation potential of hypersaline coasts of the Arabian Gulf using rhizosphere technology. *Bioresource Technology*, 10(1): 5786-5792.
- Charles U.U., Dennis E.I., Nkereuwem J.M. (2013). Application of phyto-remediation (Sunflower and Vetiver Grass) on crude oil spilled soil cultivated to Jute Mallow (*Corchorus Olitorius* L.). *Resources and Environment*. 3(6): 169-175 DOI: 10.5923/j.re.20130306.01
- Dave D., Ghaly A.E. (2011). Remediations technologies of marine oil spills: a critical review and comparative analysis. *American Journal of Environmental Sciences*, 7(5), 423-440.
- Das Kishore, Mukherjee AK. (2007). Crude petroleum-oil biodegradation efficiency of *bacillus subtilis* and *pseudomonas aeruginosa* strains isolated from a petroleum-oil contaminated soil from north east India. *Journal of Bioresource Technology*, 98(7): 1339-1345.
- de Oliveira PJRG, Vieira LC, Nogueira AV, Corseuil HX, Mezzari MP. (2012). Tolerance of tree reforestation species (*Schizolobium parahyba*, *Mimosa scabrella* and *Enterolobium contortisiliquum*) to gasoline and diesel phytotoxicity assays. *Journal Bioremediation Biodegradation*; S7:004. doi:10.4172/2155-619.S7-004.
- Dieta YA., Hendrasarie N. (2019). Kemampuan adsorpsi Pb dari limbah industri oleh tumbuhan Kayu Ambang (*Lemna minor*), Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) dan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* Solm). *Jurnal Envirotek*, 11: 39–45.
- Francis E. (2017). Phytoremediation potentials of sunflower (*Helianthus annuus* L.) Asteraceae on contaminated soils of abandoned dumpsites. *International Journal of Scientific & Engineering Research* 8(1): 1751-1757.
- Garapati V.M. (2012). Biodegradation of Petroleum Hydrocarbon [Thesis]. Odisha: National Institute of Technology.
- Hidayah EN., Djalalembah A., Asmar G.A., Cahyonugroho O.H. (2018). Pengaruh aerasi dalam constructed wetland pada pengolahan air limbah domestik. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(2): 155.
- Jing W., Zhang Z., Su Y., He W., He F., Song H. (2008). Phytoremediation of petroleum polluted soil. *Petroleum Science*, 5: 167-171.
- Kay T., Okamoto Y., Murakami S., Tamaki M. (2020). Phytoremediation of oil-contaminated soils by combining flowering plant cultivation and inoculation with *Acinetobacter junii* Strain M-2. *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, 9: 107-120. DOI:10.4236/jacen.2020.93010.
- Lestari W. (2015). Fitoremediasi tanah tercemar limbah oli menggunakan tanaman *Amaranthus spinosus* L. *Prosiding Seminar Nasional BIOETI* 3: 368-378. ISBN: 978-602-14989-0-3, Universitas Andalas, Padang.
- Lestari W., Martina A., Roza RM., Wardani I. (2018). Potensi jamur indigenus riau (*Penicillium* sp.PN6) dan *Neptunia oleracea* untuk bioremediasi oil sludge.

- AL-KAUNIYAH; Journal of Biology*. 11(1): 72-81
- Martina A., Roza RM. (2014). Potensi jamur isolat lokal Riau sebagai agen mikoremediasi minyak bumi. *Laporan Penelitian*. Lembaga Penelitian. Universitas Riau.
- Martina A., Lestari W., Roza R.M. (2016). Produksi gibberelin dan biokontrol oleh jamur selulolitik dan ligninolitik indigenus Riau sebagai upaya pengembangan biofertilizer. *Laporan Penelitian*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Universitas Riau.
- Martins CDC., Liduino VS., Oliveira FJS., Servulo EFC. (2014). Phytoremediation of soil multi-contaminated with hydrocarbons and heavy metals using sunflowers. *International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS* 14(05): 1-6.
- Merkel N., Schultze-Kraft R., Infante C. (2004). Phytoremediation in the tropics the effect of crude oil on the growth of tropical plants. *Bioremediation*, 1(8): 177-184.
- Mujab AS. (2012). Penggunaan Bio-kompos dalam Bioremediasi Lahan Tercemar Limbah Lumpur Minyak Bumi [Skripsi]. Jakarta: Universitas Islam Syarif Hidayatullah.
- Nwaichi EO., Chukwuere CO., Abosi PJ., Onukwuru GI. (2021). Phytoremediation Of Crude Oil Impacted Soil Using Purple Nutsedge. *J. Appl. Sci. Environ. Manage*, 25(3): 475-479.
- Odebode AJ., Njoku KL., Adesuyi AA., Akinola MO. (2021). Phytoremediation of spent oil and palm kernel sludge contaminated soil using sunflower (*Helianthus annuus* L.). *J. Appl. Sci. Environ. Manage*. 25(5): 877-885.
- Qixing Z., Zhang C., Zhineng Z., Weitao LIU. (2011). Ecological remediation of hydrocarbon contaminated soils with weed plant. *Journal of Resources and Ecology*. 2(2): 97-105.
- Sangeetha J., Thangadurai, D. (2014). Effect of biologically treated petroleum sludge on seed germination and seedling growth of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Fabaceae). *Brazilian Archives of Biology And Technology*. 57(3): 427-433.
- Siciliano SD., Germida 11., Banks K., Greer CW. (2003). Changes in microbial community composition and function during a polyaromatic hydrocarbon phytoremediation field trial. *Applied Environmental Microbiology*, 69: 483-489.
- Soikou V, Andrianos V, Stasinou S, Kostakis MG, Attiti S, Thomaidis NS, Zabetakis I. (2017). Metal uptake by sunflower (*Helianthus annuus*) irrigated with water polluted with chromium and nickel. *Food*. 6(51): 1-14.
- Suryati T. (2015). Seleksi lima jenis rumput untuk fitoremediasi tanah tercemar minyak bumi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 16(1): 31-36.
- Tang KHD., Angela J. (2019). Phytoremediation of crude oil-contaminated soil with local plant species. *Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 495: 1-11. doi:10.1088/1757-899X/495/1/012054.
- Tejeda-Agredano MC, Gallego S, Vila J, Grifoll M, Ortega-Calvo JJ, Cantos M. (2013). Influence of the sunflower rhizosphere on biodegradation of PAHs in soil. *Soil Biology & Biochemistry* 57: 830-840.
- Truu I., Karme L., Talpsep E., Heinaru E., Vedler E., Heinaru A. (2003). Phytoremediation of solid oil shale waste from the chemical industry. *Acta Biotechnology*, 23: 301-307.
- Wang X Y, Feng J, Zhao J M. (2010). Effects of crude oil residuals on soil chemical properties in oil sites, Momoge Wetland, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 161: 271-280.
- Wijayanti FD., Purnomo YS. (2021). Pengolahan limbah cair bengkel dengan menggunakan *grease trap* dan fitoremediasi. *Jurnal Envirous*, 2(1): 114-122. E-ISSN: 2777-1032 P-ISSN: 2777-1040.