

PERTUMBUHAN SEMAI SALAM (*Syzygium polyanthum*) TERHADAP PEMBERIAN PUPUK KANDANG SAPI DAN ARANG SEKAM PADA TANAH TERCEMAR OLI BEKAS

Growth of Salam (*Syzygium polyanthum*) to the Application of Cow Manure and Husk Charcoal on Used Oil Contaminated Soil

Basuki Wasis^{1*} dan Deni Prihanto¹

(Diterima 7 Februari 2023 / Disetujui 10 April 2023)

ABSTRACT

*Salam plant (*Syzygium polyanthum*) can grow in marginal soils, such as soil contaminated with used oil. The planting of salam with the application of cow manure and husk charcoal is expected to reduce the bad impact of used engine oil pollution. This study aims to analyze the response to the growth of salam and to obtain information on the optimal dose to increase the growth of salam to the application of cow manure and husk charcoal on soil contaminated used engine oil with a concentration of 60 ml/1 kg of soil. The study used a factorial completely randomized design with two factors and soil analysis test. The result showed that the application of cow manure and its interaction with husk charcoal significantly affected the root shoot ratio (NPA) parameter. The combination of 60 grams of cow manure and 60 grams husk charcoal had the best NPA value of 3,11. The high growth of salam tended to be optimal in the K4A0 treatment (dose of 120 gram of cow manure and 0 gram of husk charcoal). The application of treatment can reduce the Al, Zn, and Mn content in the contaminated with used engine oil.*

*Keywords: cow manure, husk charcoal, root shoot ratio, *Syzygium polyanthum*, used engine oil*

ABSTRAK

Tanaman salam (*Syzygium polyanthum*) dapat tumbuh di tanah marginal, seperti tanah tercemar oli bekas. Penanaman semai salam dengan pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam diharapkan mampu mengurangi dampak buruk pencemaran oli bekas. Penelitian ini bertujuan menganalisis respon pertumbuhan semai salam dan mendapatkan informasi dosis optimal untuk meningkatkan pertumbuhan semai salam terhadap pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam pada tanah tercemar oli bekas dengan konsentrasi 60 ml/1 kg tanah. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan dua faktor dan uji analisis tanah. Hasil penelitian menunjukkan pemberian pupuk kandang sapi dan interaksinya dengan arang sekam berpengaruh nyata terhadap parameter nisbah pucuk akar (NPA). Pemberian kombinasi 60 gram pupuk kandang sapi dan 60 gram arang sekam memiliki nilai NPA terbaik sebesar 3,11. Pertumbuhan tinggi semai salam cenderung optimal pada perlakuan K4A0 (dosis 120 gram pupuk kandang sapi dan 0 gram arang sekam). Pemberian perlakuan mampu menurunkan kandungan Al, Zn, dan Mn pada tanah tercemar oli bekas.

Kata kunci: arang sekam, nisbah pucuk akar, oli bekas, pupuk kandang sapi, *Syzygium polyanthum*

¹ Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University
Jl. Ulin Kampus IPB, Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16680

* Penulis korespondensi:
e-mail: basuki_wasis@yahoo.com

PENDAHULUAN

Tanaman salam (*Syzygium polyanthum*) merupakan tanaman dari famili Myrtaceae yang dapat ditemukan di berbagai daerah Indonesia dengan berbagai sebutan seperti daun salam, manting, meselengan, dan ubar serai. Tanaman salam oleh masyarakat digunakan untuk rempah-rempah, obat dan penyedap masakan. Ekstrak daun salam mengandung metabolit sekunder yang bermanfaat untuk pengobatan, seperti penyakit kandidiasis (Kusuma *et al.* 2019). *S. polyanthum* dalam aspek ekologi memiliki kemampuan hidup di tanah marginal. Hasil penelitian Adam *et al.* (2020) *S. polyanthum* memiliki performa pertumbuhan yang baik pada lahan bekas pertambangan batu bara di Kalimantan Timur, sehingga dapat menjadi rekomendasi tanaman untuk revegetasi maupun rehabilitasi di lahan bekas tambang. Selain itu, tanaman salam juga mampu hidup dengan baik di lahan bekas pertambangan kapur (Putri *et al.* 2019).

Pelumas oli merupakan larutan kental yang digunakan sebagai pelicin, pendingin, dan pembersih kotoran di dalam mesin. Penggunaan oli semakin meningkat sebagai akibat intensifikasi pembangunan di bidang industri maupun transportasi. Menurut Prasaji *et al.* (2013) kebutuhan oli sebagai pelumas mencapai 5.994.956 kiloliter per tahun. Peningkatan penggunaan oli akan berdampak pada limbah oli bekas yang dihasilkan. Oli bekas mengandung sejumlah besar senyawa hidrokarbon, termasuk hidrokarbon aromatik dan polisiklik yang berbahaya. Menurut Okonkhua *et al.* (2007) kandungan logam berat pada oli bekas dapat berdampak negatif pada sifat tanah, seperti pengurangan pergantian kation, kematian fauna tanah, dan mempengaruhi penyerapan unsur hara tanah oleh tanaman. Oli bekas termasuk limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999.

Pengurangan pencemaran oli bekas pada suatu lahan dapat dilakukan menggunakan mikroorganisme tanah. Bioremediasi merupakan metode yang digunakan untuk mengurai limbah organik atau anorganik sebagai kontaminan secara biologi. Terdapat empat teknik dasar yang digunakan dalam bioremediasi, yaitu penambahan nutrient, regulasi reaksi redoks, dan optimasi pH untuk menstimulasi aktivitas mikroorganisme; inokulasi mikroorganisme secara langsung pada tanah tercemar; penerapan *immobilized enzymes*; dan melibatkan asosiasi tanaman dan mikroorganisme dalam mengurangi kontaminan (Suryani 2011). Menurut Susanti dan Trinanda (2017) mikroorganisme golongan bakteri berperan sebagai bioremediasi dalam mereduksi hidrokarbon secara efektif, efisien, bersifat tidak destruktif, dan ramah lingkungan. Bakteri hidrokarbonoklastik mampu menghasilkan enzim hidroksilase yaitu enzim pengoksidasi hidrokarbon sehingga mampu mengurangi rantai hidrokarbon (Charlena 2010).

Kemampuan dan ketahanan hidup tanaman salam (*Syzygium polyanthum*) di berbagai jenis tanah marginal perlu dipertimbangkan. Kemampuan pertumbuhan tanaman salam di lahan tercemar oli bekas perlu ditambahkan pupuk kandang sapi dan arang sekam agar

dapat mereduksi kontaminan secara optimal. Menurut Naimnule (2016) pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam dengan dosis tertentu dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman, memperbaiki daya serap air pada tanah, meningkatkan porositas, mengurangi penyebaran hama dan penyakit, serta meningkatkan kapasitas tukar kation. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya adaptabilitas tanaman salam dan pengaruh penambahan pupuk kandang sapi dan arang sekam dengan dosis tertentu pada tanah tercemar oli bekas.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari hingga Juni 2020 di rumah kaca bagian Silviculture dan Laboratorium Pengaruh Hutan, Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB. Pengambilan media tanah berlokasi di belakang *Teaching Laboratory*, Kampus IPB Dramaga. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi cangkul, karung, tali rafia, timbangan analog dan digital, plastik berukuran 2 kg, jerigen, sarung tangan lateks, masker, spidol permanen, *polybag* berukuran 20 cm x 20 cm, kaliper digital, pengaris 60 cm, alat penyiraman, oven, map kertas, gunting, alat tulis, *tallysheet*, kamera, label, pipet, gelas ukur, gelas erlenmeyer, botol film, toples plastik kedap udara, kalkulator, buret digital, *Microsoft office*, dan *SAS University*. Bahan yang digunakan, meliputi semai tanaman salam berumur ± 3 bulan, oli bekas, tanah, pupuk kandang sapi, arang sekam, *aquades*, pestisida, larutan KOH 0,1 N, HCL 0,1 N, *metil orange*, dan indikator *fenolftalein* (PP).

Prosedur Kerja

Persiapan

Persiapan penelitian meliputi pemilihan semai tanaman salam, pengambilan tanah, serta penyiapan peralatan dan bahan yang digunakan. Pengambilan semai dilakukan di Persemaian IPB Dramaga. Semai yang digunakan adalah tanaman salam berumur ± 3 bulan. Semai salam yang dipilih memiliki rata-rata tinggi dan diameter sebesar 25 cm dan 0,3 cm, semai sehat, dan terbebas dari hama penyakit. Sortir semai tanaman salam dilakukan pada waktu pagi dan sore hari.

Pengambilan tanah sebagai media tanam berlokasi di belakang *Teaching Lab*, IPB Dramaga. Sebelum pengambilan tanah, dilakukan pembersihan tanah dari serasah dan batu. Setelah itu, tanah dicangkul pada bagian *top soil* (maksimal kedalaman 20 cm) kemudian tanah disaring kembali agar terpisahkan dengan bebatuan kecil,

lalu ditimbang sebanyak 1 kg, dan dimasukkan ke dalam plastik berukuran 2 kg. Tahapan berikutnya mencampurkan tanah tersebut dengan oli bekas sebanyak 60 ml/1 kg tanah.

Perlakuan media tanah dengan oli bekas diaklimatisasi/didiamkan selama 7 hari dalam keadaan kering udara. Tujuan aklimatisasi agar penyerapan dan pencampuran tanah dengan oli bekas dapat optimal. Hasil tanah aklimatisasi tersebut, kemudian dicampurkan dengan perlakuan pupuk kandang sapi dan arang sekam sesuai dosis yang telah ditentukan. Penyiapan alat dan bahan dilakukan secara berkala sejak dimulainya penelitian.

Penyapihan

Penyapihan semai salam dilakukan dengan memindahkan semai ke *polybag* berukuran 20 cm x 20 cm yang telah berisi media tanam perlakuan. Pemindahan semai dengan mengikutsertakan tanah pada *polybag* awal untuk mengurangi stres tanaman. Pengurangan penguapan semai yang berlebihan, penyapihan dilakukan pada waktu pagi dan sore hari.

Pemeliharaan

Semai salam yang telah disapih ditempatkan di dalam rumah kaca Silvikultur. Pemeliharaan meliputi penyiraman, penyiangan, dan penyemprotan pestisida. Penyiraman dilakukan pada pagi dan sore hari atau melihat kondisi media tanam. Penyiangan dilakukan dengan membersihkan tanaman dari gulma. Penyemprotan pestisida dilakukan untuk mengurangi kematian tanaman akibat hama penyakit. Penyemprotan pestisida dilakukan sesuai intensitas serangan hama penyakit dengan mempertimbangkan kondisi tanaman (*optional*).

Pengamatan dan Pengambilan Data

Pengamatan pada penelitian ini dilakukan selama 15 minggu, terhitung sejak hari pertama penyapihan. Pengambilan data pada beberapa parameter, yaitu tinggi semai, diameter semai, berat basah total, berat kering total, panjang akar, nisbah pucuk akar, uji respirasi tanah, dan analisis tanah.

Tinggi semai. Pengambilan data tinggi semai dilakukan setiap satu minggu sekali selama 15 minggu pengamatan. Tinggi semai diukur pada 1 cm dari permukaan tanah hingga titik tumbuh pucuk apikal menggunakan penggaris 60 cm.

Diameter semai. Pengambilan data diameter semai dilakukan setiap satu minggu sekali selama 15 minggu pengamatan. Diameter semai diukur pada bagian batang yang telah ditandai dengan jarak 5 cm dari permukaan tanah menggunakan kaliper digital.

Berat Basah Total. Pengambilan data berat basah total dilakukan pada akhir pengamatan. Pengukuran dilakukan dengan cara memanen dan memisahkan antara bagian pucuk (daun dan batang) dan akar. Masing-masing bagian

ditimbang dengan timbangan digital. Berat basah total didapatkan dengan menjumlahkan berat basah bagian akar dan pucuk.

Berat Kering Total. Pengambilan data berat kering total dilakukan setelah bagian tanaman pucuk (daun dan batang) dan akar di oven pada suhu 80°C selama 24 jam. Setelah itu, masing-masing bagian ditimbang dengan timbangan digital. Berat kering total merupakan penjumlahan dari berat kering pucuk dengan berat kering akar.

Panjang Akar. Pengambilan data panjang akar dilakukan pada akhir pengamatan dengan menggunakan penggaris. Pengukuran panjang akar dimulai dari leher akar hingga ujung akar.

Nisbah Pucuk Akar (NPA). NPA dihitung berdasarkan nilai perbandingan berat kering total pucuk dengan akar.

Respirasi Tanah. Pengujian respirasi media tanah dilakukan pada akhir pengamatan dengan metode toples.

Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari dua faktor percobaan. Faktor pertama, yaitu pupuk kandang sapi terdiri atas 5 taraf yaitu K0 = 0 g (pupuk kandang sapi) + 1000 g (media tanah tercemar oli bekas), K1 = 30 g (pupuk kandang sapi) + 1000 g (media tanah tercemar oli bekas), K2 = 60 g (pupuk kandang sapi) + 1000 g (media tanah tercemar oli bekas), K3 = 90 g (pupuk kandang sapi) + 1000 g (media tanah tercemar oli bekas), K4 = 120 g (pupuk kandang sapi) + 1000 g (media tanah tercemar oli bekas). Faktor kedua, yaitu arang sekam yang terdiri atas 4 tara yaitu A0 = 0 g (arang sekam) + 1000 g (media tanah tercemar oli bekas), A1 = 20 g (arang sekam) + 1000 g (media tanah tercemar oli bekas), A2 = 40 g (arang sekam) + 1000 g (media tanah tercemar oli bekas) dan A3 = 60 g (arang sekam) + 1000 g (media tanah tercemar oli bekas). Setiap perlakuan dilakukan ulangan adalah sebanyak 3 kali (3 individu) jenis sengan sehingga dalam percobaan dibutuhkan 48 semai sengan

Analisis Data

Data yang diperoleh berdasarkan pengamatan dan pengukuran dianalisis dengan menggunakan model linier:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ijk}$$

Dimana:

Y_{ijk} = nilai atau respons dari pengamatan pada faktor pupuk kandang taraf ke- i , faktor arang sekam taraf ke- j dan ulangan ke- k

μ = nilai rata-rata umum

α_i = pengaruh perlakuan pupuk kandang ke- i

β_j = pengaruh perlakuan arang sekam ke- j

$(\alpha\beta)_{ij}$ = pengaruh interaksi faktor pupuk kandang pada taraf ke- i dengan faktor arang sekam

E_{ijk} = pengaruh acak faktor pupuk kandang pada taraf ke- i dengan faktor arang sekam pada taraf ke- j dan ulangan ke- k

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan, dilakukan sidik ragam dengan uji F. Data diolah dengan menggunakan SPSS jika:

- Nilai P-value < 0.05 (α) maka perlakuan berpengaruh nyata. Lalu dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test*.
- Nilai P-value > 0.05 (α) maka perlakuan tidak berpengaruh nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter pertumbuhan tanaman yang diamati meliputi tinggi, diameter, berat basah total, berat kering total, panjang akar, dan nisbah pucuk akar. Selain itu, dilakukan pengukuran jumlah CO₂ dan analisis tanah pada sebelum dan sesudah panen sebagai data pendukung. Hasil pengukuran respons pertumbuhan semai salam terhadap pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam berdasarkan hasil sidik ragam dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil sidik ragam pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang sapi dan interaksi pupuk kandang sapi dengan arang sekam pada parameter nisbah pucuk akar berpengaruh nyata. Pemberian arang sekam pada parameter nisbah pucuk akar tidak berpengaruh nyata. Sementara itu, pemberian pupuk kandang sapi, arang sekam, dan interaksinya tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap parameter tinggi, diameter, berat basah total, berat kering total, panjang akar, dan respirasi tanah (jumlah CO₂). Parameter tersebut yang tidak menunjukkan pengaruh nyata tetap memiliki kecenderungan yang beragam terhadap pertumbuhan semai salam. Selang kepercayaan sebesar 95% digunakan untuk menduga pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diukur namun tetap memberikan persentase 5% sebagai kesalahan atau bias pada penelitian ini.

Pertumbuhan Tinggi Semai Salam

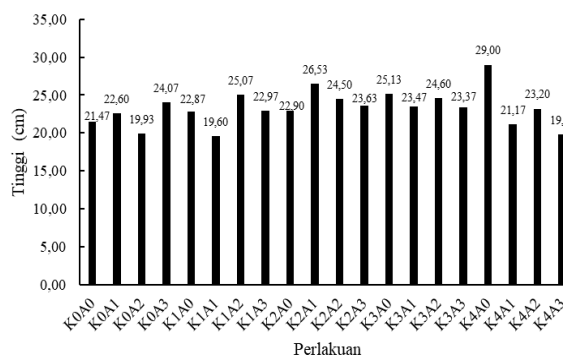
Pertumbuhan tanaman dapat diketahui dengan mengukur tinggi tanaman. Tinggi tanaman merupakan salah satu indikator pertumbuhan sebagai hasil peningkatan pembelahan sel-sel yang terus meningkat (Harjanti *et al.* 2014). Menurut Darmawan dan Baharsjah (2010) pertumbuhan tinggi menunjukkan pertumbuhan primer tanaman karena terjadi pembelahan sel meristematik aktif

pada ujung pucuk dan akar. Menurut Pakpahan *et al.* (2015) terdapat tiga proses pertambahan tinggi tanaman, yaitu pembelahan sel, peningkatan jumlah sel, dan pembesaran ukuran sel yang membutuhkan sintesis protein dengan bahan baku berasal dari lingkungan.

Berdasarkan hasil sidik ragam pada Tabel 1, pemberian pupuk kandang sapi, arang sekam, dan interaksi keduanya tidak memberikan pengaruh nyata pada parameter tinggi.

Kecenderungan pertambahan total tinggi semai salam ditunjukkan pada Gambar 1. Pertambahan total tinggi merupakan hasil pengurangan tinggi pada akhir dengan awal pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam cenderung dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi semai salam pada tanah tercemar oli bekas. Perlakuan pertambahan total tinggi terendah dan tertinggi secara berurutan adalah K1A1 (19,60 cm) dan K4A0 (29,00 cm). Hasil tersebut menunjukkan perlakuan K4A0 (120 gram pupuk kandang sapi dan 0 gram arang sekam) memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap pertumbuhan tinggi semai salam dibandingkan pemberian perlakuan K1A1 (30 gram pupuk kandang sapi dan 20 gram arang sekam).

Menurut Kamaludin (2018), pemberian dosis pupuk organik, seperti pupuk kandang sapi yang terlalu rendah dapat menyebabkan pertambahan tinggi tanaman lebih lambat, sedangkan pemberian pupuk organik yang lebih tinggi tidak menimbulkan efek merugikan, karena tanaman dapat menyesuaikan kebutuhan pemenuhan unsur hara dan dimanfaatkan secara bertahap sebagai media tanam.



Gambar 1 Kecenderungan pertambahan total tinggi semai salam

Tabel 1 Rekapitulasi hasil sidik ragam pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam terhadap pertumbuhan semai salam

Parameter	Perlakuan		
	Pupuk kandang sapi	Arang sekam	Pupuk kandang sapi X Arang sekam
Tinggi	0,6331 ^{tn}	0,7231 ^{tn}	0,4575 ^{tn}
Diameter	0,1142 ^{tn}	0,7207 ^{tn}	0,9942 ^{tn}
Berat basah total	0,1786 ^{tn}	0,2533 ^{tn}	0,1333 ^{tn}
Berat kering total	0,1107 ^{tn}	0,0634 ^{tn}	0,1581 ^{tn}
Panjang akar	0,0514 ^{tn}	0,0711 ^{tn}	0,7168 ^{tn}
Nisbah pucuk akar	0,0010*	0,0661 ^{tn}	0,0129*
Respirasi tanah	0,2534 ^{tn}	0,9318 ^{tn}	0,2475 ^{tn}

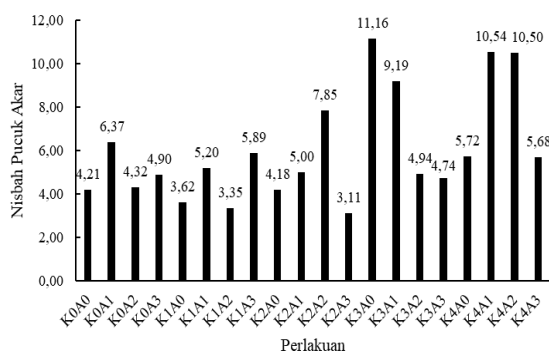
Keterangan: Angka-angka dalam tabel adalah nilai signifikan. * = perlakuan berpengaruh nyata pada selang kepercayaan 95% dengan nilai signifikan (*P-value*) < 0,05 (α). tn = perlakuan tidak berpengaruh nyata pada selang kepercayaan 95% dengan nilai signifikan (*P-value*) > 0,05 (α).

Berbeda halnya dengan penggunaan pupuk kimia yang dapat meningkatkan racun bagi tanaman dan pencemaran lingkungan seiring dengan peningkatan dosisnya. Laju pertumbuhan tanaman meningkat seiring peningkatan input unsur hara. Ketersediaan unsur hara pupuk kandang sapi dan arang sekam cenderung berpengaruh terhadap pertambahan tinggi tanaman.

Pupuk kandang sapi mengandung hara makro Nitrogen (N), Fosfat (P), dan Kalium (K) serta unsur mikro, seperti Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), dan Mangan (Mn) (Prakasa *et al.* 2020). Unsur hara yang mendominasi pupuk kandang sapi adalah unsur N sekitar 0,88%-2,33% dari total hara (Andayani dan La Sarido 2013). Tingginya nitrogen pada pupuk kandang sapi menunjukkan kandungan bahan organik pada kotoran sapi. Unsur N berkaitan erat dengan pertambahan tinggi tanaman karena nitrogen berperan dalam pembentukan klorofil untuk proses fotosintesis, pembentukan protein, protoplasma, dan asam-asam nukleat (Fahmi *et al.* 2010). Pemberian arang sekam berperan dalam pertumbuhan tinggi tanaman. Karakteristik arang sekam yang remah dapat memperbaiki sifat fisik tanah, yaitu porositas. Peningkatan porositas yang cukup dapat meningkatkan pertumbuhan akar sehingga penyerapan unsur hara dan mineral dapat optimal (Ciptaningtyas dan Suhardianto 2016).

Nisbah Pucuk Akar Semai Salam

Hasil uji Duncan pengaruh pemberian pupuk kandang sapi terhadap nisbah pucuk akar semai salam dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan K4 (120 gram pupuk kandang) memiliki nisbah pucuk akar sebesar 8,1100 dengan persentase peningkatan sebesar 63,89%. Pemberian 30 gram pupuk kandang sapi



Gambar 2 Rata-rata nisbah pucuk akar (NPA) pada berbagai dosis perlakuan pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam

Tabel 2 Hasil uji Duncan pengaruh pupuk kandang sapi terhadap nisbah pucuk akar semai salam

Perlakuan	Nisbah pucuk akar	%Peningkatan
K4	8,1100 ^a	63,89
K3	7,5100 ^a	51,77
K2	5,0375 ^b	1,80
K0	4,9483 ^b	0,00
K1	4,5142 ^b	-8,77

(perlakuan K1) memberikan pengaruh nisbah pucuk akar sebesar 4,5142 dengan pengurangan persentase sebesar 8,77%. Pemberian pupuk kandang sebanyak 120 gram tidak berbeda nyata dengan pemberian pupuk kandang sebanyak 90 gram (K3). Perlakuan K3 dan K4 memberikan perbedaan yang nyata dengan perlakuan K0 (0 gram), K1 (30 gram), dan K2 (60 gram). Nisbah pucuk akar (NPA) merupakan salah satu parameter penting dalam pertumbuhan yang menggambarkan perbandingan antara nilai biomassa pucuk dan biomassa akar tanaman. NPA menunjukkan kemampuan tanaman terhadap penyerapan air oleh akar untuk mendukung proses transpirasi dan luasan fotosintesis pada bagian pucuk tanaman.

Hasil uji Duncan pengaruh interaksi antara pupuk kandang sapi dengan arang sekam dapat dilihat pada Tabel 3. Perlakuan K3A0 (90 gram pupuk kandang sapi dan 0 gram arang sekam) memberikan peningkatan persentase nisbah pucuk akar sebesar 165,37% dengan nilai NPA 11,1633. Sementara itu, perlakuan K2A3 (60 gram pupuk kandang sapi dan 60 gram arang sekam) memiliki penurunan persentase sebesar 25,99% dengan nilai NPA sebesar 3,1133 dan menunjukkan sebagai perlakuan terbaik karena paling mendekati nilai ideal NPA, yaitu 1 sampai 3 (Wulandari dan Julian 2013). Tanaman dengan NPA yang seimbang atau bernilai 1 lebih baik dan telah siap ditanam dilapang. Supriyanto dan Fiona (2010) menyatakan bahwa nilai nisbah pucuk akar mendekati nilai 1 mengindikasikan ketahanan dan pertumbuhan tanaman yang baik dalam hal penyerapan hara dan mineral.

Rata-rata nisbah pucuk akar pada berbagai dosis perlakuan pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan K3A0 (90 gram pupuk kandang sapi dan 0 gram arang sekam) menunjukkan nilai NPA terbesar, yaitu 11,16. Perlakuan K2A3 (60 gram pupuk kandang sapi dan 60 gram arang sekam) memiliki nilai NPA terendah sebesar

Tabel 3 Hasil uji Duncan pengaruh interaksi antara pupuk kandang sapi dan arang sekam terhadap nisbah pucuk akar semai salam

Perlakuan	Nisbah pucuk akar	%Peningkatan
K3A0	11,1633 ^a	165,37
K4A1	10,5433 ^{ab}	150,63
K4A2	10,4933 ^{ab}	149,44
K3A1	9,1967 ^{abc}	118,62
K2A2	7,8500 ^{abcd}	86,61
K0A1	6,3700 ^{bcd}	51,43
K1A3	5,8867 ^{cd}	39,94
K4A0	5,7200 ^{ed}	35,97
K4A3	5,6833 ^{cd}	35,10
K1A1	5,2033 ^{cd}	23,69
K2A1	5,0067 ^{cd}	19,02
K3A2	4,9400 ^{ed}	17,43
K0A3	4,9000 ^{ed}	16,48
K3A3	4,7400 ^{ed}	12,68
K0A2	4,3167 ^d	2,61
K0A0	4,2067 ^d	0,00
K2A0	4,1800 ^d	-0,63
K1A0	3,6167 ^d	-14,03
K1A2	3,3500 ^d	-20,37
K2A3	3,1133 ^d	-25,99

3,11. Pupuk kandang sapi dan arang sekam mampu memberikan nutrisi hara dan mineral untuk pertumbuhan tanaman. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai NPA yang beragam. Menurut Santosa *et al.* (2013) ketersediaan hara yang optimal mampu mendukung pertumbuhan tanaman, melalui proses fotosintesis dan transpirasi sehingga akumulasi biomassa pada bagian pucuk yang menyebabkan nilai nisbah pucuk akar besar. Selain ketersediaan hara, ukuran *polybag* diduga dapat mempengaruhi NPA. Hasil penelitian Bui *et al.* (2015) menunjukkan bahwa nilai NPA terendah berada pada ukuran *polybag* yang luas akibat pertumbuhan perakaran optimal.

Nisbah pucuk akar bernilai rendah menunjukkan perkembangan akar optimal yang ditandai dengan tingginya peningkatan biomassa akar. Menurut Sainju *et al.* (2017) tanaman yang mengalami defisiensi hara dan mineral akan meningkatkan pertumbuhan akar untuk memperoleh air di bagian dalam media tanam sehingga menghasilkan nilai nisbah pucuk akar yang rendah. Kesmayanti dan Purwanto (2017) menyatakan bahwa tanaman yang mengalami defisiensi hara akan meningkatkan adaptasi morfologi perakaran, meliputi pemanjangan akar dan perluasan distribusi akar untuk peningkatan bidang serapan hara dan mineral. Selain itu, tanaman yang berada pada cekaman hara akan meningkatkan senyawa organik untuk mereduksi hambatan serapan hara. Ketersediaan limbah oli bekas pada media tanam kurang menghambat penyerapan hara oleh akar sehingga hasil fotosintat ditranslokasikan ke bagian pucuk dan menyebabkan nilai NPA tinggi.

Hasil Analisis Tanah

Perubahan sifat tanah tercemar oli bekas sebelum dan setelah ditambahkan pupuk kandang sapi dan arang sekam dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan hasil analisis, terdapat perubahan tingkat derajat kemasaman (pH), yaitu

pada tanah tercemar oli sebesar 4,34 (sangat masam), setelah diberi perlakuan menjadi 5,67 (agak masam). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam mampu meningkatkan nilai pH, meskipun belum netral atau menjadi alkali. Menurut Lestari dan Muryanto (2018) bahan organik yang telah terdekomposisi dan termineralisasi pada pupuk kandang sapi akan melepaskan mineralnya berupa kation-kation basa dan meningkatkan nilai pH.

Media tanam yang tercemar oli bekas dapat mengubah sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Menurut Kayode *et al.* (2009) pencemaran oli bekas di tanah mampu menghambat ruang pori tanah yang menyebabkan daya pegang air tanah menjadi menurun, terjadi peningkatan bobot isi, aerasi, dan drainase terhambat. Hal tersebut akan mengakibatkan kondisi tanah menjadi anaerobik dan marginal.

Hasil perubahan pH tanah tidak menjadi basa dikarenakan penambahan pupuk kandang sapi hanya dilakukan secara pasif, yaitu ditambahkan pada saat awal penanaman. Selain itu dosis pemberian pupuk kandang sapi mempengaruhi pH tanah. Mayendra *et al.* (2019) menyatakan bahwa penambahan arang sekam padi dan peningkatan dosis pupuk kandang sapi dapat meningkatkan nilai pH tanah karena menyediakan ion OH⁻ sehingga mampu mengikat kation-kation dan ion H⁺. pH tanah dapat menjadi salah satu indikator pencemaran tanah maupun keracunan Al dan Fe. Unsur Al dan Fe seperti pada oli bekas memiliki kelarutan yang tinggi pada tanah masam dan menyebabkan ketersediaan hara menurun. Tanah masam (<5,5) akan meningkatkan daerah pertukaran kation yang semakin meningkat untuk dijenuhi Al, terutama akan menggantikan kation polivalen (Ca²⁺ dan Mg²⁺). Hal tersebut menyebabkan penyerapan hara tanaman menjadi terhambat (Sopandie 2013).

Karbon organik (C-organik) merupakan salah satu indikator kesuburan tanah yang menunjukkan kandungan

Tabel 4 Hasil analisis tanah

No	Parameter	Kontrol	Kriteria	Perlakuan	Kriteria	Perubahan
1	pH H ₂ O	4,34	Sangat Masam*	5,67	Agak Masam*	+1,33
2	C-Organik (%)	4,78	Tinggi*	6,60	Sangat Tinggi*	+1,82
3	N-Total (%)	0,12	Rendah*	0,16	Rendah*	+0,04
4	P-tersedia (ppm)	1,21	Sangat Rendah*	2,55	Sangat Rendah*	+1,34
5	Ca (me/100g)	1,43	Sangat Rendah*	7,18	Sedang*	+5,75
6	Mg (me/100g)	0,16	Sangat Rendah*	1,25	Sedang*	+1,09
7	K (me/100g)	0,14	Rendah*	0,70	Tinggi	+0,56
8	Na (me/100g)	0,07	Sangat Rendah*	0,24	Rendah*	+0,17
9	KTK (me/100g)	13,24	Rendah*	15,03	Rendah	+1,79
10	KB (%)	13,52	Sangat Rendah*	62,40	Tinggi*	+48,88
11	Al (me/100g)	2,28	Sangat Rendah	tr	Tidak Terukur	-2,28
12	H (me/100g)	0,65	-	0,20	-	-0,45
13	Fe (ppm)	9,15	Berlebihan	26,15	Berlebihan	+17,00
14	Cu (ppm)	2,43	Berlebihan	3,45	Berlebihan	+1,02
15	Zn (ppm)	28,72	Berlebihan	23,01	Berlebihan	-5,71
16	Mn (ppm)	38,38	Berlebihan	27,38	Berlebihan	-11,00
17	Pb (ppm)	2,30	Normal	2,45	Normal	+0,15
18	Tekstur (%)		Liat		Liat	
	Pasir	2,69	-	8,26	-	+5,57
	Debu	11,07	-	18,31	-	+7,24
	Liat	86,25	-	73,43	-	-12,82

*= Kriteria penilaian sifat kimia tanah (Departemen Pertanian 1983).

bahan organik dalam tanah (Syahidah dan Hermiyanto 2019). Terdapat penambahan persentase C-organik sebesar 1,82% dari sebelum pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam sebesar 4,78% (tinggi). Kandungan karbon organik pada tanah merupakan sumber makanan bagi mikroba tanah yang menyebabkan aktivitas daur ulang hara meningkat. Menurut Abdulah *et al.* (2013) pupuk kandang sapi dan arang sekam sebagai bahan organik mampu menjadi pembenah tanah, memiliki karbon organik tinggi, mengandung enzim dan hormon yang baik untuk mikroorganisme tanah, asam humik, dan memperbaiki sifat tanah.

Pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam pada tanah tercemar oli bekas dapat meningkatkan hara makro primer (N, P, K), sekunder (Ca, Mg), dan unsur hara mikro natrium (Na). Peningkatan kandungan unsur hara tersebut beragam yang ditunjukkan pada Tabel 5. Kandungan nitrogen total (N-Total) dari sebelum perlakuan 0,12% (rendah) meningkat menjadi 0,16% (rendah). Kandungan fosfor (P-tersedia) sebelum perlakuan sebesar 1,21 ppm (sangat rendah) dan setelah perlakuan meningkat menjadi 2,55 ppm (sangat rendah). Sementara itu kandungan unsur hara kalium (K) sebelum perlakuan sebesar 0,14 me/100 gram (rendah) dan setelah perlakuan menjadi 0,70 me/100 gram (tinggi). Berdasarkan hasil penelitian, setelah pemberian perlakuan pupuk kandang sapi dan arang sekam terjadi peningkatan unsur hara meskipun tidak terlalu signifikan.

Unsur hara makro primer (N, P, K) merupakan unsur hara esensial yang harus terpenuhi untuk pertumbuhan tanaman. Menurut Same dan Gusta (2019) unsur nitrogen diperlukan untuk pembentukan berbagai senyawa, seperti karbohidrat, klorofil, lemak, dan protein. Defisiensi unsur nitrogen ditandai warna daun bagian bawah menguning dan tulang-tulang di bawah permukaan daun muda tampak pucat (Sukarminingsih *et al.* 2017). Unsur fosfor (P) berperan dalam pembelahan sel dan perkembangan sel sehingga mempengaruhi pertumbuhan akar muda, mempercepat pembungaan, dan pemasakan buah (Zubaidah dan Munir 2007). Ketersediaan unsur hara fosfor dipengaruhi pH tanah, Al, dan Fe. Menurut Mayendra *et al.* (2019) arang sekam memiliki gugus fungsional yang kuat sehingga mampu berikatan dengan H^+ dan Al^{3+} . Unsur kalium (K) berkaitan dengan fungsi translokasi hasil fotosintesis ke organ penyimpanan (*sink*) tanaman (Singh *et al.* 2014). Menurut Elfarisna (2013) unsur hara makro harus tersedia dalam jumlah banyak untuk mendukung seluruh proses metabolisme tanaman. Pemberian pupuk kandang dan arang akan meningkatkan unsur hara dan pertumbuhan tanaman (Wasis dan Syarif 2019, Wasis dan Fitriani 2022).

Hasil analisis tanah, unsur kalsium (Ca) memiliki nilai sebelum dan setelah pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam yaitu 1,43 me/100 gram (sangat rendah) menjadi 7,18 me/100 gram (sedang). Sementara itu, nilai unsur magnesium sebelum dan setelah perlakuan, yaitu 0,16 me/100 gram (sangat rendah) menjadi 1,25 me/100 gram (sedang). Ketersediaan kalsium dan magnesium sangat rendah pada tanah sebelum perlakuan, diduga kandungan bahan organik dalam tanah sangat rendah dan

terjadi peningkatan kandungan logam berat pada oli bekas. Menurut (Same dan Gusta 2019) unsur hara kalsium (Ca) memiliki fungsi dalam mengaktifkan sejumlah enzim pada proses mitosis, pembelahan sel, sintesis protein, dan translokasi fotosintat (karbohidrat). Heruwanto dan Supriono (2016) menyatakan bahwa magnesium bersifat sinergis dengan Ca dan merupakan unsur logam yang menyusun molekul klorofil tanaman serta ketersediaannya dapat meningkatkan laju pertumbuhan tanaman.

Unsur hara mikro natrium mengalami peningkatan, yaitu sebelum perlakuan sebesar 0,07 me/100 gram (sangat rendah) menjadi 0,24 me/100 gram (rendah) setelah perlakuan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan pupuk kandang sapi dan arang sekam tidak hanya meningkatkan hara makro melainkan juga hara mikro, seperti natrium. Kapasitas tukar kation (KTK) menjadi salah satu indikator kesuburan tanah. Berdasarkan Tabel 5, KTK sebelum perlakuan sebesar 13,24 me/100 gram (rendah) meningkat menjadi 15,03 me/100 gram (rendah). Meskipun terjadi peningkatan, KTK berada dalam tingkatan yang rendah. Hal tersebut diduga adanya sifat saling menolak antara unsur hara dan air dengan unsur logam pada oli bekas. Menurut Hardjowigeno (2010) nilai KTK yang rendah akan mempersulit penyerapan air oleh tanaman sehingga menyebabkan tanaman sulit untuk tumbuh dengan baik.

Tanah tercemar limbah oli bekas mengandung unsur logam berat. Berdasarkan hasil analisis tanah tercemar oli bekas, terdapat peningkatan dan pengurangan unsur logam setelah pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam (Tabel 4). Unsur logam yang berkurang setelah perlakuan, yaitu Al, Zn, dan Mn. Kandungan Al yang berlebihan akan mengikat unsur P dan menyebabkan pertumbuhan tajuk serta penyerapan hara akan terhambat (Sopandie 2013). Menurut Azree dan Purwono (2016) pada tanah masam kelarutan kation-kation unsur Fe, Al, Mn, Cu, dan Zn dominan. Unsur hara mikro, seperti Fe, Mn, Cu, Zn diperlukan dalam jumlah sedikit oleh tanaman namun tetap memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan, perkembangan, dan produktivitas tanaman (Wulandari dan Susanti 2012).

SIMPULAN DAN SARAN

SIMPULAN

Pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam cenderung mendukung pertumbuhan semai salam di tanah tercemar oli bekas. Pupuk kandang sapi dan interaksinya dengan arang sekam yang ditambahkan berpengaruh nyata terhadap nisbah pucuk akar. Nisbah pucuk akar terbaik memiliki nilai 3,11 pada perlakuan K2A3 (60 gram pupuk kandang sapi dan 60 gram arang sekam). Dosis 120 gram pupuk kandang sapi dan 0 gram arang sekam menunjukkan kecenderungan pengaruh terbaik pada pertumbuhan tinggi semai salam. Pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam mampu menurunkan logam berbahaya dari oli bekas, seperti Al, Zn, dan Mn.

SARAN

Pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam pada semai salam mampu berperan sebagai bioremediasi pada tanah tercemar oli bekas. Peningkatan dosis perlakuan diharapkan mampu memberikan respons pertumbuhan yang optimal. Penelitian uji kandungan logam berat pada daun semai salam perlu dilakukan untuk mengetahui penyerapan logam yang berbahaya sebelum dapat dimanfaatkan oleh masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulah L, Mindawati N, Kosasih AS, Darwo. 2013. Evaluasi pertumbuhan awal jabon (*Neolamarckia cadamba* Roxb) di hutan rakyat. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 10(2):119-128. doi:https://doi.org/10.20886/jpht.2013.10.3.119-127.
- Adam B, Nugroho AW, Yassir I. 2020. The growth of local tree species on post-coal mining areas in East Kalimantan. *International Journal of Forestry Research*. 7(2):83-97. doi:10.20886/ijfr.2020.7.2.83-97.
- Andayani, La Sarido. 2013. Uji empat jenis pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai keriting (*Capsicum annum* L.). *Jurnal AGRIFOR*. 12(1):22-29. doi:10.31293/af.v12i1.167.
- Azree M, Purwono. 2016. Pengurangan dosis pupuk anorganik dengan pemberian kompos blotong pada budi daya tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) lahan kering. *Bul. Agrohorti*. 4(1):113-121. doi:https://doi.org/10.29244/agrob.v4i1.15010.
- Bui F, Lelang MA, Taolin RICO. 2015. Pengaruh komposisi media tanam dan ukuran *polybag* terhadap pertumbuhan dan hasil tomat (*Lycopersicon esculentum*, Mill). *Jurnal Penelitian Konservasi Lahan Kering*. 1(1):1-7. doi:10.32938/sc.v1i101.1.
- Charlena. 2010. Bioremediasi tanah tercemar limbah minyak berta menggunakan konsorsium bakteri [disertasi]. Bogor: Intitut Pertanian Bogor.
- Ciptaningtyas D, Suhardiyanto H. 2016. Sifat thermo-fisik arang sekam. *Jurnal Teknotan* 10(2):1-5. doi:10.24198/jt.vol10n2.1.
- Darmawan J, Baharsjah JS. 2010. *Dasar-Dasar Fisiologi Tanaman*. Jakarta: SITC.
- Elfarisna. 2013. Pemberian beberapa dosis pupuk multicote terhadap pertumbuhan akasia (*Acacia mangium*) di pemsemai an. *Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi*. 14(2):128-134.
- Fahmi A, Syamsudin, Utami SNH, Radjagukguk B. 2010. Pengaruh interaksi hara nitrogen dan fosfor terhadap pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L) pada tanah regosol dan latosol. *Berita Biologi*. 10(2):297-304. doi:10.14203/beritabiologi.v10i3.744.
- Hardjowigeno S. 2010. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Harjanti RA, Tohari, Utami SNH. 2014. Pengaruh takaran pupuk nitrogen dan silika terhadap pertumbuhan awal (*Saccharum officinarum* L.) pada inceptisol. *Jurnal Vegetalika*. 3(2):35-44. doi:https://doi.org/10.22146/veg.5150.
- Heruwanto K, Supriyono B. 2016. Simpanan unsur hara makro (N, P, K, Ca, dan Mg) pada tegakan sengon (*Paraserianthes falcataria*) umur 5 tahun. *Jurnal Nusa Sylva*. 16(1):41-49.
- Kamaludin. 2018. Pengaruh pemberian pupuk kandang kotoran sapi terhadap pertumbuhan anakan gaharu beringin (*Aquilaria malaccensis*) pada tanah podsolik merah kuning. *PIPER*. 26(14):298-307.
- Kayode J, Olowoyo O, Oyedeji A. 2009. The effects of used engine oil pollution on the growth and early seedling performance of *Vigna unguiculata* and *Zea mays*. *Research Journal of Soil Biology*. 1(1):15-19. doi:10.3923/rjsb.2009.15.19.
- Kesmayanti N, Purwanto RJ. 2017. Keragaan varietas padi pada cekaman hara rendah lahan pasang surut. Di dalam: Prayoga GI, Ropalia, Pratama D, Supratman O, Syarif AF, editor. Mendorong Kedaulatan Pangan melalui Sumber Daya Unggul Lokal. Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Dekan; 2017 Juli 20-21; Bangka Belitung, Indonesia. Balunijuk: Universitas Bangka Belitung. hlm 31-35.
- Kusuma SAF, Purnamasari E, Herawati IE. 2019. *Syzygium polyanthum* (Wight) Walp. Leaves extract as the antifungal agent for oral candidiasis. *Drug Invention Today*. 12(7):1339-1342. doi:10.5530/pj.2019.11.67.
- Mayendra, Lubis KS, Hidayat B. 2019. Ketersediaan hara fosfor akibat pemberian biochar sekam padi dan pupuk kandang sapi pada inceptisol kualitas bekala. *Jurnal Pertanian Tropik*. 6(2):287-293. doi:https://doi.org/10.32734/jpt.v6i2.3179.
- Naimnule MA. 2016. Pengaruh takaran arang sekam dan pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau (*Vigna radiata*, L.). *Jurnal Pertanian Konservasi Lahan Kering*. 1(4):118-120. doi:10.32938/sc.v1i04.72.
- Okonokhua BO, Ikhajiagbe B, Anoliefo GO, Emede TO. 2007. The effects of spent engine oil on soil properties and growth of maize (*Zea mays* L.). *JASEM*. 11(3):147-152. doi:10.4314/jasem.v11i3.55162.
- Pakpahan S, Sampoerna, Yoseva S. 2015. Pemanfaatan kompos solid dan mikroorganisme selulolitik dalam media tanam PMK pada semai kelapa sawit (*Elais guineensis* Jacq) di pemsemai an utama. *JOM Faperta*. 2(2):1-15.
- Prasaji R, Dewita C, Santosa H. 2013. Pemanfaatan kombinasi *fly ash* batubara alkilbenzenesulfonat dan zeolit pada penjernihan minyak pelumas dengan metode penjerapan. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 2(4):1-7.
- Putri MYG, Wasis B, Winata B. 2019. Study of *Syzygium polyanthum* (Wight) Walp. Growth on the ex-limestone mining soil with goat manure and NPK

- fertilizer increment. *Earth and Environmental Science*. 394(1):1-7. doi:10.1088/1755-1315/394/1/012019
- Sainju UM, Allen BL, Lenssen AW, Ghimire RP. 2017. Root biomass, root/shoot ratio, and soil water content under perennial grasses with different nitrogen rates. *Field Crops Research*. 210(1):183-191. doi:10.1016/j.fcr.2017.05.029.
- Same M, Gusta AR. 2019. Pengaruh sekam bakar dan pupuk NPK pada pertumbuhan semai lada. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 19(3):217-224. doi:10.25181/jppt.v19i3.1497.
- Santosa A, Harwati T, Siswadi. 2013. Pengaruh pemberian mikoriza arbuskula dan pupuk organik terhadap pertumbuhan semai jati putih (*Gmelina arborea* Roxb.). *Jurnal Inovasi Pertanian*. 12(2):53-66.
- Singh R, Chaurasia S, Gupta AD, Mishra A, Soni P. 2014. Comparative study of transpiration rate in *Mangifera indica* and *Psidium guajava* affect by *Lantana camara* aqueous extract. *Journal of Environmental Science, Computer Science, and Engineering & Technology*. 3(3):1228-1234.
- Sopandie D. 2013. *Fisiologi Adaptasi Tanaman terhadap Cekaman Abiotik pada Agrosistem Tropika*. Bogor: IPB Pr.
- Sukarminingsih, Iskandar AM, Ardian H. 2017. Pengaruh dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan semai jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus*) pada media campuran tanah PMK, kompos, dan pasir. *Jurnal Hutan Lestari*. 5(3):741-747. doi:http://dx.doi.org/10.26418/jhl.v5i3.21537.
- Supriyanto, Fiona F. 2010. Pemanfaatan arang sekam untuk memperbaiki pertumbuhan semai jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq) pada media subsoil. *Jurnal Silviculture Tropika*. 1(1):24-28.
- Suryani Y. 2011. Bioremediasi limbah merkuri dengan menggunakan mikroba pada lingkungan yang tercemar. *Jurnal Istek*. 5(2):139-148.
- Susanti WI, Trinanda R. 2017. Potensi bakteri asal tanah rhizosfer, sedimen tanah, dan pupuk kandang sapi untuk biodegradasi minyak berat dan oli bekas. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 41(1):37-44.
- Syahidah AM, Hermiyanto B. 2019. Pengaruh penambahan pupuk kandang sapi dan pupuk SP-36 terhadap perbaikan sifat kimia tanah, pertumbuhan, dan produksi tanaman sorghum (*Sorghum bicolor* L.) pada tanah tercemar limbah padat pabrik kertas (*lime cud*). *Berkala Ilmiah Pertanian*. 2(2):132-140. doi:https://doi.org/10.19184/bip.v2i4.16306.
- Wasis B, Fitriani AS. 2022. Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi dan *cocopeat* terhadap pertumbuhan *Falcataria mollucana* pada media tanah tercemar oli bekas. *Jurnal Silviculture Tropika* 13(03): 198–207.
- Wasis B, Syarif N. 2019. Pertumbuhan bibit sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) pada media bekas tambang pasir dengan pemberian subsoil dan arang tempurung kelapa. *Jurnal Silviculture Tropika* 10(2): 108–113.
- Wulandari AS, Julian A. 2013. Pengaruh pupuk daun organik terhadap peningkatan pertumbuhan semai jabon (*Anthocephalus cadamba* Roxb. Miq.). *Jurnal Silviculture Tropika*. 4(2):47-50.
- Wulandari AS, Susanti S. 2012. Aplikasi pupuk daun organik untuk meningkatkan pertumbuhan semai jabon (*Anthocephalus cadamba* Roxb. Miq.). *Jurnal Silviculture Tropika*. 3(2):137-142.
- Zubaidah Y, Munir R. Aktivitas pemupukan fosfor (P) pada lahan sawah dengan kandungan sedang. *Jurnal Solum*. 4(1):1-4. doi:https://doi.org/10.25077/js.4.1.1-4.2007.