



Potensi *fly ash* dan *bottom ash* sebagai sumber alternatif *Top soil* di lahan reklamasi pasca tambang batubara

IRWAN FERDIAN, H. MUHAMMAD FAIZAL*, DAN HASANUDIN

Program Studi Pengelolaan Lingkungan, Fakultas Pasca Sarjana, Universitas Sriwijaya, Bukit Besar 30139, Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

<p>Kata kunci: faba, pertambangan, reklamasi, <i>Top soil</i></p>	<p>ABSTRAK: <i>Top soil</i> berperan penting mendukung pertumbuhan tanaman serta sebagai pilar keberhasilan reklamasi lahan pascatambang. Disisi lain, industri pertambangan faktanya kekurangan cadangan <i>Top soil</i> dalam merencanakan reklamasi. Belum adanya teknologi dan metode pemanfaatan limbah <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> skala besar menjadikan limbah abu batubara sebagai isu lingkungan. Tujuan penelitian untuk mengetahui apakah <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> dapat dimanfaatkan sebagai alternatif <i>Top soil</i> pada lahan reklamasi. Penelitian ini menggunakan metode rancang acak lengkap dengan 3 kali ulangan, setiap media tanam diberikan perlakuan berbeda dengan komposisi P1 (<i>Top soil</i> 100%), P2 (Faba 100%), P3 (Bokashi 10% + Faba 90%), P4 (Bokashi 85% + Faba 15%), P5 (<i>Top soil</i> 45% + Faba 55%), P6 (<i>Top soil</i> 10% + Bokashi 20% + Faba 70%), P7 (<i>Top soil</i> 30% + Bokashi 20% + Faba 50%), P8 (<i>Top soil</i> 30% + Faba 70%). Penelitian berfokus pada media tanam yang mempengaruhi kesuburan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan komposisi P7 (<i>Top soil</i> 30% + bokashi 20% + Faba 50%) memberikan pengaruh paling baik dalam mendukung pertumbuhan tanaman minyak kayu putih (<i>Melaleuca cajuputi</i>).</p>
<p>Keywords: faba, mining, reclamation, <i>Top soil</i></p>	<p>ABSTRACT: <i>Top soil</i> plays an important role in supporting plant growth and as a pillar of successful post-mining land reclamation. On the other hand, the mining industry lacks <i>top soil</i> reserves in planning reclamation. The absence of technology and methods for large-scale utilization of <i>fly ash</i> and <i>bottom ash</i> waste makes coal ash waste an environmental issue. The purpose of the study was to determine whether <i>fly ash</i> and <i>bottom ash</i> can be utilized as an alternative to <i>top soil</i> in reclamation land. This study used a complete randomized design method with 3 replications, each planting medium was given a different treatment with the composition P1 (<i>Top soil</i> 100%), P2 (Faba 100%), P3 (Bokashi 10% + Faba 90%), P4 (Bokashi 85% + Faba 15%), P5 (<i>Top soil</i> 45% + Faba 55%), P6 (<i>Top soil</i> 10% + Bokashi 20% + Faba 70%), P7 (<i>Top soil</i> 30% + Bokashi 20% + Faba 50%), P8 (<i>Top soil</i> 30% + Faba 70%). Research focuses on planting media that affect plant fertility. The results showed that the composition of P7 (<i>Top soil</i> 30% + bokashi 20% + faba 50%) had the best effect in supporting the growth of eucalyptus oil plants (<i>Melaleuca cajuputi</i>).</p>

1 PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya sumberdaya alam salah satunya sumberdaya mineral dan batubara, Indonesia mencatat produksi batubara mencapai sebesar 558 juta ton, sebesar 134 juta ton untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri [1]. Pemanfaatan energi batubara terbesar dalam negeri sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) sebesar 140,8 juta ton. Kebutuhan batubara di prediksi akan mengalami peningkatan seiring dengan program pemerintah Indonesia dalam Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL)

sebesar 35.000 MW dalam kurun waktu 2021 s.d 2030 [2].

Proses penambangan batubara di Indonesia secara umum dilakukan dengan metode tambang terbuka (*open pit mining*), sehingga menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Dampak yang ditimbulkan meliputi perubahan bentang alam, penurunan kualitas tanah, air dan udara serta ancaman terhadap keanekaragaman hayati [3]. Sehingga upaya reklamasi lahan bekas tambang perlu dilakukan guna mengembalikan produktivitas lahan bekas tambang tersebut. Reklamasi lahan tambang memiliki faktor penting yang mempengaruhi

* Corresponding Author: email: mfaizal1405@gmail.com

keberhasilan reklamasi tersebut. Faktor tersebut adalah ketersediaan *Top soil*, kesuburan tanah, pemilihan jenis tanaman dan sebagainya. *Top soil* masih memegang peranan penting dalam mendukung keberhasilan reklamasi lahan tambang khususnya pertambangan terbuka (*open pit*). Berdasarkan letak geografisnya pada beberapa lokasi, terdapat *Top soil* yang tipis atau sedikit sehingga membuat kegiatan reklamasi tidak optimal [4].

Penyediaan energi listrik nasional tentunya didukung oleh ketersediaan sumber daya batubara dan kesiapan industri PLTU dalam menghasilkan energi listrik secara nasional. Industri PLTU tidak akan luput dari adanya potensi dampak lingkungan yang disebabkan dari sisa pembakaran batubara yang dikenal dengan abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*). Kedua limbah tersebut dikenal dengan sebutan FABA [5]. Berdasarkan PP No. 20 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan, FABA yang berasal dari proses pembakaran batubara yang menggunakan teknologi selain stoker boiler dikategorikan sebagai Limbah Non B3. Sejalan dengan regulasi terbaru Pemerintah Indonesia atas perubahan status limbah tersebut, diharapkan pemanfaatan FABA dapat dilakukan dengan lebih optimal dan tetap dilakukan dengan memperhatikan ketentuan teknis pemanfaatan dan pengelolaan potensi dampak terhadap lingkungan yang ditimbulkan.

Kurangnya lapisan penutup atau *Top soil* untuk mereklamasi lahan bekas tambang menjadi hambatan dalam kegiatan reklamasi lahan tambang. Keterbatasan *top soil* perlu diatasi dengan mencari alternatif untuk membantu atau menggantikan peran dari *top soil*. Pemanfaatan FABA dari PLTU diharapkan mampu digunakan sebagai alternatif untuk membantu atau menggantikan peran *top soil* [6]. *Fly ash* batubara mengandung mineral yang dibutuhkan oleh tanaman seperti unsur hara makro Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Natrium (Na), Kalium (K), Nitrogen (N), dan Fosfor (P). Sehingga penelitian ini dilakukan untuk membuktikan bahwa kandungan yang ada pada *fly ash* dan *bottom ash* batubara bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman. Hal ini memungkinkan lahan pascatambang batubara dengan kandungan dari *fly ash* dan *bottom ash* dapat digunakan sebagai media tanam untuk beberapa tumbuhan.

Tanaman yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi*). Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi*) merupakan salah satu tanaman yang mampu hidup dan tumbuh dengan baik dilokasi pasca tambang yang memiliki unsur hara yang relatif berbeda dengan lahan normal

karena sifat fisika dan kimia lahan. Tanaman ini juga dapat memperbaiki struktur lahan dan menambah unsur hara tanah dengan perakarannya yang besimbiosis dengan mikoriza [7]. Secara ekologis *Melaleuca cajuputi* merupakan spesies lokal Sumatera yang potensial sebagai tanaman reklamasi lahan pascatambang. Selain itu, juga dapat menunjang usaha koservasi lahan dan pemanfaatan lahan marjinal [8].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh FABA (*fly ash* dan *bottom ash*) terhadap karakteristik tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman Kayu Putih meliputi tinggi, diameter batang dan tutupan tajuk serta campuran humus, bogashi dan FABA yang ideal untuk dapat mempengaruhi tingkat kesuburan tanaman minyak kayu putih (*Melaleuca cajuputi*) dan mengetahui *fly ash* dan *bottom ash* dapat dimanfaatkan sebagai alternatif *top soil* pada lahan reklamasi pasca tambang batubara.

2 METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1) Alat tulis, 2) Cangkul, 3) *Indikator Universal*, 4) Kertas label, 5) *Munsell Soil Color Chart*, 6) Papan, 7) Palu, 8) Plastik klip, 9) Roll meter, 10) Timbangan, 11) Tabung film dan 12) Alat laboratorium.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1) Air, 2) Limbah FABA (*fly ash* dan *bottom ash*), tanah humus (*top soil*), 3) Tanaman Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi*) siap tanam dari pembibitan, 4) Sampel Tanah, 5) Alat laboratorium.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 8 taraf perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 24 unit percobaan. Adapun taraf perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, P1: *Top soil* 100%, P2 : Faba 100%, P3: Bokashi 10% + Faba 90%, P4: Bokashi 85% + Faba 15%, P5 : *Top soil* 45% + Faba 55%, P6 : *Top soil* 10% + Bokashi 20% + Faba 70%, P7 : *Top soil* 30% + Bokashi 20% + Faba 50%, P8 : *Top soil* 30% + Faba 70%.

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di kawasan pembibitan PT. Bukit Asam Tbk Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan. Penelitian dilakukan dalam kurun waktu 4 (empat) bulan, dimulai pada September 2022 – Januari 2023.

Prosedur Penelitian

Tahapan awal dalam penelitian ini yaitu memilih lokasi penelitian, mengumpulkan bahan media tanam dan bibit tanaman kayu putih. Penelitian ini dilakukan di rumah kaca untuk mempermudah dalam melakukan pemantauan dan monitoring hasil penelitian. Media tanam Faba diambil dari PLTU 3x10 MW milik PT Bukit Asam Tbk. Sampel *Fly Ash* diambil di *Ash Silo* sedangkan *bottom ash* diambil di disposal *bottom ash* dengan perbandingan 8 : 2. Bokashi yang digunakan adalah bokashi yang terbuat dari campuran sekam padi dan pupuk kandang dan tanaman kayu putih yang digunakan berasal dari pembibitan milik PT Bukit Asam, Tbk.

Selanjutnya persiapan media penanaman dilakukan dengan membuat plot penanaman dengan luas 2.5 m × 2.5 m × 0.8 m. Terdapat 24 kotak yang masing-masing memiliki komposisi media tanam yang berbeda disesuaikan dengan komposisi masing-masing perlakuan. Dosis media tanam yang telah ditentukan pada masing-masing plot di aduk hingga tercampur rata kemudian dilakukan tahap inkubasi media tanam. Inkubasi media tanam dilakukan agar nantinya unsur hara dapat tersedia bagi tanaman dan mengoptimalkan pertumbuhan tanaman pada media tanam. Pengambilan sampel tanah dilakukan untuk analisis sifat fisik dan kimia tanah. Sampel tanah diambil sebanyak 500 g pada masing-masing media tanam setelah masa inkubasi berakhir.

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan analisis Sidik Ragam (ANOVA) rancangan acak lengkap dengan membandingkan F hitung dengan F tabel 5%. Jika F hitung berpengaruh nyata atau berpengaruh sangat nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5%.

Data percobaan yang terdapat di rancangan perlakuan didistribusikan melalui model persamaan sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \Sigma_{ij}$$

dengan Y_{ij} , μ , T_i , dan Σ_{ij} berurutan adalah pengamatan pada perlakuan ke- i ulangan ke- j , Rataan umum, Pengaruh perlakuan ke- i , dan galat percobaan perlakuan ke- i ulangan ke- j (Gaspersz, 1991).

3 HASIL

Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kayu Putih

Pertumbuhan vegetatif adalah penambahan volume, jumlah, bentuk dan ukuran organ-organ vege-

tatif seperti daun, batang dan akar yang dimulai dari terbentuknya daun pada proses perkecambahannya hingga awal terbentuknya organ generatif. Pertumbuhan tanaman kayu putih yang diamati dalam penelitian ini yaitu:

Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman merupakan salah satu parameter pertumbuhan tanaman yang dapat dilihat terkait dengan respon bibit kayu putih terhadap aplikasi *fly ash* dan *bottom ash* pada media tanam. Data tinggi tanaman disajikan pada lampiran Tabel 1. Berdasarkan hasil analisis ragam (Tabel 1) rata-rata tinggi tanaman kayu putih umur 1 MST hingga 6 MST menunjukkan perbedaan yang tidak nyata. Pertumbuhan tinggi tanaman yang berbeda nyata mulai terlihat dari umur tanaman 7 MST hingga 13 MST.

Rata-rata tinggi tanaman tertinggi pada umur tanaman 7 MST hingga 13 MST pada perlakuan P7 (*Top soil* 30% + Bokashi 20% + Faba 50%). 7 MST yaitu 84,07 cm, 8 MST yaitu 89,33, 9 MST yaitu 89,67 cm, 10 MST yaitu 93 cm, 11 MST yaitu 96 cm, 12 MST yaitu 96,33 cm, 13 MST yaitu 98,67 cm.

Meningkatnya proses fotosintesis dan metabolisme pada tanaman akan berdampak dengan meningkatnya aktivitas pembentukan sel. Pembelahan dan perpanjangan sel tanaman pada bagian pucuk meningkatkan tinggi tanaman.

Diameter Batang

Pengukuran dilakukan selama 3 bulan di mulai dari minggu ke-1 sampai minggu ke-13. Data diameter batang disajikan pada lampiran Tabel 2. Pertambahan diameter merupakan pertumbuhan sekunder pada tanaman. Diameter batang tanaman kayu putih terus mengalami pertumbuhan setiap minggunya. Berdasarkan hasil perhitungan sidik ragam rata-rata diameter batang tanaman kayu putih menunjukkan hasil tidak adanya perbedaan yang nyata mulai dari umur tanaman 1 MST hingga 5 MST.

Dilihat pada lampiran Tabel 2 rata-rata diameter batang tanaman kayu putih menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada umur tanaman 6 MST pada perlakuan P4 (Bokashi 85% + Faba 15%) yaitu 4,63 cm dan perlakuan P7 (*Top soil* 30% + Bokashi 20% + Faba 50%) yaitu 4,38 cm. Pada umur tanaman 7 MST hingga 13 MST rata-rata diameter batang paling tinggi juga pada perlakuan P4. Umur tanaman 7 MST rata-rata diameter batang yaitu 4,64 cm, umur tanaman 8 MST yaitu 5,71 cm. Rata-rata diameter batang umur tanaman 9 MST yaitu 5,93 cm, umur tanaman 10 MST yaitu 6,41 cm, umur tana-

man 11 MST yaitu 6,86 cm, 12 MST yaitu 7,07 cm dan umur tanaman 13 MST yaitu 7,38 cm.

Kombinasi perlakuan pada P4 (Bokashi 85% + Faba 15%) rata-rata meningkatkan perkembangan diameter batang secara nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena tingginya dosis bokashi pada kombinasi perlakuan tersebut. Berdasarkan hasil penelitian Oktavianti (2022)[9] pemberian bokashi dapat meningkatkan diameter batang. Diameter batang meningkat karena pada bokashi terdapat unsur hara seperti N, P, K yang dapat mendorong pertumbuhan vegetatif tanaman terutama unsur hara N.

Lebar Tajuk

Data hasil pengamatan lebar tajuk tanaman kayu putih disajikan pada lampiran Tabel 3. Dengan menunjukkan rata-rata pengukuran hasil dari setiap perlakuan media tanam. Hasil analisis ragam pengaruh pemberian FABA (*fly ash* dan *bottom ash*) terhadap tanaman kayu putih (lampiran Tabel 3) menunjukkan hasil tidak adanya perbedaan yang nyata terhadap lebar tajuk pada tanaman kayu putih.

Lebar tajuk dipengaruhi oleh luas daun dan jumlah daun pada tanaman. Untuk meningkatkan jumlah daun dan luas daun pada tanaman kayu putih membutuhkan kandungan hara dan nutrisi yang cukup dalam media tanam. Ketersediaan hara akan memacu proses fotosintesis dan metabolisme pada tanaman sehingga meningkatkan jumlah daun. Pemberian FABA (*Fly Ash* dan *Bottom Ash* yang berasal dari hasil oksidasi dan bersifat aktif dapat langsung menyediakan unsur hara.

Analisis Sifat Fisik dan Kimia Tanah

Analisis sifat fisik dan kimia tanah pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi sifat fisik dan kimia tanah sebagai indikasi kesuburan tanah pada media tanam yang akan digunakan serta dapat mengetahui bagaimana pengaruh penambahan *fly ash* dan *bottom ash* pada media tanam yang akan ditanami tanaman kayu putih (*Melaleuca cajuputi*).

Berdasarkan Tabel 4 (Lampiran) diketahui bahwa warna tanah yang terdapat pada setiap perlakuan media tanam cukup beragam. keberagaman warna tanah umumnya dipengaruhi oleh perbedaan kandungan bahan organik. P1 (*Top soil* 100%) dengan warna tanah *dark yellowish brown* menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan dengan P2 hingga P8 yang rata-rata didominasi dengan warna hitam. Penyebab perbedaan warna ini karena pada P2 hingga P8 telah dipengaruhi oleh campuran media tanam bokashi dan FABA sedangkan pada P1 ada-

lah *top soil* yang berjenis *Podsolik Merah Kuning* yang mengindikasikan kandungan bahan organik dan unsur hara yang rendah.

Hasil analisis kelas tekstur menunjukkan bahwa tekstur tanah pada setiap media tanam memiliki kelas tekstur yang beragam namun terdapat beberapa jenis perlakuan sama dengan perlakuan lain. Rata-rata perlakuan P1 (*Top soil* 100%) memiliki kelas tekstur liat hal ini dikarenakan jenis lapisan tanah pucuk pada area lahan reklamasi pascatambang batubara PT. Bukit Asam, Tbk berjenis tanah mineral atau biasa disebut dengan tanah Pod Solik Merah Kuning sehingga kandungan fraksi liat pada tanah tersebut tinggi. Rata-rata kelas tekstur tanah P3 hingga P8 memiliki tekstur lempung berpasir dan pasir berlempung. Kelas tekstur lempung berpasir terdapat pada perlakuan P4 dan P5 sedangkan perlakuan P3, P6, P7 dan P8 memiliki tekstur pasir berlempung.

Tanah pada media tanam P4 (bokashi 85% + FABA 15%) dan P5 (*Top soil* 45% + FABA 55%) memiliki tekstur lempung berpasir (lempung halus sampai pasir halus), menunjukkan bahwa fraksi lempung lebih dominan pada fraksi tanah lainnya. Berdasarkan hasil pengamatan nilai pH tanah pada setiap perlakuan media tanam didominasi dengan rata-rata pH 5 dan pH 6. Nilai pH tanah sangat berpengaruh pada ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Kemasaman tanah dapat menurunkan ketersediaan hara esensial dalam tanah yang dibutuhkan tanaman, sehingga kekurangan serapan hara tersebut dapat menghambat pertumbuhan tanaman.

Rerata perlakuan P2 (FABA 100%) memiliki pH terkecil di antara tujuh perlakuan lainnya. FABA mengandung mineral anorganik yang membuat pH menjadi masam. Berdasarkan penelitian Yusmur *et al.*, (2019)[10] FABA mengandung unsur-unsur kimia yang bersifat masam seperti Si, Al, Fe, Ca, Mn dan S. Rata-rata Nilai pH cenderung meningkat pada perlakuan P3 hingga P8 dengan rata-rata nilai pH 6, nilai pH yang lebih tinggi pada perlakuan P3 hingga P8 dikarenakan penambahan bahan organik dari bokashi serta *top soil* pada media tanam. Hal ini sejalan dengan penelitian Subhan *et al.*, (2019)[11] Penggunaan bahan organik dan kompos sangat direkomendasikan untuk perbaikan kualitas media tanam dan peningkatan keberhasilan pertumbuhan tanaman.

Hasil analisis kandungan N-Total Tanah (lampiran Tabel 4) diketahui bahwa rata-rata nilai N-Total terendah pada perlakuan P3 (Bokashi 10% + FABA 90%) sebesar 0,024 %, sedangkan N-Total tertinggi pada perlakuan P4 (Bokashi 85% + FABA 15%). Ni-

lai N-Total meningkat pada setiap perlakuan yang diberikan bokashi hal ini diduga karena kombinasi serasah dan pupuk kandang dalam bokashi dapat menyumbang bahan organik di dalam tanah. Rendahnya kandungan N pada perlakuan P3 yang memiliki nilai kandungan N-Total sebesar 0.024% diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu pencucian bersama air *drainase*, penguapan, suplai hara yang disediakan tanah kurang mencukupi dan tidak adanya tambahan hara N dari pupuk organik.

Ketersediaan P di dalam tanah tergantung reaksi keseimbangan antara berbagai bentuk P tanah, yakni P larut, P terjerap, P mineral sekunder dan primer, dan P organik [12]. Berdasarkan lampiran Tabel 4 dapat dilihat bahwa pada perlakuan P2 (FABA 100%) memiliki rata-rata P-tersedia terkecil sebesar 2,480 ppm sedangkan nilai P-tersedia tertinggi pada perlakuan P4 (Bokashi 85% + FABA 15%) sebesar 32,240 ppm. Kandungan P-tersedia dalam tanah dipengaruhi oleh kandungan P-total dalam tanah, kandungan dekomposisi bahan organik, dan pH tanah. berdasarkan hasil penelitian [13], menyatakan bahwa rendahnya pH tanah dipengaruhi oleh kelarutan Al yang tinggi sehingga menyebabkan P menjadi tidak tersedia di dalam tanah. Pada tanah masam P larut akan bereaksi dengan Al dan Fe membentuk senyawa AIP dan FeP yang relatif kurang larut, sehingga P tidak dapat diserap oleh tanaman.

Nilai K-dd tanah pada setiap perlakuan beragam dengan rata-rata nilai K-dd terendah pada perlakuan P1 (*Top soil* 100%), P5 (*Top soil* 45% + FABA 15%) dan P8 (*Top soil* 30% + FABA 70%) sebesar 0,256 cmol kg⁻¹ sedangkan rata-rata nilai K-dd tertinggi pada perlakuan P4 (Bokashi 85% + FABA 15%) sebesar 27,179 cmol kg⁻¹. Peningkatan unsur hara K-dd dipengaruhi oleh pemberian dosis bokashi dan FABA ke dalam tanah.

Hasil analisis bahan organik pada setiap perlakuan memiliki persentase yang beragam. kandungan bahan organik terkecil pada perlakuan P7 (30% *Top soil* + bokashi 20% + FABA 50%) sebesar 0,560% sedangkan kandungan bahan organik tertinggi pada perlakuan P4 (bokashi 85% + FABA 15%) sebesar 11,475%. Tingginya kandungan bahan organik pada P4 disebabkan oleh dosis bokashi yang diberikan pada media tanam cukup tinggi sebesar 85% sehingga suplay bahan organik juga lebih banyak pada media tanam tersebut. Pada perlakuan P2 (FABA 100%) memiliki kandungan bahan organik yang cukup tinggi sebesar 5,2%. Berdasarkan penelitian Wardhani *et al.*, (2012)[14] tingginya kandungan organik pada FABA disebabkan karena terdapat mineral alumino silikat yang mengandung unsur Ca, K, dan Na serta terdapat sejumlah kecil unsur C dan

N sehingga dapat berguna bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Rata-rata nilai KTK tanah menunjukkan nilai yang beragam pada masing-masing kombinasi perlakuan. Nilai KTK terendah pada perlakuan P2 (Faba 100%) yaitu 9,17 me 100 g⁻¹ sedangkan nilai KTK tertinggi pada perlakuan P1 (*Top soil* 100%) yaitu 18,33 me 100 g⁻¹. KTK tanah meningkat dengan meningkatnya pH tanah. Suleman *et al.*, (2022)[15] mengatakan bahwa KTK menggambarkan kemampuan tanah menjerap dan mempertukarkan kation yang besarnya dipengaruhi oleh kandungan bahan organik, pH, dan tipe liat.

Pada perlakuan P4 juga menunjukkan nilai KTK yang cukup tinggi dibandingkan dengan perlakuan P3, P5, P6, P7, P8. Pada kombinasi perlakuan tersebut persentase bokashi yang diberikan memiliki dosis paling tinggi yaitu 85% dimana pemberian bokashi dapat berkontribusi dalam meningkatkan kandungan bahan organik di dalam tanah. Syachroni (2019)[16], mengatakan bahwa peningkatan KTK dipengaruhi oleh proses dekomposisi bahan organik yang menghasilkan senyawa humik yang menyumbangkan koloid-koloid tanah yang bermuatan negatif sehingga KTK tanah akan meningkat.

4 PEMBAHASAN

Dari unit percobaan yang diamati media tanam dengan dosis terbaik untuk pertumbuhan tanaman kayu putih ialah pada P7 (*Top soil* 30% + Bokashi 20% + Faba 50%). Komposisi dosis perlakuan pada P7 mampu meningkatkan pH, N, P, K, bahan organik, dan KTK tanah. Terutama unsur N yang merupakan unsur hari esensial yang dibutuhkan tanaman dalam pertumbuhan vegetatif. Pemberian FABA yang merupakan bahan oksidasi anorganik aktif akan cepat meningkatkan pH tanah [17]. Perubahan pH yang diakibatkan FABA merubah konsentrasi ion-ion basa yang relatif lebih besar diantaranya K. Kelarutan unsur K yang relatif besar akan membantu pembentukan protein, katalisator, meningkatkan fotosintesis dan mentranslokasi asimilat.

Kombinasi perlakuan pada P4 (Bokashi 85% + Faba 15%) rata-rata meningkatkan perkembangan diameter batang secara nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena tingginya dosis bokashi pada kombinasi perlakuan tersebut. . Berdasarkan hasil penelitian Oktavianti (2022)[9], pemberian bokashi dapat meningkatkan diameter batang. Diameter batang meningkat karena pada bokashi terdapat unsur hara seperti N, P, K yang dapat mendorong pertumbuhan vegetatif tanaman terutama unsur hara N. Nitrogen dapat memperce-

pat pertumbuhan tanaman secara keseluruhan khususnya pada batang dan daun. Pertumbuhan tanaman yang mengalami kenaikan pada tinggi dengan bertambahnya ukuran sangat berkaitan dengan jumlah daun dan bertambahnya ukuran diameter batang.

Hasil analisis ragam pengaruh pemberian FABA (*Fly Ash* dan *Bottom Ash*) terhadap tanaman kayu putih menunjukkan tidak adanya pengaruh yang nyata terhadap lebar tajuk pada tanaman kayu putih. Lebar tajuk dipengaruhi oleh luas daun dan jumlah daun pada tanaman, untuk meningkatkan jumlah daun dan luas daun pada tanaman kayu putih membutuhkan kandungan hara dan nutrisi yang cukup dalam media tanam. Ketersediaan hara akan memacu proses fotosintesis dan metabolisme pada tanaman sehingga meningkatkan jumlah daun.

5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Penambahan *fly ash* dan *bottom ash* dan *bokashi* dapat membantu memperbaiki agregat tanah dan peningkatan sifat kimia tanah meliputi kandungan nilai N, P, K, KTK yang berperan dalam pertumbuhan tanaman kayu putih.

Ditemukan campuran media tanam yang ideal untuk pertumbuhan tanaman minyak kayu putih yaitu pada percobaan P4 (*bokashi* 85% + FABA 15%) dan P7 (*top soil* 30% + *bokashi* 20% + FABA 50%) memberikan pengaruh paling baik dalam meningkatkan tinggi tanaman dan diameter batang pada tanaman kayu putih

Aplikasi dosis kombinasi FABA, *bokashi*, dan *top soil* berpengaruh terhadap tinggi tanaman dan diameter batang tanaman kayu putih. Sedangkan, pada parameter pengamatan lebar tajuk tidak menunjukkan adanya pengaruh dari pemberian kombinasi FABA, *bokashi*, dan *top soil*.

REFERENSI

- [1] Esdm, "Cadangan Batubara Masih 38,84 Miliar Ton, Teknologi Bersih Pengelolaannya Terus Didorong," *Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral*, 2021.
- [2] H. Haryadi and M. Suciyanti, "Analisis Perkiraan Kebutuhan Batubara Untuk Industri Domestik Tahun 2020-2035 Dalam Mendukung Kebijakan Domestic Market Obligation Dan Kebijakan Energi Nasional," *J. Teknol. Miner. Dan Batubara*, Vol. 14, No. 1, P. 59, 2018, Doi: 10.30556/Jtmb.Vol14.No1.2018.192.
- [3] R. Fitriyanti, "Pertambangan Bartubara: Dampak Lingkungan, Sosial Dan Ekonomi," Vol. 01, Pp. 34–40, 2016.
- [4] U. Bahidin, "Peranan Bahan/Sisa Organik Lain Sebagai Pengganti *Top soil* Terhadap Keberhasilan Reklamasi/Revegetasi Di Wilayah Bekas Tambang Bauksit Pt Antam Tbk Ubp Bauksit Kalimantan Barat1," *Pros. Temu Profesi Tah. Perhapi*, Vol. 1, No. 1, Pp. 651–662, 2020, Doi: 10.36986/Ptptp.V1i1.107.
- [5] [5] C. Nugraha And Rolliyah, *Pemanfaatan Fly Ash Dan Bottom Ash Untuk Pengelolaan Batuan Dan Air Asam Di Tambang Batubara*, No. October. Indonesia: Direktorat Penilaian Kinerja Pengelolaan Limbah B3 Dan Limbah Non B3kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 2021.
- [6] E. K. A. Wardhani, M. Sutisna, And A. H. Dewi, "Evaluasi Pemanfaatan Abu Terbang (*Fly Ash*) Batubara Sebagai Campuran Media Tanam Pada Tanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum*)," *J. Itenas Rekayasa*, Vol. 1, No. 1, Pp. 44–56, 2012.
- [7] N. Nutayla And A. A. Elettaria, "Efektifitas Penanaman Melaleuca Cajuputi Pada Area Pascatambang," Pp. 978–979, 2020.
- [8] I. Mansur And M. I. Kadarisman, "Teknik Pembibitan Kayu Putih (Melaleuca Cajuputi) Secara Vegetatif Di Persemaian Perusahaan Batubara Pt Bukit Asam (Persero) Tbk," *J. Trop. Silv.*, Vol. 10, No. 1, Pp. 21–28, 2019, Doi: 10.29244/J-Siltrop.10.1.21-28.
- [9] Oktavianti, "Peranan Bokashi Terhadap Ketersediaan Hara N, P, K, Dan Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis Di Tanah Gambut," *J. Ilmu Tanah*, Vol. 1, No. 3, Pp. 1–11, 2022.
- [10] A. Yusmur, M. Ardiansyah, And I. Mansur, "Mitigasi Dan Arahkan Pengelolaan Air Asam Tambang Melalui Hutan Rawa Buatan Di Lahan Pasca Tambang," *J. Pengelolaan Sumberd. Alam Dan Lingkung. (Journal Nat. Resour. Environ. Manag.*, Vol. 9, No. 3, Pp. 566–576, 2019, Doi: 10.29244/Jpsl.9.3.566-576.
- [11] E. Subhan, S. Salampak, A. E. Embang, And M. Masliani, "Analisis Tingkat Kesuburan Tanah Lahan Bekas Penambangan Batubara Pt. Senamas Energindo Mineral Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah," *Media Ilm. Tek. Lingkung.*, Vol. 4, No. 2, Pp. 34–40, 2019, Doi: 10.33084/Mitl.V4i2.1025.
- [12] W. H. Sudarnadji, Triyono, "Upaya Pemulihan Dan Potensi Keterpulihan Lahan Pasca Tambang Batu Bara," 2018.
- [13] I. Nursanti, "Karakteristik Tanah Area Pasca Penambangan Di Desa Tanjung Pauh," *J. Media Pertan.*, Vol. 3, No. 2, P. 54, 2018, Doi: 10.33087/Jagro.V3i2.73.
- [14] E. Wardhani, M. Sutisna, And A. Dewi, "Evaluasi Pemanfaatan Abu Terbang (*Fly Ash*) Batubara Sebagai Campuran Media Tanam Pada Tanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum*)," *J. Itenas Rekayasa*, Vol. 16, No. 1, P. 218821, 2012.

[15] D. Suleman, S. Alam, And M. A. Darsan, "Perubahan Sifat Kimia Tanah Dan Hasil Kacang Hijau (*Vigna Radiata* L.) Di Inceptisol Moramo Utara Setelah Pemberian Kompos Limbah Sagu," *J. Ilmu-Ilmu Pertan. Indones.*, Vol. 24, No. 2, Pp. 95–101, 2022.

[16] S. H. Syachroni, "Kajian Beberapa Sifat Kimia Tanah Pada Tanah Sawah Di Berbagai Lokasi Di Kota Palembang," *J. Stelua*, Vol. 8, No. 2, Pp. 60–65, 2019.

[17] Rahmawati, "Analisa Penurunan Kadar Cod Dan Bod Limbah Cair Laboratorium Biokimia Uin Makassar Abu Terbang (*Fly Ash*)," vol. 1 No.1, pp. 64–75, 2013.

LAMPIRAN

Tabel 1 Rata-rata Tinggi Tanaman Kayu Putih

Perla kuan	Rata-rata Tinggi Tanaman Kayu Putih (cm)												
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST	7 MST	8 MST	9 MST	10 MST	11 MST	12 MST	13 MST
P1	28,33 a	29,67 a	30,00 a	31,00 a	32,77 a	34,33 a	41,00 a	41,00 a	43,00 a	45,00 a	48,67 a	49,60 a	50,77 a
P2	28,00 a	29,67 a	30,67 a	33,33 a	35,00 a	35,00 a	45,00 a	45,00 a	46,67 a	49,00 a	53,33 a	54,33 a	56,00 a
P3	30,00 a	33,00 a	34,67 a	36,33 a	37,67 a	39,77 a	44,00 a	44,00 a	46,00 a	47,33 a	49,67 a	51,67 a	57,67 a
P4	28,33 a	29,00 a	30,67 a	31,33 a	34,10 a	36,00 a	48,67 a	48,67 a	51,00 a	54,00 a	57,33 a	60,33 a	59,33 a
P5	16,00 a	18,00 a	18,33 a	20,67 a	26,33 a	33,33 a	48,00 a	48,00 a	49,00 a	52,67 a	57,67 a	59,67 a	65,00 a
P6	19,33 a	19,67 a	20,00 a	22,67 a	27,00 a	31,53 a	40,00 a	40,00 a	41,33 a	45,33 a	50,00 a	53,00 a	57,33 a
P7	23,00 a	25,00 a	26,00 a	27,83 a	33,67 a	37,33 a	43,00 a	43,00 a	46,00 a	47,83 a	51,00 a	52,33 a	57,00 a
P8	21,77 a	22,67 a	23,67 a	25,33 a	26,00 a	27,00 a	33,00 a	33,00 a	36,33 a	40,33 a	46,00 a	46,50 a	50,00 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%

Tabel 2 Rata-rata Diameter Batang Kayu Putih

Perla kuan	Rata-rata Diameter Batang Kayu Putih (cm)												
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST	7 MST	8 MST	9 MST	10 MST	11 MST	12 MST	13 MST
P1	2,70 a	2,78 a	2,84 a	2,93 a	3,28 a	3,63 bc	3,72 ab	4,02 a	4,09 a	4,41 a	4,47 a	4,48 a	4,76 a
P2	2,98 a	3,01 a	3,02 a	3,33 a	3,53 a	3,77 bc	3,86 ab	4,16 a	4,26 a	4,71 a	4,94 a	4,98 a	5,45 a
P3	2,75 a	2,90 a	2,97 a	3,20 a	3,45 a	3,98 bc	4,01 abc	4,66 ab	5,07 ab	5,09 a	5,18 a	5,23 a	5,73 a
P4	3,32 a	3,40 a	3,47 a	3,79 a	3,94 a	4,63 c	4,64 c	5,71 b	5,93 b	6,41 b	6,86 b	7,07 b	7,38 b
P5	2,76 a	2,81 a	2,95 a	3,08 a	3,23 a	3,61 abc	3,63 a	5,03 ab	5,13 ab	5,27 a	5,35 a	5,40 a	5,74 a
P6	2,96 a	3,01 a	3,06 a	3,23 a	3,39 a	3,42 abc	3,51 a	4,38 a	4,46 a	4,53 a	4,68 a	4,75 a	4,86 a
P7	2,92 a	3,00 a	3,09 a	3,40 a	3,67 a	4,38 c	4,41 bc	4,68 ab	4,83 ab	5,05 a	5,30 a	5,42 a	5,98 ab
P8	2,71 a	2,78 a	2,99 a	3,25 a	3,28 a	3,39 a	3,40 a	3,96 a	4,20 a	4,59 a	4,76 a	5,00 a	5,14 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%

Tabel 3 Rata-rata Lebar Tajuk Tanaman Kayu Putih

Perla kuan	Rata-rata Lebar Tajuk Kayu Putih (cm)												
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST	7 MST	8 MST	9 MST	10 MST	11 MST	12 MST	13 MST
P1	28,33 a	29,67 a	30,00 a	31,00 a	32,77 a	34,33 a	41,00 a	41,00 a	43,00 a	45,00 a	48,67 a	49,60 a	50,77 a
P2	28,00 a	29,67 a	30,67 a	33,33 a	35,00 a	35,00 a	45,00 a	45,00 a	46,67 a	49,00 a	53,33 a	54,33 a	56,00 a
P3	30,00 a	33,00 a	34,67 a	36,33 a	37,67 a	39,77 a	44,00 a	44,00 a	46,00 a	47,33 a	49,67 a	51,67 a	57,67 a
P4	28,33 a	29,00 a	30,67 a	31,33 a	34,10 a	36,00 a	48,67 a	48,67 a	51,00 a	54,00 a	57,33 a	60,33 a	59,33 a
P5	16,00 a	18,00 a	18,33 a	20,67 a	26,33 a	33,33 a	48,00 a	48,00 a	49,00 a	52,67 a	57,67 a	59,67 a	65,00 a
P6	19,33 a	19,67 a	20,00 a	22,67 a	27,00 a	31,53 a	40,00 a	40,00 a	41,33 a	45,33 a	50,00 a	53,00 a	57,33 a
P7	23,00 a	25,00 a	26,00 a	27,83 a	33,67 a	37,33 a	43,00 a	43,00 a	46,00 a	47,83 a	51,00 a	52,33 a	57,00 a
P8	21,77 a	22,67 a	23,67 a	25,33 a	26,00 a	27,00 a	33,00 a	33,00 a	36,33 a	40,33 a	46,00 a	46,50 a	50,00 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%

Tabel 4 Hasil Analisis Rata-rata Sifat Fisik Tanah

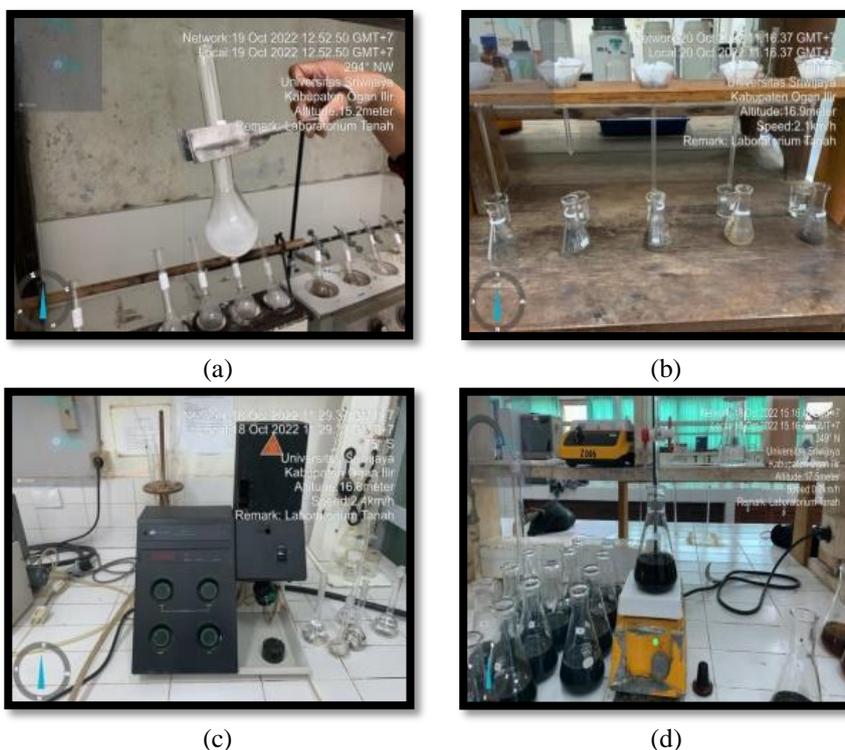
Perlakuan	Warna		Kelas Tekstur
	Hue	Value Chroma	
P1 <i>top soil</i> 100%	10yr 4/4	Dark Yellowish Brown	Liat
P2 FABA 100%	2,5y 3/1	Very Dark Grey	Debu
P3 bokashi 10 % + FABA 90%	5y 2,5/1	Black	Pasir Berlempug
P4 bokashi 85% + FABA 15%	5y 2,5/1	Black	Lempung Berpasir
P5 <i>top soil</i> 45% + FABA 55%	2,5y 3/1	Very Dark Grey	Lempung Berdebu
P6 <i>top soil</i> 10% + bokashi 20% + FABA 70%	2,5y 2,5/1	Black	Pasir Berlempung
P7 <i>top soil</i> 30% + bokashi 20% + FABA 50%	5y 2,5/1	Black	Pasir Berlempung
P8 <i>top soil</i> 30% + FABA 70%	2,5y 3/1	Very Dark Grey	Pasir Berlempung

Keterangan: Warna tanah dan kelas tekstur tanah dianalisis menggunakan metode lapangan

Tabel 5 Hasil Analisis Rata-rata Sifat Kimia Tanah

Perlakuan	pH Tanah	N-Total (%)	P-Tersedia (ppm)	K-dd (cmol kg ⁻¹)	Bahan Organik (%)	KTK (me 100 g ⁻¹)
P1 top soil 100%	5	0.034	3.410	0.256	1.578	18,33
P2 FABA 100%	4	0.067	2.480	0.362	5.206	9,17
P3 bokashi 10 % + FABA 90%	6	0.024	6.355	3.730	3.750	13,33
P4 bokashi 85% + FABA 15%	5	0.148	32.240	27.179	11.475	17,50
P5 top soil 45% + FABA 55%	5	0.045	6.510	0.256	1.231	16,67
P6 top soil 10% + bokashi 20% + FABA 70%	6	0.063	10.437	4.263	2.015	11,67
P7 top soil 30% + bokashi 20% + FABA 50%	6	0.088	11.987	4.690	0.560	14,17
P8 top soil 30% + FABA 70%	5	0.035	6.814	0.256	1.489	12,50

Keterangan: pH tanah diukur dengan menggunakan metode lapangan; N-Total (%), P-Tersedia (ppm), K-dd (cmol kg⁻¹), Bahan Organik (%), dan KTK (me 100 g⁻¹) dianalisis di Laboratorium Kimia, Biologi, dan Kesuburan Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.



Gambar 1 (a) N-Total tanah metode *Kjedahl-Trimetry*; (b) P-Tersedia metode *Bray I*; (c) K-dd metode *1 N NH4 Asetat pH 7*; (d) Bahan Organik metode *Walkey and Black* (Sumber: Analisis Kimia Tanah di Laboratorium Kimia, Biologi dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.)