

PENGARUH PEMBERIAN PUPUK KANDANG SAPI DAN *COCOPEAT* TERHADAP PERTUMBUHAN *Falcataria mollucana* PADA MEDIA TANAH TERCEMAR OLI BEKAS

*The Effect Cow Manures and Cocopeat on the Growth of Falcataria mollucana in
Used Oil Contaminated Soil Media*

Basuki Wasis^{1*} dan Anistya Safa Fitriani¹

(Diterima 08 Desember 2021 /Disetujui 19 September 2022)

ABSTRACT

Used oil waste contains the accumulation of metals in soil which causes a decrease in soil quality and could be pollutant that can poison the soil with the result that can affect the environment. Sengon (Falcataria mollucana) seedlings, cow manure and cocopeat are materials used to improve soil that has been contaminated with used oil. This study aims to analyze the effect of cow manure and cocopeat on the growth of the seedlings with an optimal dosage. The results showed that the application of cow manure and cocopeat increased the growth of seedlings and improved soil fertility that was contaminated with used oil. The application of cow manure had a significant effect on height, diameter, total wet weight, total dry weight, and root length. The S2C4 treatment (60 g of cow manure + 100 g of cocopeat) gave optimal results on diameter and total dry weight, S3C4 (90 g cow manure + 100 g cocopeat) on root length, S2C0 (60 g of cow manure) for shoot root ratio, S3C0 treatment (90 g of cow manure) for total wet weight, S1C2 (cow manure 30 g and cocopeat 50 g) for seed height.

Keywords: cocopeat, cow manure, Falcataria mollucana, used oil waste

ABSTRAK

Pencemaran oli bekas mengandung akumulasi logam pada tanah yang menyebabkan penurunan kualitas tanah dan dapat menjadi polutan yang dapat meracuni tanah sehingga dapat mempengaruhi kehidupan di sekitarnya. Semai sengon (*Falcataria mollucana*), pupuk kandang sapi dan *cocopeat* merupakan bahan yang digunakan untuk memperbaiki tanah yang telah tercemar oli bekas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian pupuk kandang sapi dan *cocopeat* dalam pertumbuhan semai sengon dengan dosis optimal. Hasil penelitian menunjukkan pemberian pupuk kandang sapi dan *cocopeat* meningkatkan pertumbuhan tanaman semai sengon dan memperbaiki kesuburan pada tanah tercemar oli bekas. Pemberian pupuk kandang sapi berpengaruh nyata pada tinggi, diameter, berat basah total, berat kering total, dan panjang akar. Perlakuan S2C4 (pupuk kandang sapi 60 g + *cocopeat* 100 g) memberikan hasil optimal terhadap diameter dan berat kering total, perlakuan S3C4 (pupuk kandang sapi 90 g+ 100 g *cocopeat*) pada panjang akar, perlakuan S2C0 (pupuk kandang sapi 60 g) pada NPA, perlakuan S3C0 (pupuk kandang sapi 90 g) memberikan pengaruh baik pada berat basah total, dan perlakuan S1C2 (pupuk kandang sapi 30 g dan *cocopeat* 50 g) pada tinggi sengon.

Kata kunci : *cocopeat*, *Falcataria mollucana*, oli bekas, pupuk kandang sapi

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

Indonesia merupakan negara yang memiliki penduduk yang padat yang perlu mengelola alam dengan baik untuk pemenuhan kebutuhan rakyat. Alam Indonesia terdiri tidak hanya daratan namun juga perairan yang harus dikelola dan dijaga dengan semestinya. Hal inilah peran konservasi tanah dan air untuk menyokong kebutuhan dan kelestarian makhluk yang bergantung pada keduanya. Berdasarkan Undang-Undang (UU) No. 37 Tahun 2014 tentang Konservasi Tanah dan Air pasal 1 ayat 2, Konservasi Tanah dan Air adalah upaya perlindungan, pemulihan, peningkatan, dan pemeliharaan fungsi tanah pada lahan sesuai dengan kemampuan dan peruntukan lahan untuk mendukung pembangunan yang berkelanjutan dan kehidupan yang lestari. Tanah berkedudukan khas dalam masalah lingkungan hidup, merupakan aset lingkungan dan membentuk landasan hakiki bagi kemanusiaan (James 1995; Idjudin 2011). Pentingnya fungsi dan peran tanah ini menjadi landasan adanya konservasi pada tanah-tanah yang mengalami kerusakan. Tanah yang mengalami kerusakan baik itu secara fisik, kimia, dan biologis dapat mengakibatkan produktivitas tanah menurun akibat adanya perubahan fungsi tanah.

Penurunan kualitas tanah akibat pencemaran lahan ini sulit dihindari karena begitu banyak faktor lingkungan yang berpengaruh secara aktif terhadap perubahan penampakan permukaan bumi. Sejauh ini 85% wilayah permukaan bumi dipengaruhi oleh aktivitas manusia (Hafif 2020). Penurunan kualitas tanah banyak terjadi karena adanya pencemaran limbah dari aktivitas manusia yang membuang limbah tanpa melalui tahap pengolahan limbah. Pengolahan limbah bertujuan untuk menghasilkan limbah yang tidak merugikan lingkungan. Jika pengelolaan limbah ini diabaikan dapat terjadi pencemaran. Salah satu pencemaran yang cukup merugikan kualitas suatu lahan adalah pencemaran tanah.

Pencemaran tanah terjadi saat zat asing dari luar komponen tanah bercampur dan mengakibatkan perubahan struktur dan sifat kimia, fisika, dan biologis tanah tersebut. Pencemaran tanah bisa disebabkan limbah domestik, limbah industri, dan limbah pertanian (Muslimah 2015). Limbah industri di masa sekarang sangat sulit dihindari apalagi dengan pengelolaan yang tidak tepat. Salah satunya limbah oli bekas. Penggunaan oli untuk mesin kendaraan bermotor yang harus diganti secara berkala dengan pemakaian jarak tempuh 2000 hingga 3000 km sekali mengakibatkan pencemaran oli. Peresapan oli bekas ke dalam tanah akan merusak kandungan air tanah dan zat kimia yang terkandung di dalamnya dapat membunuh mikroorganisme di dalam tanah (Muslimah 2015). Lahan kritis yang tercemar biasanya terdapat zat-zat B3 berupa logam berat yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman (Siregar *et al.* 2013). Tanah yang tercemar minyak bumi mengandung *Total Petroleum Hydrocarbons* (TPH). Limpasan *run-off* oli bekas akan mencemari kawasan budidaya. Tanah yang tercemar oli bekas menimbulkan kerusakan struktur tanah menimbulkan Kegiatan fitoremediasi perlu dilakukan untuk menurunkan kadar toksisitas

akibat konsentrasi TPH tinggi menggunakan tanaman bersifat fitoremediasi (Setiadi *et al.* 2014). Selain itu, upaya untuk mengatasi pencemaran tanah akibat oli bekas adalah dengan menggunakan amelioran. Amelioran adalah bahan-bahan alami yang dimasukkan ke dalam tanah yang berfungsi untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah (Subatra 2013). Penggunaan amelioran ini sudah banyak diteliti dengan berbagai bahan seperti *cocopeat*, pupuk kandang, *cocopeat*, dan lainnya. *Cocopeat* berasal dari kata *coconut* yang berarti kelapa dan *peat* yang gambut. *Cocopeat* biasa dimanfaatkan sebagai kompos atau media tanam untuk tanaman hortikultura seperti sayur, bunga atau buah-buahan dalam pot, dan sebagai media tanam hidroponik. *Cocopeat* memiliki sifat remah sehingga membuat tanah lebih gembur. Hal ini mempengaruhi akar yang dapat mudah menembus tanah dan mendapat aerasi yang baik. Pupuk kandang berperan untuk mempertinggi kandungan humus pada tanah, memperbaiki struktur tanah dan menunjang organisme tanah. Fungsi dari amelioran selain sebagai perbaikan sifat fisik dan kimia tanah, juga sebagai penunjang pertumbuhan spon yang berfungsi sebagai penyerap senyawa beracun di tanah.

Menurut UU No. 14 Tahun 1999 tentang kehutanan, hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan. Hutan merupakan ekosistem kompleks dan dinamis yang kaitannya erat pada kehidupan di bumi terutama daratan. Pohon adalah salah satu komponen biotik yang penting dari adanya ekosistem hutan. Adanya hutan dengan komponen biotik dan abiotik yang berinteraksi dengan baik dan dapat menjalani fungsi hutan merupakan ekosistem ideal untuk sebuah hutan menjalani fungsinya. Kawasan hutan berdasarkan UU No. 41 Tahun 1999, meliputi hutan yang dibagi menjadi tiga menurut fungsi pokoknya, yaitu: fungsi konservasi, fungsi lindung, dan fungsi produksi. Hutan memiliki peran lindung menjalankan fungsinya sebagai regulator iklim, perlindungan terhadap air dan tanah, dan perlindungan lingkungan. Hutan dalam menjalani fungsinya sebagai perlindungan lingkungan terhadap gangguan yang dapat mengakibatkan pencemaran dengan menjadi pengurai limbah (zat beracun/toksik). Hal ini dilakukan dengan memanfaatkan tegakan hutan yang dapat menanggulangi permasalahan tersebut. Bioremediasi adalah salah satu metode remediasi yang memanfaatkan organisme, baik vegetasi maupun mikroba, untuk menurunkan toksisitas limbah termasuk logam berat di lahan bekas tambang (Sari 2015). Fitoremediasi menggunakan vegetasi dengan penggunaan tanaman yang bersimbiosis dengan mikroba yang berpotensi besar dapat melakukan remediasi tanah tercemar (Pilon-Smits 2005; Guspratomo 2018).

Pohon merupakan tanaman yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai tanaman fitoremediasi. Hal ini dikarenakan pohon memiliki potensi biomassa yang lebih besar dan usia yang lebih panjang dibanding tumbuhan bawah. Peran pohon sebagai bioremediasi

tidak lepas dari peran akar yang memiliki penyerapan terhadap logam berat yang terkandung di dalam tanah serta simbiosis dengan mikroba dalam tanah. Fitoremediasi bekerja efektif pada tanaman pohon yang menyerap polutan dalam jumlah tinggi dan cepat. Karakteristik yang perlu dimiliki oleh fitoremediasi yang baik adalah sifat hipertoleran terhadap logam (Ekawati *et al.* 2016). Pohon yang dipilih perlu memenuhi karakteristik memiliki daya tumbuh tinggi, adaptif, cepat tumbuh (*fast-growing*), dan tanaman pionir. Sengon (*Falcataria mollucana*) merupakan tanaman yang termasuk jenis pohon kayu cepat tumbuh (*fast growing species*), pengelolaan relatif mudah, dan adaptif. Sengon memiliki perakaran yang dalam, tajuk lebar, dan dapat cepat beradaptasi pada lahan miskin hara (Wasis dan Syarif 2019). Perakaran yang kuat dan banyak serabut sehingga banyak mengandung bintil akar berfungsi untuk menyimpan nitrogen dan menjadi pohon yang cocok untuk penghijauan dan rehabilitasi lahan kritis (Atmosuseno 1999; Riyanto 2011). Secara ekologi, sengon dapat meningkatkan kualitas lingkungan seperti meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki tata air dan mampu menyerap senyawa beracun/logam berat (Suharti 2008; Fitriani 2016).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret - Agustus 2021 di Rumah Kaca Ekologi Hutan dan Laboratorium Pengaruh Hutan, Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanan dan Lingkungan IPB. Tanah untuk media penelitian merupakan *top soil* di ruang terbuka yang berlokasi di belakang *Teaching Lab*, Kampus IPB Dramaga, Jawa Barat. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan Fakultas Pertanian IPB.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain *polybag* yang berukuran 20 × 20 cm, timbangan duduk, timbangan digital, plastik 2 kg, cangkul, karung beras bekas, sendok, spidol, penggaris, HVS, toples, botol film, gelas ukur, tabung erlenmeyer, pipet, label, masker, alat tulis, kamera ponsel, *calliper*, *tallysheet*, alat siram tanaman, sarung tangan, *software* Microsoft Excel 2010, *software* Microsoft Word 2010, dan *software* SAS 9.1.3. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah *top soil* sebagai media, oli bekas, benih sengon, *cocopeat*, pupuk kandang sapi, larutan HCl, larutan KOH, indikator *fenolftalin*, dan *metil orange*.

Prosedur Penelitian

Penelitian meliputi beberapa tahapan yang di antaranya adalah perlakuan pendahuluan media tanam dan benih, persiapan media, penanaman benih,

pemeliharaan, pengamatan dan pengambilan data, analisis tanah, rancangan percobaan dan analisis data.

Perlakuan pendahuluan media

Media yang digunakan adalah tanah *top soil* yang berasal dari ruang terbuka di belakang *Teaching Lab* IPB. Pengambilan tanah dilakukan menggunakan cangkul dan karung. Tanah yang diperoleh selanjutnya dilakukan penyaringan dari benda-benda asing. Penimbangan dilakukan setelahnya dengan menimbang massa tanah 1 kg dalam keadaan kering udara dan dimasukkan dalam plastik 2 kg. Pencampuran oli bekas dilakukan dengan memberikan 10 ml oli bekas pada 1 kg tanah dalam plastik. Kemudian tanah tersebut dilakukan pencampuran. Media tanah yang sudah dicampur oli bekas selanjutnya dilakukan aklimatisasi selama 7 hari di rumah kaca Ekologi Hutan dan Laboratorium Pengaruh Hutan, Departemen Silvikultur.

Perlakuan Benih

Benih sengon (*Falcataria mollucana*) yang akan digunakan untuk penelitian dilakukan perendaman menggunakan air biasa selama 24 jam guna mematahkan masa dormansi. Benih diseleksi dengan mengambil benih yang tenggelam pada perendaman.

Persiapan

Media tanah yang sudah dicampur oli dan diaklimatisasi selama 7 hari lalu diberi perlakuan pupuk kandang sapi dan *cocopeat* sesuai takaran yang disesuaikan. Media yang sudah siap, lalu dimasukkan ke dalam *polybag* berukuran 20 x 20 cm.

Penanaman

Benih sengon yang sudah dilakukan perendaman, selanjutnya dilakukan penanaman pada media yang sudah diperlakukan di masing-masing *polybag*. Setiap *polybag* ditanam sebanyak 3 benih sengon.

Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan dengan meliputi kegiatan penyiraman, penyiangan, dan pengendalian hama serta penyakit. Kegiatan penyiraman dilakukan setiap hari pada pagi dan sore hari dengan memperhatikan kondisi kelembapan media. Kegiatan penyiangan dilakukan setiap terdapat gulma ataupun hama yang mengganggu.

Pengamatan dan Pengambilan Data

Pengamatan dan pengambilan data dengan memperhatikan beberapa parameter yang dipertimbangkan meliputi tinggi semai, diameter semai, berat basah total, berat kering total, panjang akar, nisbah pucuk akar, uji respirasi, dan analisis kimia tanah.

Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial yang terdiri atas dua faktor percobaan, masing-masing terdiri dari 4 taraf. Faktor pertama, penambahan *Cocopeat* terdiri atas 4 taraf yaitu C0 = 0 g (*cocopeat*) + 1 kg (media tanah tercemar oli), C1 = 25 g (*cocopeat*) + 1 kg (media tanah tercemar oli), C2 = 50 g (*cocopeat*) + 1 kg (media tanah

tercemar oli), C3 = 75 g (*cocopeat*) + 1 kg (media tanah tercemar oli), dan C4 = 100 g (*cocopeat*) + 1 kg (media tanah tercemar oli). Faktor kedua pemberian pupuk kandang sapi terdiri dari 3 taraf yaitu S0 = 0 g (pupuk kandang sapi) + 1 kg (media tanah tercemar oli), S1 = 30 g (pupuk kandang sapi) + 1 kg (media tanah tercemar oli), S2 = 60 g (pupuk kandang sapi) + 1 kg (media tanah tercemar oli), dan S3 = 90 g (pupuk kandang sapi) + 1 kg (media tanah tercemar oli). 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 *sub soil* taraf ke-i, faktor arang tempurung kelapa taraf ke-j dan ulangan ke-k

μ = nilai rata-rata umum

α_i = pengaruh perlakuan *sub soil* ke-i

β_j = pengaruh perlakuan arang tempurung kelapa ke-j

$(\alpha\beta)_{ij}$ = pengaruh interaksi faktor *sub soil* pada taraf ke-i dengan faktor arang batok tempurung kelapa

E_{ijk} = pengaruh acak faktor *sub soil* pada taraf ke-i dengan faktor arang batok tempurung kelapa 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 $P\text{-value} < 0.05$ (α) maka perlakuan berpengaruh nyata. Lalu dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test*.
- Nilai $P\text{-value} > 0.05$ (α) maka perlakuan tidak berpengaruh nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan pertumbuhan semai sengan yang ditanam pada media tercemar dilakukan selama 3 bulan. Pengamatan dilakukan dengan memperhatikan beberapa parameter pertumbuhan bibit antara lain adalah tinggi, diameter, panjang akar, berat basah total, berat kering total, nisbah pucuk akar, respirasi tanah, dan analisis tanah dalam dua kondisi yaitu sebelum dilakukan penanaman dan setelah dilakukan penanaman. Perlakuan yang diberikan adalah pemberian pupuk kandang sapi, pemberian *cocopeat*, dan pemberian campuran dari keduanya dengan dosis yang ditentukan. Pengaruh pemberian perlakuan tersebut dianalisis kemudian disajikan pada Tabel 1.

Hasil sidik ragam yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang sapi berpengaruh nyata pada beberapa parameter yaitu

tinggi, diameter, panjang akar, berat basah total, dan berat kering total dengan selang kepercayaan 95%. Sedangkan pada nisbah pucuk akar, pemberian pupuk kandang sapi dan *cocopeat* tidak berpengaruh nyata. Pemberian *cocopeat* berpengaruh nyata pada panjang akar. Pemberian *cocopeat* dan interaksi antara *cocopeat* dan pupuk kandang sapi pada media tidak berpengaruh nyata pada parameter pertumbuhan tinggi, diameter, berat basah total, berat kering total, nisbah pucuk akar dan respirasi tanah.

Pertumbuhan (*growth*) merupakan perubahan objek yang bersifat kuantitatif, yang ditandai dengan bertambahnya jumlah, ukuran, dimensi pada tingkat sel, organ, maupun individu (Soetjingsih dan Ranuh 2015). Pertumbuhan diukur dengan mengukur perubahan-perubahan yang didasari dengan bertambahnya parameter pertumbuhan. Tanaman dalam pertumbuhannya dipengaruhi banyak faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan sebuah tanaman di antaranya adalah faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal ialah faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dari dalam tanaman itu sendiri. Faktor dari dalam tanaman dapat disebut sebagai faktor genetik. Sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang mempengaruhi dari luar tanaman (Darmawan *et al.* 2015). Faktor eksternal yang erat kaitannya dengan pertumbuhan salah satunya ialah media tanam.

Media tanam yang baik ialah media yang dapat menyediakan air dan unsur hara yang cukup bagi pertumbuhan tanaman. Hal ini dapat ditentukan pada tanah dengan tata udara dan air yang baik, mempunyai agregat yang mantap, kemampuan menahan air yang baik dan ruang untuk perakaran yang cukup (Gardner *et al.* 1991). Pupuk kandang sapi sudah digunakan sebagai campuran media tanam sejak lama karena kemampuannya yang baik dalam menyimpan hara yang baik. Pupuk kandang sapi memiliki kelebihan pada tekstur serat seperti selulosa sehingga dapat bermanfaat sebagai penyedia energi bagi mikroorganisme. Selain itu pupuk kandang sapi juga

Tabel 1 Hasil rekapitulasi sidik ragam pemberian pupuk kandang sapi dan *cocopeat* pada berbagai perlakuan

Parameter	Perlakuan		
	Pupuk kandang sapi	<i>Cocopeat</i>	Pupuk kandang sapi dan <i>cocopeat</i>
Tinggi (cm)	0,000*	0,805 ^{tn}	0,186 ^{tn}
Diameter (cm)	0,000*	0,522 ^{tn}	0,136 ^{tn}
Bbt (g)	0,000*	0,674 ^{tn}	0,143 ^{tn}
Bkt (g)	0,000*	0,547 ^{tn}	0,092 ^{tn}
NPA	0,386 ^{tn}	0,565 ^{tn}	0,359 ^{tn}
Panjang akar (cm)	0,008*	0,114 ^{tn}	0,002*
Respirasi tanah (cm)	0,980 ^{tn}	0,868 ^{tn}	0,693 ^{tn}

Keterangan: * = perlakuan berpengaruh nyata pada selang kepercayaan 95% tn = perlakuan tidak berpengaruh nyata pada selang kepercayaan 95%.

berperan penting dalam menjaga aerasi tanah, meningkatkan porositas, dan daya serap air yang lebih lama pada tanah sehingga dapat menunjang pertumbuhan tanaman (Rukmini 2017). Panjang akar berpengaruh nyata pada interaksi pupuk kandang sapi dan *cocopeat* didukung dari sifat *cocopeat* yang menampung air dalam pori-pori tanah sehingga menunjang pertumbuhan akar dengan cepat (Wahyuni 2011; Nababan 2019).

Pertumbuhan Tinggi Bibit Sengon

Hasil sidik ragam tinggi tanaman sengon pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa parameter tersebut berpengaruh nyata pada pupuk kandang sapi, namun tidak berpengaruh nyata pada pemberian *cocopeat* dan interaksi pupuk kandang sapi dan *cocopeat*.

Tinggi merupakan parameter pertumbuhan yang kerap diamati sebagai indikator pertumbuhan dan menjadi parameter pengukuran pengaruh lingkungan dan perlakuan yang ditetapkan. Tinggi tanaman menunjukkan baik buruknya pertumbuhan tanaman karena mencerminkan produktivitas dan metabolisme dalam tumbuhan. Keduanya dipengaruhi oleh nutrisi dan lingkungan sekitarnya. Pemberian pupuk kandang sapi pada tanah tercemar oli bekas memberi pengaruh nyata pada pertumbuhan tinggi semai. Pemberian pupuk kandang dengan dosis paling tinggi terbukti menghasilkan hasil berbeda nyata pada semua perlakuan. Tabel 2 menunjukkan hasil uji lanjut perlakuan pemberian kandang sapi yang berpengaruh nyata pada semai. Hasil terbaik dan berbeda nyata ditunjukkan pada perlakuan S3 (pupuk kandang sapi 90 g) dengan rata-rata tinggi 23,84 cm dan mengalami peningkatan dari perlakuan kontrol sebesar 146,79%. Pupuk kandang sapi adalah salah satu contoh pupuk organik yang baik menjadi pupuk dasar sebab pupuk kandang dapat memperbaiki kesuburan dan struktur tanah (Sriyanto *et al.* 2015).

Pertumbuhan Diameter Semai Sengon

Hasil sidik ragam diameter tanaman sengon pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa

Tabel 2 Hasil Uji Duncan pengaruh pemberian pupuk kandang sapi terhadap tinggi semai sengon

Perlakuan	Tinggi (cm)	% Perubahan
S0	9,66a	-
S2	22,59b	133,88
S1	23,20c	140,16
S3	23,84d	146,79

Tabel 3 Hasil Uji Duncan pengaruh pemberian pupuk kandang sapi terhadap diameter semai sengon

Perlakuan	Diameter (cm)	Peningkatan %
S0	0,19a	-
S1	0,29ab	47,34
S3	0,33bc	64,82
S2	0,36c	81,35

parameter diameter tersebut adanya pengaruh nyata pada perlakuan pemberian pupuk kandang sapi. Perlakuan dengan pemberian pupuk kandang sapi memberikan pengaruh nyata selanjutnya dilakukan uji lanjut. Hasil dari uji lanjut pertumbuhan semai sengon ditampilkan pada Tabel 3.

Pertumbuhan diameter tanaman sangat dipengaruhi oleh nutrisi yang diserap oleh akar untuk pembesaran batang. Peran akar sebagai penyuplai air dan hara berjalan baik dan maksimal juga sehingga dapat mendukung proses tumbuhnya tanaman salah satunya pertumbuhan diameter. Uji lanjut pertumbuhan diameter semai sengon menunjukkan adanya perbedaan nyata antar dosis pemberian pupuk kandang sapi yang diberikan pada media. Taraf S1 dan S3 menunjukkan adanya hasil rata-rata diameter yang tidak berbeda nyata. Sementara taraf S2 (pupuk kandang sapi 60 g) menjadi perlakuan yang memberikan hasil rata-rata diameter yang berbeda nyata yaitu 0,359 cm dengan peningkatan dari kontrol sebesar 81,351%.

Pertumbuhan Panjang Akar Bibit Sengon

Hasil sidik ragam kecenderungan panjang akar sengon dengan selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa parameter panjang akar berpengaruh nyata pada perlakuan bibit dengan pemberian pupuk kandang sapi dan bibit dengan pemberian pupuk kandang sapi dan *cocopeat*. Bibit dengan pemberian hanya dengan *cocopeat* tidak berpengaruh nyata.

Pupuk kandang dan *cocopeat* merupakan perpaduan media yang baik untuk pertumbuhan akar. Peran *cocopeat* yang memperbaiki struktur tanah agar menggembur sekaligus meningkatkan daya pegang air dalam tanah mengakibatkan akar-akar lateral tumbuh dengan baik. Nutrisi yang disediakan pupuk kandang diserap dengan baik juga. Perlakuan pemberian media tanam dengan pupuk kandang dan *cocopeat* memberikan pengaruh nyata. Tabel 5 menampilkan uji lanjut dari hasil perlakuan pemberian pupuk kandang

Tabel 4 Hasil Uji Duncan pengaruh pemberian pupuk kandang sapi dan *cocopeat* terhadap panjang akar semai sengon

Perlakuan	Panjang akar (cm)	Peningkatan %
S0C0	20,40a	-
S0C4	24,33ab	19,28
S2C3	24,83ab	21,73
S1C3	25,67ab	25,82
S2C1	26,83ab	31,54
S1C1	27,67ab	35,62
S3C2	28,93ab	41,83
S2C4	29,50ab	44,61
S2C2	31,63bc	55,06
S0C3	32,10bc	57,35
S0C1	32,63bc	59,97
S1C2	36,43cd	78,59
S2C0	36,57cd	79,25
S3C1	37,20cd	82,35
S0C2	39,30fg	92,65
S3C0	39,93fg	95,75
S1C4	40,27gh	97,39
S1C0	40,67gh	99,35
S3C3	40,67gh	99,35
S3C4	43,20i	111,76

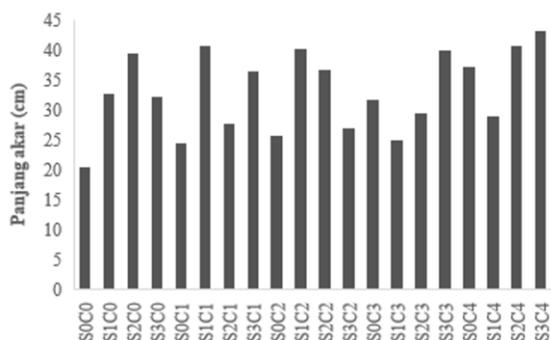
sapi dan *cocopeat*. Perlakuan interaksi ini memperoleh hasil yang berbeda nyata pada perlakuan S3C4 (pupuk kandang 90 g dan *cocopeat* 100 g) dengan rata-rata panjang akar 43,2 cm dan mengalami peningkatan dari kontrol sebesar 111,765%. Perpaduan pupuk kandang sapi dan *cocopeat* dapat memenuhi nutrisi yang diperlukan semai sengon untuk pertumbuhan akar.

Kandungan pupuk kandang sapi yang memiliki unsur makro yang tinggi seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) serta unsur mikro seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan mangan (Mn) Unsur-unsur tersebut dibutuhkan tanaman sebab berperan pada keseimbangan hara dalam tanah dan merupakan tempat penyimpanan makanan bagi tanaman (Andayani dan Sarido 2013). Sementara, *cocopeat* merupakan salah satu bahan organik yang memiliki sifat remah sehingga udara, air, dan akar mudah masuk pada fraksi tanah dan mampu mengikat air. Sifat *cocopeat* yang demikian berpengaruh dengan pertumbuhan akar dan sifat perakaran tanaman (Putri 2008).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bibit sengon dengan perlakuan S0C0 (kontrol) memiliki rata-rata panjang akar paling rendah yaitu sebesar 20,4 cm. Perlakuan dengan rata-rata panjang akar paling tinggi adalah S3C4 (pupuk kandang sapi 90 g + *cocopeat* 100 g). Pemberian pupuk kandang dan *cocopeat* sangat berpengaruh pada panjang akar tanaman sengon. Ini dikarenakan pupuk kandang memiliki kelebihan dalam memperbaiki sifat fisik tanah seperti permeabilitas tanah, porositas tanah, struktur tanah, daya tahan air, dan kation-kation tanah (Chairani 2006; Evanita *et al.* 2014). Sementara *cocopeat* merupakan penahan air yang baik sehingga dapat menunjang pertumbuhan akar. Pertumbuhan akar ditentukan perakaran untuk mendukung dalam kemampuan mengekstrak ketersediaan air. Pertumbuhan akar yang demikian akan mendukung kemampuan tanaman beradaptasi (Kashiwagi *et al.* 2006; Parwata *et al.* 2017).

Berat Basah Total (Bbt) dan Berat Kering Total (Bkt) Sengon

Berdasarkan data yang telah dilakukan pengukuran yang disajikan pada Tabel 2 berisi hasil dari sidik ragam dalam kepercayaan 95%. Hasil diperoleh pada parameter berat kering total yaitu berpengaruh nyata dengan perlakuan pemberian pupuk kandang sapi pada tabel 2 dengan perlakuan memiliki hasil tinggi adalah perlakuan S2C4 (pupuk kandang sapi 60 g + *cocopeat*



Gambar 1 Kecenderungan panjang akar bibit sengon pada berbagai perlakuan

100 g). Tabel 5 menunjukkan pengaruh pemberian pupuk kandang sapi pada berat kering total dengan perlakuan paling baik adalah S2 (pupuk kandang sapi 60 g) dengan berat basah total 2,1087 g dengan persen peningkatan 165,246% dibanding dengan kontrol.

Berat kering total merupakan berat tanaman yang diukur setelah mengalami pengeringan menggunakan oven sehingga tidak ada air dalam tanaman tersebut. Berat ini diukur menunjukkan metabolisme tanaman. Berat kering dapat mewakili hasil metabolit tanaman karena di dalam daun dan organ lain mengandung hasil metabolit. Pertambahan berat kering digunakan sebagai indikator pertumbuhan tanaman karena berat kering mencerminkan akumulasi senyawa organik yang berhasil disintesis tanaman dari senyawa anorganik yaitu air dan CO₂.

Berat kering tanaman menunjukkan status nutrisi suatu tanaman dan juga merupakan indikator yang menentukan baik tidaknya suatu pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga erat kaitannya dengan ketersediaan hara (Sitorus *et al.* 2014). Pemberian pupuk kandang sapi cukup berpengaruh baik pada berat kering sengon. Pemberian pupuk kandang dengan dosis tinggi seperti pada taraf S3 (pupuk kandang sapi 90 g) akan merugikan bibit karena dapat mempengaruhi pH pada media tanam. Pemberian pupuk kandang yang terlalu banyak akan mengakibatkan pH menurun drastis sehingga tanah bersifat sangat asam dan kurang kondusif bagi pertumbuhan tanaman (Handoko 2007; Rokhim 2018).

Berat basah total tanaman merupakan indikator penting untuk menilai hara dan air yang terserap oleh tanaman. Peningkatan berat basah tanaman yang diberi unsur hara dari bahan organik menunjukkan bahwa tanaman mudah menyerap unsur hara yang terkandung dalam bahan organik yang digunakan untuk memacu pertumbuhan. Berat basah total berpengaruh nyata pada pemberian pupuk kandang sapi. Berat basah berkaitan dengan adanya kandungan air dalam jaringan atau organ tumbuhan (Sitompul dan Guritno 1995). Berat basah tanaman diperoleh dari aktivitas pertumbuhan serta nilainya dipengaruhi kadar air jaringan dan hasil metabolismenya. Tabel 7 menunjukkan uji lanjut yang

Tabel 5 Hasil Uji Duncan pengaruh pemberian pupuk kandang sapi terhadap berat kering total semai sengon

Perlakuan	Bkt (g)	Peningkatan %
S0	0,46a	0
S1	1,42ab	210,98
S3	2,08ab	355,94
S2	2,11b	362,22

Tabel 6 Hasil Uji Duncan pengaruh pemberian pupuk kandang sapi terhadap berat basah total semai sengon

Perlakuan	Bbt (g)	Peningkatan %
S0	0,597a	0
S1	1,973ab	230,38
S2	2,72ab	355,38
S3	3,167ab	430,16

dari berat basah total dengan perlakuan pemberian pupuk kandang sapi yang berpengaruh nyata pada berat basah total. Perlakuan S3 (pupuk kandang 90 g) memiliki hasil rata-rata paling tinggi sebesar 3,167 g dengan kenaikan dari perlakuan kontrol 430,164%.

Hasil sidik ragam berat basah total bibit sengon dengan selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang api berpengaruh nyata pada berat basah total bibit sengon. Perlakuan yang memperoleh hasil terbaik ialah perlakuan S3C0 (pupuk kandang 90 g). Berat basah total diketahui sangat berkaitan erat dengan kadar air tanaman dikarenakan pengukuran berat basah total tidak memerlukan proses pengeringan. Sehingga kadar air yang terkandung dalam tanaman terhitung pada parameter ini. Penyerapan unsur hara yang baik mengakibatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman pada bagian-bagian tanaman menjadi lebih baik dan menghasilkan berat segar dan berat kering yang lebih tinggi (Marlina *et al.* 2015). Penelitian Murniyanto (2007) yang menguji pupuk kandang pada tanaman jagung membuktikan bahwa pengaruh penambahan pupuk kandang dapat menyebabkan peningkatan kadar air tanah hingga 43,2%. Peningkatan kadar air dalam tanah ini mempengaruhi berat basah total tanaman.

Analisis Tanah

Hasil analisis tanah yang tersaji pada Tabel 7 menunjukkan adanya perubahan antara perlakuan kontrol dengan pemberian pupuk kandang sapi dan *cocopeat* dengan dosis tertentu. Parameter yang diukur dalam analisis tanah antara lain ialah pH (keasaman tanah), C-Organik, N-Total, Ca, Mg, K, Na, KTK, KB, Al, H, Fe, dan Cu. Beberapa parameter memberikan perubahan positif yang di antaranya adalah C-organik, Ca, Mg, K, Na, KB, Fe, dan Cu. Sementara beberapa parameter yang mengalami penurunan ialah pH, N-total, KTK, Al, dan H.

Parameter pertama merupakan derajat keasaman tanah (pH) yang menunjukkan adanya perubahan

sebesar 0,41 lebih rendah daripada media kontrol. Penurunan pH tanah diketahui disebabkan adanya pemberian pupuk kandang sapi. Pupuk kandang sapi diketahui memiliki pH rendah atau masam. Penurunan keasaman tanah ini erat kaitannya dengan aktivitas mikroorganisme tanah dan kandungan logam tanah yang tinggi. Aktivitas mikroorganisme tanah yang mengurai bahan organik tanah dengan terus menerus mengubah bahan organik pada media menjadi asam organik, CO₂ dan air (Putri *et al.* 2020). Kandungan logam yang masih banyak menyebabkan pH rendah karena semakin rendah pH akan menyebabkan kelarutan logam semakin tinggi (Endrastuti 2015).

C-organik pada media perlakuan menunjukkan adanya perubahan 0,75% lebih tinggi dari media kontrol. Karbon organik adalah bagian tanah yang bersumber dari sisa tanaman dan binatang yang terdapat di dalam tanah yang terus menerus mengalami perubahan karena dipengaruhi oleh faktor biologi, fisika dan kimia. Salah satu sumber karbon berasal dari pupuk kandang sapi yang memiliki selulosa yang tinggi yang merupakan senyawa rantai karbon yang mengalami proses penguraian lebih lanjut (Nurhamdani dan Setyaningsih 2022). Karbon organik tanah berasal dari senyawa karbon di alam, dan semua jenis senyawa organik yang terdapat di dalam tanah, termasuk serasah, fraksi bahan organik ringan, biomassa mikroorganisme, bahan organik terlarut di dalam air, dan bahan organik yang stabil atau humus (Supryono 2009).

N-total dari media yang diberi perlakuan pemberian pupuk kandang sapi dan *cocopeat* mengalami penurunan sebanyak 0,07% dari media kontrol. Media perlakuan mengalami penurunan kandungan nitrogen diduga dikarenakan penyerapan oleh tanaman maupun proses pencucian (*leaching*) dan erosi (Buckman dan Brady 1982; Sari *et al.* 2016). Pertumbuhan tanaman sengon yang baik diakibatkan nitrogen terserap dengan baik sehingga N yang terkandung pada tanaman terangkut hasil panen tanpa adanya siklus pengembalian N ke dalam tanah dan udara (Khalif *et al.* 2014). Selain

Tabel 7 Hasil analisis tanah kontrol dan perlakuan pemberian pupuk kandang sapi dan *cocopeat*

No	Perlakuan	Kontrol	Kriteria	Pupuk kandang sapi dan <i>cocopeat</i>	Kriteria	Perubahan
1	pH H ₂ O	4,68	Masam	4,27	Sangat Masam	-0,41
2	C-Organik (%)	1,8	Rendah	2,55	Sedang	0,75
3	N-Total (%)	0,16	Rendah	0,09	Sangat Rendah	-0,07
4	Ca (me/100g)	1,37	Sangat Rendah	2,77	Rendah	1,4
5	Mg (me/100g)	0,31	Sangat Rendah	0,78	Rendah	0,47
6	K (me/100g)	0,19	Rendah	0,56	Tinggi	0,37
7	Na (me/100g)	0,21	Rendah	0,34	Sedang	0,13
8	KTK (%)	34,1	Tinggi	18,34	Sedang	-15,76
9	KB (%)	6,07	Sangat Rendah	24,34	Rendah	18,27
10	Al (me/100g)	1,92		1,1		-0,82
11	H (me/100g)	0,38		0,04		-0,34
12	Fe (ppm)	7,4		19,8		12,4
13	Cu (ppm)	0,9		1,6		0,7
14	Zn (ppm)	4,2		5,0		0,8
15	Mn (ppm)	21,0		28,4		7,4
16	Tekstur					
	Pasir	2,43		3,51		1,08
	Debu	17,11		12,51		-4,6
	Liat	80,46		83,98		3,52
	Kelas tekstur tanah	Liat		Liat		

itu, kelembaban tanah dan kadar air dalam tanah yang tinggi akibat adanya pemberian *cocopeat* diduga mempengaruhi kehilangan nitrogen. Pada kondisi tertentu, kadar air dan aerasi menjadi faktor pembatas mineralisasi unsur N. Mineralisasi N merupakan perubahan senyawa organik menjadi ikatan anorganik yang mudah diserap oleh tanaman (Rustam dan Sunarminto 2014).

Kandungan unsur hara makro Ca, Mg, K, Na mengalami perubahan positif pada perlakuan pemberian pupuk kandang sapi dan *cocopeat*. Perubahan kenaikan kandungan unsur-unsur tersebut berturut-turut adalah Ca 1,4 me/100g; 0,47 me/100g; 0,37 me/100g; 0,13 me/100 g. Meskipun begitu, dengan perubahan demikian, nilai Ca dan Mg masih tergolong rendah. Kalsium berfungsi untuk menaikkan pH tanah agar tidak mengalami keracunan unsur Al. Namun dengan kandungan yang tergolong rendah dalam tanah, kalsium tidak cukup menaikkan pH tanah dan kandungan Al masih tinggi. Magnesium dalam bentuk Mg^{2+} adalah bagian dari klorofil (Tehubijuluw *et al.* 2014). Kandungan magnesium yang rendah di dalam tanah diduga akibat penyerapan oleh tanaman. Kandungan nilai K yang tergolong tinggi disebabkan sabut kelapa memiliki kandungan kalium (Sari 2015). *Cocopeat* seperti diketahui merupakan media organik yang berasal dari serbuk sabut kelapa ini berperan penting sebagai tambahan kalium dalam tanah. Unsur Na dibutuhkan tanaman sebagai pendukung pertumbuhan tanaman. Rendahnya unsur hara makro ini kemungkinan disebabkan oleh penyerapan nutrisi tanah oleh tanaman dan pencucian oleh air.

Analisa tanah menunjukkan bahwa KTK mengalami penurunan sebanyak 15,76% karena penambahan pupuk kandang sapi dan *cocopeat*. Perubahan ini menyebabkan KTK media dengan perlakuan masuk pada kategori sedang setelah sebelumnya pada media kontrol memiliki KTK yang tinggi. Nilai KTK yang rendah ini berpengaruh pada kemampuan tanah dalam menyimpan dan menyediakan unsur kalium (Wanarso 2005; Afandi *et al.* 2015). Nilai KTK yang termasuk sedang ini mempengaruhi kejenuhan basa. Berbeda dengan nilai kejenuhan basa yang mengalami peningkatan sebesar 18,27%. Kejenuhan basa yang sejumlah 24,34% masih tergolong rendah. Rendahnya kejenuhan basa ini berkaitan dengan ketersediaan kation-kation untuk penyedia nutrisi untuk tanaman. Kejenuhan basa juga berkaitan dengan derajat keasaman tanah. Tanah dengan pH rendah mempunyai kejenuhan basa rendah, begitu juga sebaliknya (Purwanto 2008 Suarjana *et al.* 2015). Nilai KTK yang rendah dipengaruhi oleh kejenuhan basa dan pH tanah yang juga rendah.

Berbeda dengan unsur sebelumnya, unsur logam Al dan H mengalami penurunan secara berturut-turut 0,82 me/100 g dan 0,34 me/100 g pada media perlakuan pemberian pupuk kandang sapi dan *cocopeat*. Unsur Al dan H yang mengalami reduksi kemungkinan akibat adanya penyerapan oleh sengon. Unsur Fe, Cu, Zn, dan Mn justru mengalami peningkatan pada media dengan pemberian pupuk kandang sapi dan *cocopeat* sebesar 12,4 ppm; 0,7 ppm; 0,8 ppm; 7,4 ppm. Perubahan

kandungan logam berat yang tinggi ini diduga karena keempat logam ini tergolong cukup berat untuk direduksi. Selain itu, logam Fe, Cu, Zn, dan Mn adalah unsur hara mikro yang berarti dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit. Unsur-unsur tersebut didapatkan dari pemberian perlakuan oli bekas di semua media dan perlakuan pemberian pupuk kandang sapi. Sehingga kandungan kedua logam berat ini berlimpah pada tanah dan tanaman sengon tidak menyerap banyak keempat unsur ini karena termasuk unsur hara mikro.

Tekstur tanah merupakan perbandingan relatif antara berbagai partikel tanah. Tekstur tanah menunjukkan perbedaan jenis tekstur dengan persentase relatif fraksi-fraksi pasir, debu, dan liat, yang biasanya dinyatakan sebagai persentase massa masing-masing fraksi tersebut (Basir 2019). Tekstur tanah berkorelasi dengan permeabilitas tanah, daya pegang air, aerasi dan KTK (Agustin *et al.* 2015). Tekstur tanah pada kedua media yang dianalisis didominasi dengan liat sebesar 80%. Ini mengakibatkan kedua media berdasarkan penggolongan tekstur tanah menggunakan segitiga tekstur termasuk pada tekstur liat. Tanah dengan liat yang tinggi memiliki pori-pori yang kecil bahkan halus sehingga sulit membebaskan air. Perlakuan tidak mempengaruhi tekstur tanah. Secara umum tekstur tanah tidak dapat diubah dan diperbaiki (Basir 2019). Tekstur tanah dipengaruhi banyak faktor seperti iklim, topografi, bahan induk, organisme tanah, dan waktu. Perubahan tekstur tanah membutuhkan waktu lama dengan melibatkan perubahan-perubahan komponen penyusunnya.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Pemberian pupuk kandang sapi dan *cocopeat* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman semai sengon dan memperbaiki kesuburan pada tanah tercemar oli bekas. Interaksi pemberian pupuk kandang sapi dan *cocopeat* memberikan pengaruh nyata pada panjang akar dengan hasil terbaik pada perlakuan S3C4 (90 g pupuk kandang sapi dan 100 g *cocopeat*). Perlakuan S2C4 (60 g pupuk kandang sapi dan 100 g *cocopeat*) memberikan pengaruh baik pada diameter dan berat kering total. Perlakuan S2C0 (pupuk kandang sapi 60 g) memberikan pengaruh baik pada NPA dan respirasi tanah. Perlakuan S3C0 (pupuk kandang sapi 90 g) memberikan pengaruh baik pada berat basah total. Perlakuan S1C2 (pupuk kandang sapi 30 g dan *cocopeat* 50 g) memberikan pengaruh baik pada tinggi sengon.

Saran

Tanaman sengon dengan pemberian pupuk kandang sapi dan *cocopeat* dapat digunakan untuk bioremediasi tanah tercemar oli bekas. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai dosis amelioran pupuk kandang dan *cocopeat* pada jenis lain untuk melihat keefektifan dari dosis tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi FN, Siswanto B, Nuraini Y. 2015. Pengaruh pemberian berbagai jenis bahan organik terhadap sifat kimia tanah pada pertumbuhan dan produksi tanaman ubi jalar di entisol Ngrangkah Pawon, Kediri. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 2(2) : 237–244
- Agustin ZA, Novita E, Widodo S. 2015. Kajian Efisiensi Penyimpanan Air Dari Berbagai Tekstur Tanah. *Berkala Ilmiah Teknologi Pertanian*. 1(1) : 1-4.
- Andayani, Sarido L. 2013. Uji Empat Jenis Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Keriting (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agrifor* 12 (1) : 22–29.
- Atmosuseno BS. 1999. *Budidaya, Kegunaan, dan Prospek Sengon*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Basir MI. 2019. Pemanfaatan lahan bekas penggalian tanah pembuatan batu bata untuk persawahan di Desa Gentung Kecamatan Bajeng Barat Kabupaten Gowa. *Jurnal Environmental Science* 1(2) : 18-27.
- Buckman HO, Brady NC. 1982. *Ilmu Tanah. Terjemahan Prof. Dr. Soegiman*. Jakarta : Bharata Karya Aksara.
- Chairani. 2006. Pengaruh fosfor dan pupuk kandang kotoran sapi terhadap sifat kimia tanah dan pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa* L) pada lahan sawah tadah hujan di Kabupaten Langkat, Sumatra Utara. *Jurnal Penelitian Pertanian Indonesia* 25(1) : 8-17.
- Darmawan, Yusuf M, Syahrudin I. 2015. Pengaruh berbagai media tanam terhadap pertumbuhan bibit tanaman kakao (*Theobroma cacao*. L). *Jurnal Agroplantae* 4(1) : 13-18.
- Ekawati, Mansur I, Dewi P. 2016. Pemanfaatan kompos dan mikoriza arbuskular pada longkida (*Nauclea orientalis*) di tanah pasca tambang nikel PT. Antam Pomala. *Jurnal Silviculture Tropika* 7(1): 1–7.
- Endrastuti O. 2015. Pengaruh pH terhadap daya adsorpsi logam berat Fe^{+2} (besi) dengan menggunakan karbon aktif batubara [skripsi]. Malang : Universitas Brawijaya.
- Evanita E, Widaryanto E, Heddy YBS. 2014. Pengaruh pupuk kandang sapi pada pertumbuhan dan hasil tanaman terong (*Solanum Melongena* L.) pada pola tanam tumpangsari dengan rumput gajah (*Penisetum purpureum*) tanaman pertama. *Jurnal Produksi Tanaman* 2(7) : 533-541.
- Fitriani D. 2016. Pertumbuhan tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria* L.) bermikoriza pada lahan tercemar Pb. [skripsi]. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Gardner P, Campbell NA, JB. Reece JB. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta : UI Press.
- Hafif B. 2020. Kerusakan tanah pada lahan perkebunan dan strategi pencegahan serta penanggulangannya. *Perspektif* 19 (2): 105-121.
- Handoko H. 2007. *Pachypodium*. Jakarta: Gramedia Utama.
- Idjudin A. 2011. Peranan konservasi lahan dalam pengelolaan perkebunan. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 5 (2): 103-116.
- James CS. 1995. *Experimental methods in analytical chemistry of foods*. New York (NY) : Chapman and Hall.
- Kashiwagi J, Krishnamurthy L, Crouch JH, Serraj R. 2006. Variability of root length density and its contributions to seed yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought stress. *Field Crops Research* 95:171-181.
- Khalif U, Utami SR, Kusuma Z. 2014. Pengaruh penanaman sengon (*Paraserianthes falcataria*) terhadap kandungan C dan N tanah di Desa Slamparejo, Jabung, Malang. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 1(1) : 09-15.
- Marlina N, Aminah RIS, Rosmiah, Setel LR. 2015. Aplikasi pupuk kandang kotoran ayam pada tanaman kacang tanah (*Arachis Hypogea* L.). *Biosantifika* 7(2) : 136-141.
- Murniyanto E. 2007. Pengaruh bahan organik terhadap kadar air tanah dan pertumbuhan tanaman jagung di lahan kering. *Jurnal Buana Sains* 7(1) : 51-60.
- Muslimah. 2015. Dampak pencemaran tanah dan langkah pencegahan. *Jurnal Penelitian Agrisamudra* 2 (1): 11-20.
- Nababan M. 2019. Pemberian *cocopeat* dan panjang stek terhadap pertumbuhan tanaman buah naga (*Hylocereus Polyrhizus*) [skripsi]. Medan : Universitas Pembangunan Panca Budi.
- Parwata IGM, Santoso BB, Soemeinaboedy IN. Pertumbuhan dan distribusi akar tanaman muda beberapa genotipe unggul jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *Jurnal Sains Teknologi dan Lingkungan* 3 (2) : 9-17.
- Pilon-Smits E. 2005. *Phytoremediation*. California (US) : Annual Reviews Inc.
- Putri AI. 2008. Pengaruh media organik terhadap indeks mutu bibit cendana (*Santalum album*). *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 21 (1): 1-8.
- Putri DA, Yusnaini S, Utomo M, Niswati A. 2020. Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan jangka panjang terhadap respirasi pada pertanaman kedai (*Glycine max* L.) di lahan Politeknik Negeri Lampung tahun ke-29. *Jurnal Agrotek Tropika* 8 (3) : 587-595.
- Riyanto BAY. 2011. Sengon bermikoriza untuk fitoremediasi timbal (Pb) dalam media tanah tercemar tailing tambang emas rakyat [skripsi]. Malang : Universitas Brawijaya.
- Rokhim A. 2018. Pengaruh jenis dan dosis pupuk kandang terhadap pertumbuhan sawi (*Brassica juncea* L.) [skripsi]. Malang : Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Rukmini, A. 2017. Pengaruh dosis pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan kacang hijau (*Vigna radiata* L.) pada kondisi kadar air tanah yang berbeda. [skripsi]. Malang : Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Rustam LO, Sunarminto BH. 2014. Mineralisasi nitrogen di bawah tegakan hutan *Eucalyptus*

- pellita* dan *Acacia mangium* di Sumatra Selatan [tesis]. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Sari BP, Santoso M, Koesriharti. 2016. Pengaruh komposisi media tanam dan pupuk nitrogen terhadap pertumbuhan serta hasil tanaman sawi pak choi (*Brassica rapa* L var. chinensis). *Jurnal Produksi Tanaman* 4 (5) : 399-405
- Sari E. 2015. Eksplorasi vegetasi fitoremediator dan bakteri rizosfer resisten logam berat Pb dan Sn di lahan bekas tambang timah pulau bangka [skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Sari SY. 2015. Pengaruh Volume Pupuk Organik Cair Berbahan Dasar Serabut Kelapa (*Cocos nucifera*) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Panen Sawi Hijau (*Brassica juncea*) [skripsi]. Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma.
- Setiadi Y, Salim F, Silmi Y. 2014. Seleksi adaptasi jenis tanaman pada tanah tercemar minyak bumi. *Jurnal Silviculture Tropika* 5(3) :160 – 166.
- Siregar UJ, Sidabutar J, Siregar CA. 2013. Perubahan karakteristik kimia tanah pada model reklamasi lahan bekas tambang PT. Antam UBPE Pongko. *Jurnal Silviculture Tropika* 4(3): 141–149.
- Sitorus UKP, Siagian B, Rahmawati N. 2014. Respons pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap pemberian abu broiler dan pupuk urea pada media pembibitan. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 2 (3) : 1021-1029.
- Soetjningsih, Ranuh ING. 2015. *Tumbuh Kembang Anak*. Edisi 2. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Sriyanto D, Astuti P, Sujalu AP. 2015. Pengaruh dosis pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman terung ungu dan terung hijau. *Jurnal Agrifor* 16 (1): 39–44.
- Suarjana IW, Supadma AAN, Arthagama IDM. 2015. Kajian Status Kesuburan Tanah Sawah Untuk Menentukan Anjuran Pemupukan Berimbang Spesifik Lokasi Tanaman padi Di Kecamatan Manggis. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika* 4 (4) : 314-323.
- Subatra K. 2013. Pengaruh sisa amelioran, pupuk N dan P terhadap ketersediaan N, pertumbuhan dan hasil tanaman padi di musim tanam kedua pada tanah gambut. *Jurnal Lahan Suboptimal* 2 (2): 159-169.
- Suharti. 2008. Aplikasi Inokulum EM-4 dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Bibit Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.). *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 5 (1) : 55-65.
- Supryono. 2009. Kandungan C-organik dan N-total pada Seresah dan tanah pada 3 Tipe fisiognomi (studi kasus di Gunung Wanagama I, Gunung Kidul, DIY). *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan* 9 (1): 49-57.
- Tehubijuluw H, Sutapa IW, Patty P. 2014. Analisis kandungan unsur hara Ca, Mg, P, dan S pada kompos limbah ikan. *Arika* 8 (1) : 43-52.
- Wahyuni. 2011. Pemanfaatan Kulit Buah Naga Super Merah (*Hylicereus costaricensis*) Sebagai Sumber Antioksidan dan Pewarna Alami Pada Pembuatan Jelly. *Jurnal Gizi dan Pangan* 2(1): 68-85.
- 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.
- Wanarso S. 2005. *Kesuburan Tanah: Dasar Kesehatan Dan Kualitas Tanah*. Bengkulu : Gava Media.