

Uji efektivitas pupuk kandang sapi untuk meningkatkan pertumbuhan Kaliandra merah (*Calliandra calothyrsus* Meissn.) pada tanah tercemar limbah oli

Mita Puspita Rini^{1*}, Ceng Asmarahman^{1,2}, Indriyanto¹, Melya Riniarti^{1,2}

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jl. Sumantri Brojonegoro 1, Bandar Lampung

² Program Studi Magister Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jl. Sumantri Brojonegoro 1, Bandar Lampung

*Email: ceng_ipk@yahoo.co.id

Artikel diterima : 23 Agustus 2023 Revisi diterima 24 Maret 2024

ABSTRACT

The amount of pollution that occurs causes the deterioration of environmental conditions. Some of these include water, air, and soil pollution. One pollution that is often encountered is pollution of the soil caused by waste oil. Waste oil is included in B3 (hazardous and toxic materials), one of the many elements contained in it is the element Pb. This element is harmful to microorganisms and the environment so that the right way is needed to overcome it. One of the ways that can be done is through phytoremediation using red calliandra plants as the main component and cow manure to improve polluted soil. This study used a completely randomized design (CRD) design using 1 factor, namely cow manure consisting of 3 levels including 0 g, 100 g, and 200g with 5 replications. The number of seedlings for each experimental unit is 1 plant seedling. This research was conducted in the Integrated Field Laboratory greenhouse of Lampung University. The results showed that cow manure treatment gave the best effect ($P>0.01$) on the parameters of seedling stem height, seedling stem diameter, root dry weight, shoot dry weight, and total dry weight, and significantly affected ($P>0.05$) on the parameters of the number of seedling leaves and the number of root nodules.

Keyword: Phytoremediation, red calliandra, cow manure, and completely randomized design.

ABSTRAK

Banyaknya pencemaran yang terjadi menyebabkan memburuknya kondisi lingkungan. Beberapa pencemaran tersebut mencakup pencemaran air, udara, dan tanah.. Salah satu pencemaran yang sering dijumpai yaitu pencemaran pada tanah yang diakibatkan oleh limbah oli. Limbah oli termasuk dalam B3 (bahan berbahaya dan beracun), satu diantara banyaknya unsur yang terkandung di dalamnya ialah unsur Pb. Unsur tersebut berbahaya bagi mikroorganisme dan lingkungan sehingga diperlukan cara yang tepat untuk mengatasinya. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu melalui fitoremediasi dengan menggunakan tanaman kaliandra merah sebagai komponen utama dan pupuk kandang sapi untuk memperbaiki tanah yang telah tercemar. Penelitian ini menggunakan rancangan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan 1 faktor yaitu pupuk kandang sapi yang erdiri dari 3 taraf meliputi 0 g, 100 g, dan 200g dengan 5 kali ulangan. Jumlah bibit untuk setiap satuan unit percobaan yaitu 1 bibit tanaman. Penelitian ini dilakukan di rumah kaca Laboratorium Lapangan Terpadu Universitas Lampung. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan pupuk kandang sapi memberikan pengaruh terbaik ($P>0,01$) pada parameter tinggi batang semai, diameter batang semai, bobot kering akar, bobot kering pucuk, dan bobot kering total, serta berpengaruh nyata pada ($P>0,05$) pada parameter jumlah daun semai dan jumlah bintil akar.

Kata kunci: Fitoremediasi, Kaliandra merah, pupuk kandang sapi, dan rancangan acak lengkap.

PENDAHULUAN

Lingkungan berperan penting bagi kelangsungan makhluk hidup. Namun saat ini, banyak sekali ditemukan lingkungan yang rusak akibat ulah manusia. Permasalahan pada lingkungan yang sering terjadi saat ini meliputi pencemaran air, udara, tanah, dan lain-lain (Anjelita dkk., 2019). Kerusakan-kerusakan yang terjadi diantaranya diakibatkan oleh penggunaan herbisida, pestisida, limbah yang mengandung logam berat dan masih banyak yang lainnya. Salah satu permasalahan pada

lingkungan yang umum terjadi yaitu pencemaran tanah.

Pencemaran tanah merupakan suatu peristiwa masuknya benda asing ke dalam tanah serta melebihi batas normal sehingga dapat merusak tanah itu sendiri (Yuvaraj dan Mahendran, 2020). Penyebab pencemaran pada tanah yang bisa ditemukan dengan mudah yaitu diakibatkan oleh limbah oli. Limbah oli tergolong dalam bahan berbahaya dan beracun (B3). Limbah ini memiliki rantai hidrokarbon sehingga apabila dibuang ke lingkungan dalam kondisi yang belum diolah

terlebih dahulu maka akan menyebabkan kerusakan pada tanah dan lingkungan disekitarnya (Nindyapuspa dan Alfiah, 2018). Dampak yang diakibatkannya tidaklah ringan melainkan mampu menimbulkan kematian pada organisme di dalam tanah, produktivitas biota, keanekaragaman komunitas biologis, serta dapat menghalangi pasokan oksigen tanah (Adams dkk., 2017).

Dari permasalahan tersebut maka diperlukan langkah yang tepat untuk mengatasi tanah yang sudah tercemar. Salah satu metode yang bisa digunakan adalah fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan salah satu teknologi yang berhubungan dengan proses remediasi logam berat pada lingkungan yang tercemar dengan menggunakan tanaman sebagai indikator utama (Hidayati, 2013). Tanaman yang digunakan harus memiliki beberapa kriteria yaitu mampu mendetoksifikasi logam berat, memiliki akar dengan kemampuan memperluas diri, mampu dan tahan hidup pada kondisi yang tidak baik (Herlambang dan Suryati, 2018). Akan tetapi keberhasilan dari metode ini tidak hanya ditentukan oleh tanaman saja, melainkan juga dipengaruhi oleh kondisi iklim dan *tailing* (Borolla dkk., 2019).

Diantara beberapa jenis tanaman yang dapat digunakan untuk fitoremediasi adalah tanaman kaliandra merah (*Calliandra calothyrsus* Meissn.) dengan peranannya di lingkungan yaitu memproduksi seresah, pengontrol erosi serta sudah pernah dipergunakan untuk reklamasi area bekas tambang (Hatiningrum dkk., 2021). Menurut Maulidani dkk., (2019), tanaman kaliandra mempunyai daya tahan hidup yang baik pada tanah laterit, limestone dan *clay* di areal bekas tambang semen.

Untuk mendukung keberhasilan penelitian ini digunakan bahan organik yang mampu membantu mengurangi dampak negatif akibat cemaran limbah oli dengan menggunakan pupuk kandang sapi. Pupuk kandang sapi termasuk jenis pupuk organik yang sering diaplikasikan pada tanaman untuk memperbaiki keadaan tanah (Nahak dkk., 2018). Pupuk kandang sapi mampu membantu memperbaiki kondisi tanah baik itu secara fisik, kimia maupun biologi (Jagadeesha, dkk., 2019). Pengaplikasian pupuk tersebut mampu meningkatkan aktivitas biologis, daya serap air, menambah kandungan hara serta mengubah bahan organik menjadi senyawa yang bermanfaat pada tanah dan masih banyak lagi (Wenno dan Sinay, 2019).

Oleh karena itu, pemanfaatan pupuk kandang sapi untuk memperbaiki kondisi tanah merupakan salah satu cara yang tepat sebab sangat berbahaya jika limbah oli tersebut terakumulasi di dalam tanah

dan menimbulkan berbagai permasalahan pada lingkungan dan sekitarnya. Pengaplikasiannya dapat menimbulkan keseimbangan hara, perbaikan struktur fisik, kimia, dan pH pada tanah sehingga tanaman mampu melakukan proses metabolisme secara optimal (Kurniawan dkk., 2014). Penggunaan pupuk organik jauh lebih baik dibandingkan harus menggunakan pupuk kimia. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian mengenai fitoremediasi menggunakan tanaman kaliandra merah sebagai komponen utama terhadap tanah tercemar limbah oli dengan pemanfaatan limbah oli bekas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh terbaik pemberian pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan kaliandra merah pada tanah tercemar limbah oli bekas.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian lapangan dilaksanakan di rumah kaca Laboratorium Lapangan Terpadu, sedangkan uji laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah, Laboratorium Silvikultur dan Perlindungan Hutan Fakultas Pertanian serta di UPT Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi (LTSIT) Universitas Lampung

Metode Analisis

Analisis kadar kandungan timbal (Pb) dalam tanah tercemar limbah oli yaitu dengan teknik ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry*). Selain itu, C/N rasio pada pupuk kandang sapi menunjukkan nilai 17,63 sehingga sudah memenuhi standar SNI 19-7030-2004.

Prosedur Penelitian

Persiapan Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu benih kaliandra merah, media tanah, oli bekas, pupuk kandang sapi, *polybag* (10 cm x 20 cm), dan label. Alat yang digunakan yaitu skop, neraca analitik, *thermohygrometer*, *potrey*, ember, *spray*, oven, gunting, dan kamera.

Penyiapan media tanam

Media tanah menggunakan tanah *top soil* yang kemudian dibersihkan dari segala kotoran dan diayak hingga didapatkan tekstur tanah yang diinginkan serta didiamkan hingga kering udara. Setelah tanah menjadi kering udara, selanjutnya menyiapkan limbah oli sebanyak 2.700 mL yang akan diaplikasikan pada media seberat 45.000 g

sehingga 1 *polybag* berisi 1 kg tanah tercemar dan 60 mL limbah oli. Limbah oli dicampurkan dengan media tanah hingga menjadi homogen dan didiamkan kembali selama 1 minggu.

Perkecambahan dan Penyemaian Benih

Bibit yang digunakan yaitu kaliandra merah (*Calliandra chalthyrus* Messin.) Benih tersebut diseleksi dan dibersihkan dari segala kotoran yang menempel. Kemudian, benih tersebut dilakukan skarifikasi fisik dengan memotong bagian ujung benih menggunakan gunting, barulah benih di rendam dengan menggunakan air biasa selama 24 jam. Media untuk menyemai menggunakan media pasir yang telah disterilisasi menggunakan air panas terlebih dahulu. Setelah itu, benih yang sudah siap di taruh pada media pasir dalam *potrey*. Benih akan berkecambah 1 hingga 4 minggu setelah penaburan.

Penyapihan Semai

Semai yang dibutuhkan semai kaliandra merah disapih ke dalam *polybag* berukuran 10 cm x 20 cm segera saat tinggi mencapai 7 cm – 10 cm. Proses penyapihan ini dilakukan pada pagi hari. *Polybag-polybag* tersebut telah berisi media dengan perlakuan yang telah disesuaikan.

Pengaplikasian Perlakuan

Media tanam yang telah disiapkan atau telah bercampur dengan limbah oli sehingga menjadi homogen. Media tanam tersebut dicampurkan dengan pupuk kandang sapi sesuai dengan komposisi yang ada dan diaklimatisasi selama 1 minggu.

Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan dilakukan dengan menyiramkan air pada tanaman di pagi dan sore hari. Selain itu, dilakukan pembersihan gulma secara manual dan pengendalian hama jika diperlukan.

Parameter yang Diamati

Parameter pada penelitian ini yaitu tinggi batang semai, diameter batang semai, jumlah daun semai, bobot kering pucuk, bobot kering total, panjang akar, jumlah bintil akar, dan jumlah bintil akar

efektif. Tanaman mulai diamati ketika tinggi rata-rata mencapai 7 cm – 10 cm. Jumlah tanaman yang diamati 15 tanaman dengan setiap unit percobaan yaitu 1 bibit tanaman

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis variansnya dengan uji F. Kemudian hasil analisis yang menunjukkan pengaruh signifikan diuji lanjut dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 95% menggunakan SPSS versi 19.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil uji Anova terhadap pertumbuhan tanaman kaliandra pada tanah tercemar limbah oli dengan pengaplikasian pupuk kandang sapi menghasilkan pengaruh yang baik. Hal tersebut dapat dilihat pada (Tabel 1), hampir seluruh parameter pengamatan memberikan respon yang baik kecuali pada parameter jumlah bintil akar efektif yang menunjukkan tidak berpengaruh nyata baik di taraf 1% ataupun 5% (Tabel 1). Parameter pengamatan yang memberikan pengaruh sangat nyata berdasarkan data analisis yaitu pada parameter tinggi batang semai, diameter batang semai, bobot kering akar, bobot kering pucuk, bobot kering total, dan panjang akar. Sedangkan parameter yang menunjukkan hanya pengaruh nyata saja yaitu pada parameter jumlah daun semai dan jumlah bintil akar.

Uji Anova yang sudah diperoleh dilanjutkan dengan uji lanjut yaitu uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf 95% hanya pada parameter yang berpengaruh nyata saja. Uji lanjut digunakan untuk mengetahui pengaruh dari setiap perlakuan yang diberikan. Hasil uji DMRT taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan pupuk kandang sapi yang memberikan pengaruh terbaik terdapat pada dosis P₂ 200 g (Tabel 2). Hasil tersebut diperoleh pada seluruh parameter pengamatan. Di samping itu, pemberian dosis P₁ 100 g tetap memberikan pengaruh pada pertumbuhan tanaman kaliandra merah sedangkan untuk perlakuan P₀ kontrol menunjukkan respon terendah.

Tabel 1. Hasil analisis Anova seluruh parameter pengamatan pupuk kandang sapi

Parameter	F _{hitung}	F _{tabel}		Keterangan
		5%	1%	
Tinggi batang semai (cm)	12,228	3,259	5,248	**
Diameter batang semai (mm)	13,995	3,259	5,248	**
Jumlah daun semai (helai)	5,211	3,259	5,248	*
Bobot kering akar (g)	7,661	3,259	5,248	**
Bobot kering pucuk (g)	23,308	3,259	5,248	**
Bobot kering total (g)	21,082	3,259	5,248	**
Panjang akar (cm)	13,527	3,259	5,248	**

Parameter	F _{hitung}	F _{tabel}		Keterangan
		5%	1%	
Jumlah bintil akar (butir)	3,676	3,259	5,248	*
Jumlah bintil akar efektif (butir)	3,130	3,259	5,248	tn

Keterangan: ** : Berpengaruh nyata pada taraf 5%
* : Berpengaruh nyata pada taraf 1%
tn : Tidak berpengaruh nyata

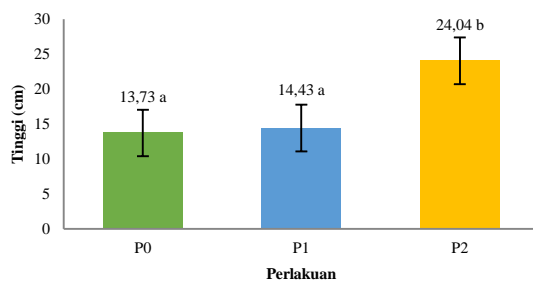
Tabel 2. Rekapitulasi hasil uji DMRT pupuk kandang sapi pada seluruh parameter pengamatan

Perlakuan	T	D	JD	BKA	BKP	BKT	PA	JBA
P ₀	13,73a	1,59a	7,53a	0,35a	1,87a	2,22a	15,82a	37,33a
P ₁	14,43a	1,83a	8,00a	0,54b	2,73b	3,27b	19,68a	50,00ab
P ₂	24,04b	2,51b	10,33b	0,71b	4,02c	4,73c	28,04b	58,27b
DMRT 5%	1,65	0,13	0,66	0,07	0,22	0,27	1,70	5,50

Keterangan : Nilai disetiap kolom jika diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5%. T (tinggi), D (diameter), JD (jumlah daun), BKA (bobot kering pucuk), BKP (bobot kering total), PA (panjang akar), JBA (jumlah bintil akar).

Tinggi Tanaman

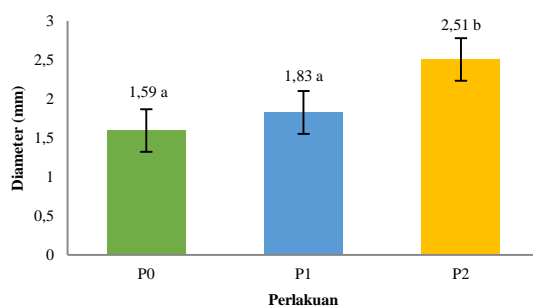
Hasil penelitian menunjukkan pemberian pupuk kandang sapi memberikan pengaruh sangat nyata ($P>0,01$) pada parameter tinggi tanaman. Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT (Gambar 1), tinggi tanaman kaliandra merah dengan dosis 200 g memiliki nilai 24,04 cm.



Gambar 1. Pengaruh dosis pupuk kandang sapi pada pertumbuhan tinggi

Diameter Tanaman

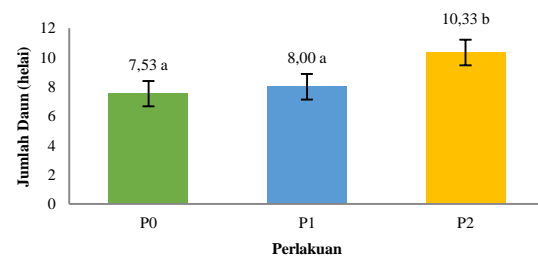
Hasil penelitian menunjukkan pengaruh sangat nyata ($P>0,01$) pada diameter tanaman. Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT (Gambar 2), diameter tanaman kaliandra merah memberikan pengaruh terbaik pada pemberian dosis 200 g memiliki nilai 2,51 mm.



Gambar 2. Pengaruh dosis pupuk kandang sapi pada pertumbuhan diameter

Jumlah Daun

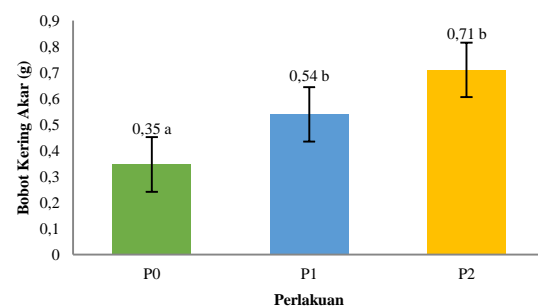
Hasil penelitian menunjukkan pemberian pupuk kandang sapi memberikan pengaruh nyata ($P>0,05$) pada parameter jumlah daun tanaman. Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT (Gambar 3), jumlah daun tanaman kaliandra merah dengan dosis 200 g memiliki nilai 10,33 helai.



Gambar 3. Pengaruh dosis pupuk kandang sapi pada pertumbuhan jumlah daun

Bobot Kering Akar

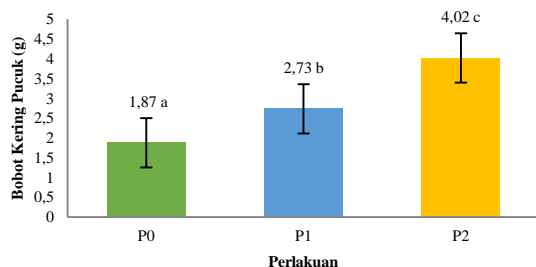
Hasil penelitian menunjukkan pemberian pupuk kandang sapi memberikan pengaruh nyata ($P>0,01$) pada parameter bobot kering akar tanaman. Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT (Gambar 4), bobot kering akar tanaman kaliandra merah dengan dosis 200 g memiliki nilai 0,71 g.



Gambar 4. Pengaruh pupuk kandang sapi pada bobot kering akar

Bobot Kering Pucuk

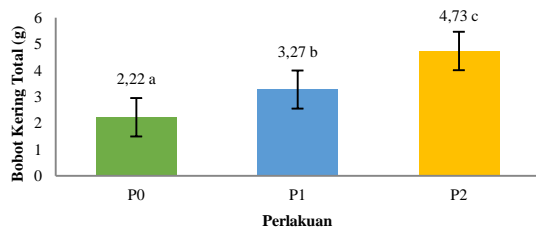
Hasil penelitian menunjukkan pemberian pupuk kandang sapi memberikan pengaruh nyata ($P>0,01$) pada parameter bobot kering pucuk tanaman. Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT (Gambar 7), bobot kering pucuk tanaman kaliandra merah dengan dosis 200 g memiliki nilai 4,02 g.



Gambar 5. Pengaruh pupuk kandang sapi pada bobot kering pucuk

Bobot Kering Total

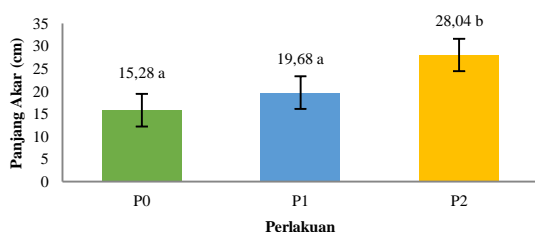
Hasil penelitian menunjukkan pemberian pupuk kandang sapi memberikan pengaruh nyata ($P>0,01$) pada parameter bobot kering total tanaman. Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT (Gambar 8), bobot kering total tanaman kaliandra merah dengan dosis 200 g memiliki nilai 4,73 g.



Gambar 6. Pengaruh pupuk kandang sapi pada bobot kering total

Panjang Akar

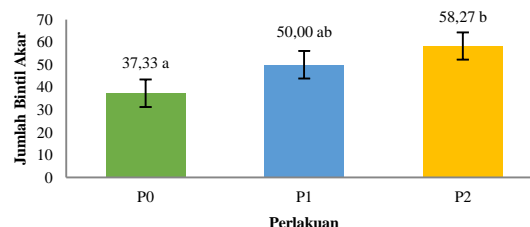
Hasil penelitian menunjukkan pemberian pupuk kandang sapi memberikan pengaruh nyata ($P>0,01$) pada parameter panjang akar tanaman. Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT (Gambar 9), panjang akar tanaman kaliandra merah dengan dosis 200 g memiliki nilai 28,04 g.



Gambar 7. Pengaruh pupuk kandang sapi pada panjang akar

Jumlah Bintil Akar

Hasil penelitian menunjukkan pemberian pupuk kandang sapi memberikan pengaruh nyata ($P>0,05$) pada parameter jumlah bintil akar tanaman. Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT (Gambar 10), dengan dosis 200 g memiliki nilai 58,27.



Gambar 8. Pengaruh pupuk kandang sapi pada jumlah bintil akar

Selanjutnya kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembapan juga diamati selama 12 minggu untuk mengetahui perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu (Tabel 3).

Tabel 3. Suhu dan Kelembapan rumah kaca

Minggu Ke-	Parameter	
	Suhu	Kelembapan
1	37,7	33,0
2	30,0	54,0
3	32,0	43,0
4	30,7	53,0
5	31,0	47,0
6	34,5	38,0
7	28,0	62,0
8	29,7	56,0
9	29,0	63,0
10	30,2	62,0
11	28,5	67,0
12	27,3	56,0
Rerata	30,7	52,8
Min	27,3	33,0
Maks	37,7	67,0

Pemberian pupuk kandang sapi dengan dosis 200 g mampu memberikan pertumbuhan yang sangat nyata pada tanaman kaliandra merah. Hal ini ditunjukkan dengan nilai rata-rata tinggi yang dihasilkan yaitu 24,04 cm. Salah satu unsur yang membantu dalam mempercepat pertumbuhan tinggi pada tanaman yaitu unsur N. Apabila unsur N mencukupi maka dapat memicu pembelahan sel khususnya di batang sehingga tanaman dapat tumbuh tinggi dengan baik (Yuliana, dkk., 2015).

Pemberian dosis 200 g juga memberikan pengaruh sangat nyata pada pertumbuhan diameter tanaman dengan nilai rata-rata 2,51 mm. Peran unsur-unsur yang terdapat di dalam pupuk kandang

sapi menjadi penunjang pertumbuhan yang terjadi. Unsur NPK memengaruhi perbesaran dinding sel tanaman. Tetapi tidak hanya itu saja, penyerapan dan translokasi air yang terjadi pada tanaman menjadi penyebab terjadi pertambahan diameter pada tanaman (Setiono & Azwarta, 2020).

Dosis 200 g memberikan respon berbeda nyata pada jumlah daun tanaman kaliandra merah dengan nilai rata-rata mencapai 10,33 helai. Berdasarkan hasil data pengamatan dapat disimpulkan bahwa jumlah daun dipengaruhi oleh tinggi tanaman. Tanaman yang mempunyai nilai tinggi pada parameter tinggi menghasilkan jumlah daun yang banyak. Begitu pun sebaliknya, tanaman yang mempunyai nilai rendah mempunyai jumlah daun yang sedikit. Fotosintat merupakan hasil dari proses fotosintesis yang artinya semakin banyak cahaya matahari yang diterima maka jumlah fotosintat yang dihasilkan banyak pula. Kegunaan fotosintat diantaranya untuk membentuk organ pada tanaman salah satunya adalah daun. Salah satu unsur yang ada dalam pupuk kandang sapi yaitu unsur K yang membantu menunjang tanaman dalam berfotosintesis agar berjalan dengan optimal (Setiono & Azwarta, 2020). Oleh sebab itu, jumlah daun bisa dipengaruhi oleh fotosintat.

Nilai bobot kering akan sejalan dengan bobot basah tanaman. Saat nilai bobot basah tanaman tinggi maka nilai bobot kering pun akan tinggi begitupun sebaliknya jika nilaiya rendah. Pemberian perlakuan dengan dosis 200 g memberikan hasil yang sangat nyata pada bobot kering akar dan pucuk dengan nilai rata-rata 0,71 g dan 4,71 g. Nilai bobot tanaman tidak terlepas dari pengaruh unsur hara yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman kaliandra merah.

Bobot kering total respon tanaman sangat nyata dengan pengaruh dosis 200 g dan nilai rata-ratanya yaitu 4,37 g. Nilai dari bobot ini dipengaruhi pula oleh sinar matahari yang berperan dalam proses fotosintesis yang dilakukan di daun. Senyawa-senyawa yang dihasilkan kemudian terkumpul menjadi bobot kering total (Yuda dkk., 2018). Kemudian pada panjang akar, pemberian pupuk kandang sapi berpengaruh sangat nyata dengan nilai rata-rata mencapai 28,04 cm. Sistem perakaran yang ada pada tanaman berkorelasi secara positif terhadap pertumbuhannya sehingga nilai panjang akar berkorelasi positif terhadap pertumbuhannya sehingga semakin panjang akar tersebut maka daya serap air dan unsur haranya semakin tinggi. Menurut Rahmawati dkk., (2018), banyak sedikitnya unsur hara yang diserap oleh tanaman dapat memicu pemanjangan akar pada bagian pucuk

sehingga terjadi peningkatan panjang akar. Semakin luas jangkauan akar maka tanaman menjadi lebih leluasa dalam mensuplai air dan unsur hara sebagai bentuk respon terhadap cekaman kekeringan (Mangansige dkk., 2018).

Pemberian dosis 200 g memberikan respon yang cukup baik pada jumlah bintil akar tanaman dengan nilai rata-ratanya mencapai 58,27 butir. Bintil akar yang terdapat pada semai tidak seluruhnya aktif sehingga perlu dibelah dahulu untuk mengetahui warna pada bintil akar tersebut. Menurut Howieson & Dilwort (2016), bintil akar dapat dikatakan aktif bila sudah berwarna merah muda atau terdapat leghemoglobin. Berdasarkan hasil penelitian banyaknya bintil akar pada pemberian dosis 200 g menunjukkan bahwa semakin banyak pula jumlah bakteri rhizobium yang ada sehingga penambahan N semakin tinggi (Ni'am & Bintari, 2017).

Selain pengaruh pemberian pupuk kandang sapi, suhu dan kelembapan ruang juga perlu diperhatikan sebab di tingkat tertentu dapat memicu stress pada tanaman. Suhu udara berpengaruh pada terjadinya proses respirasi, fotosintesis, dan lainnya. Suhu udara yang tepat untuk aktifitas tanaman yaitu berkisar antara 15°C -30°C (Nusantara dkk., 2021). Namun berdasarkan hasil penelitian suhu ruang kaca rata-rata mencapai 30,7 °C dengan suhu maksimalnya yaitu 37,7°C. Meskipun demikian, tanaman yang digunakan adalah kaliandra merah. Tanaman ini mampu hidup dengan kondisi terkena intensitas cahaya penuh sehingga suhu yang tinggi tidak berpengaruh pada daya dan kualitas hidupnya (Maulidani dkk., 2019). Sedangkan untuk kelembapan udaranya sendiri ada pada kisaran 33-67% dengan nilai rata-rata yaitu 52,8%. Kelembapan udara tetap tidak mempengaruhi pertumbuhan dari tanaman kaliandra merah karena dapat tumbuh di berbagai kondisi. Tanaman kaliandra mampu hidup dengan baik pada tanah tercemar limbah oli dengan menggunakan pupuk kandang sapi sebagai bahan organik pendukung pertumbuhan tanaman.

KESIMPULAN

Pupuk kandang sapi memberikan respon terbaik pada dosis 200 g yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kaliandra merah di tanah tercemar limbah oli bekas pada parameter tinggi batang semai, diameter batang semai, bobot kering akar, bobot kering pucuk, bobot kering total, panjang akar, jumlah daun semai dan jumlah bintil akar.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, F. V., Niyomugabo, A., and Sylvester, O. P. 2017. Bioremediation of crude oil contaminated soil using agricultural wastes. *Procedia Manufacturing*. 7: 459-464.
- Anjelita, M., Windarto, A. P., dan Hartama, D. 2019. Pemanfaatan datamining pada pengelompokan provinsi terhadap pencemaran lingkungan hidup. *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer)*. 3(1): 659-666.
- Borolla, S. M., Mariwy, A., dan Manuhuttu, J. 2019. Fitoremediasi tanah tercemar logam berat merkuri (Hg) menggunakan tumbuhan kersen (*Muntingia calabua* L.) dengan sistem reaktor. *Molluca Journal of Chemistry Education*. 9(2):78-89.
- Hatiningrum, W. R., Syahputra, R., Hilman, H. N., dan Yuniawati, I. 2021. Penelitian pendahuluan pengaruh diameter batang kaliandra terhadap prosentase perolehan bioethanol melalui proses separate hydrolysis and fermentation (SFH) secara kimia. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral*. 1(2):452-458.
- Herlambang, A. dan Suryati, T. 2018. Teknologi fitoremediasi untuk pemulihan lahan tercemar minyak. *Prosiding Seminar Nasional dan Konsultasi Teknologi Lingkungan*. (pp. 115-124).
- Hidayati, N. 2013. Mekanisme fisiologis tumbuhan hiperakumulator logam berat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 14(2): 72-82.
- Howieson, J. G., dan Dilworth, M. J. 2016. *Working with Rhizobia*. Australia Center of International Agricultural Research. Canberra.
- Jagadeesha N., Srinivasulu, G. B., Shet, R. M., Umesh, M. R., Kustagi, G., Ravikumar, B., Madhu, L., and Reddy, V. C. 2019. Effect of organic manures on physical, chemical and biological properties of soil and crop yield in finger millet-redgram intercropping system. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 8(5):1378-1386.
- Kurniawan, S., Bintoro, A., dan Riniarti, M. 2014. Pengaruh beberapa dosis pupuk dan beberapa media tumbuh terhadap pertumbuhan bibit jabon (*Anthocephalus cadamba*). *Jurnal Sylva Lestari*. 2(1): 31-40.
- Mangansige, C., Ai, N. S., dan Siahaan, P. 2018. Panjang dan volume akar tanaman padi lokal Sulawesi Utara saat kekeringan yang diinduksi dengan polietilen Glikol 8000. *Jurnal Mipa Unsrat Online*. 7(2): 12-15.
- Maulidani, A., Hatta, G. M., dan Arifin, Y. F. 2019. Studi daya dan kualitas hidup kaliandra merah (*Calliandra calothyrsus*) pada tiga jenis tanah di areal reklamasi bekas penambangan semen. *Jurnal Sylva Scientiae*. 2(3):540-547.
- Nahak, A., Suarta, M., dan Mudra, N. L. K. S. 2018. Pengaruh pemberian pupuk SP-36 dan pupuk kandang kelinci terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae var acephala*). *Gema Agro*. 23(2):146-150.
- Ni'am, A. M., dan Bintari, S. H. 2017. Pengaruh pemberian inokulan legin dan mulsa terhadap bakteri bintil akar dan pertumbuhan tanaman kedelai varietas grobogan. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*. 40(2): 80-86.
- Nindyapuspa, A., dan Alfiah, T. 2018. Penurunan kadar Cu dalam proses solidifikasi limbah oli bekas 15% menggunakan semen portland dan bentonit. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*. (pp. 303-308).
- Nusantara, E. V., Arsiansah, I., dan Bafdal, N. 2021. Desain sistem otomatisasi pengendalian suhu rumah kaca berbasis web pada budidaya tanaman tomat. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 9:1: 34-42.
- Rahmawati, I. D., Purwani, K. I., dan Muhibuddin, A. 2018. Pengaruh konsentrasi pupuk P terhadap tinggi dan panjang akar *Tagetes erecta* L. (marigold) terinfeksi mikoriza yang ditanam secara hidroponik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 7(2): 2337-3520.
- Rochmani, R. 2015. Perlindungan hak atas lingkungan hidup yang baik dan sehat di era globalisasi. *Masalah-Masalah Hukum*. 44(1): 18-25.
- Setiono dan Azwarta. 2020. Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* L.). *Jurnal Sains Agro*. 5(2): 1-8.
- Wenno, S. J. dan Sinay, H. 2019. Kadar klorofil daun pakcoy (*Brassica chinensis* L.) setelah perlakuan pupuk kandang dan ampas tahu sebagai bahan ajar mata kuliah fisiologi tumbuhan. *Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan*. 5(2):130-139.
- Yuda, A. I., Purnamasari, R. T., dan Pratiwi, S. H. 2018. Efek pemangkasan pucuk bibit dan dosis nitrogen terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman cabai kriting (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*. 2(2): 16-22.
- Yuliana, Rahmadani, E., dan Permanasari, I. 2015. Aplikasi pupuk kandang sapi dan ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jahe

- (*Zingiber officinale* Rosc.) di media gambut. *Jurnal Agroteknologi*. 5(2): 37-42.
- Yuvaraj, M., dan Mahendran, P. P. 2020. Soil pollution causes and mitigation measures. *Biotica Research Today*. 2(7): 550-552.
- Wijayanto, N dan Prasetyo, A. 2021. Vegetasi, Komposisi, dan Serapan Karbon Pekarangan di Desa Duyung, Kecamatan Trawas, Kabupaten Mojokerto. *Jurnal Silviculture Tropika*, 12(3), 144–150.