



APLIKASI PUPUK KANDANG DAN EKOENZIM PADA KAYU PUTIH DI TAMBANG TANAH LIAT PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA, NAROGONG, BOGOR

SINTA NUR PADILAH



**DEPARTEMEN SILVIKULTUR
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Aplikasi Pupuk Kandang dan Ekoenzim pada Kayu Putih di Tambang Tanah Liat PT. Solusi Bangun Indonesia, Narogong, Bogor” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2024

Sinta Nur Padilah
E4401201087

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

SINTA NUR PADILAH. Aplikasi Pupuk Kandang dan Ekoenzim pada Kayu Putih di Tambang Tanah Liat PT. Solusi Bangun Indonesia, Narogong, Bogor. Dibimbing oleh IRDIKA MANSUR dan YUNIK ISTIKORINI

Pertambangan tanah liat secara terbuka berpotensi mengganggu ekosistem lingkungan. Reklamasi dilakukan untuk membantu pemulihan lingkungan yang terganggu akibat proses pertambangan. Salah satu hal yang dapat dilakukan saat reklamasi berlangsung adalah pemupukan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh pemberian ekoenzim dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan tanaman kayu putih di lahan pasca tambang tanah liat serta mendapatkan dosis kombinasi pupuk kandang dan ekoenzim yang sesuai untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman kayu putih di lahan pasca tambang tanah liat. Aplikasi dilakukan pada tanaman kayu putih berusia 1 tahun. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor yaitu pupuk kandang (0, 1, 1,5 kg) dan ekoenzim (0, 100, 150 mL). Hasil penelitian menunjukkan interaksi pupuk kandang dan ekoenzim terdapat pengaruh nyata terhadap tinggi dan ketebalan tajuk tanaman, namun kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata pada diameter dan diameter tajuk. Dosis terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman kayu putih di lahan pasca tambang tanah liat adalah 150 mL ekoenzim.

Kata kunci: ekoenzim, kayu putih, pupuk kandang, reklamasi, tambang tanah liat

ABSTRACT

SINTA NUR PADILAH. Application of Manure and Ecoenzyme to Eucalyptus in Clay Mines PT. Solusi Bangun Indonesia, Narogong, Bogor. Supervised by IRDIKA MANSUR and YUNIK ISTIKORINI

Clay mining has the potential to disrupt the environmental ecosystem. Reclamation is carried out to help restore the environment disturbed by the mining process. One of the things that can be done during reclamation is fertilization. This research aims to determine the effect of applying ecoenzyme and manure on the growth of eucalyptus plants in post-clay mining land and to obtain the appropriate combination dose of manure and ecoenzyme to increase the growth of eucalyptus plants in post-clay mining land. The application was carried out on 1 year old eucalyptus plants. This research used a Randomized Block Design (RBD) with 2 factors, namely manure (0, 1, 1,5 kg) and ecoenzyme (0,100, 150 mL). The result of the research showed that the interaction of manure and ecoenzyme had a significant effect on the height and thickness of the plant canopy, but the two treatments had no significant effect on the diameter and diameter of the canopy. The best dose to increase the growth of eucalyptus plants in post-clay mining land is 150 mL of ecoenzyme.

Keywords: clay mining, ecoenzyme, eucalyptus, manure, reclamation



@Hak cipta milik IPB University

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



APLIKASI PUPUK KANDANG DAN EKOENZIM PADA KAYU PUTIH DI TAMBANG TANAH LIAT PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA, NAROGONG, BOGOR

SINTA NUR PADILAH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Silvikultur

**DEPARTEMEN SILVIKULTUR
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Judul Skripsi : Aplikasi Pupuk Kandang dan Ekoenzim pada Kayu Putih di Tambang Tanah Liat PT. Solusi Bangun Indonesia, Narogong, Bogor
Nama : Sinta Nur Padilah
NIM : E4401201087

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Irdika Mansur, M.For.Sc.

Pembimbing 2:
Dr. Yunik Istikorini, S.P., M.P.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Silvikultur:
Dr. Ir. Omo Rusdiana, M.Sc.Forest.Trop.
NIP. 19630119 198903 1 003

Tanggal Ujian:
3 Juni 2024

Tanggal Lulus: 13 JUN 2024

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September sampai Desember 2023 ini ialah Reklamasi Lahan Pasca Tambang, dengan judul “Aplikasi Pupuk Kandang dan Ekoenzim pada Kayu Putih di Tambang Tanah Liat PT. Solusi Bangun Indonesia, Narogong, Bogor”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Ir. Irdika Mansur, M.For.Sc. dan Dr. Yunik Istikorini, S.P., M.P. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada:

1. Bapak Jajang Suanda dan Ibu Nengsih, selaku orang tua penulis yang selalu mendukung, mendoakan, dan menemani setiap perjalanan penulis. Penulis juga meyakini, meskipun Ayah sudah tidak ada, namun beliau selalu menemani penulis dimanapun dan kapanpun
2. Kak Mala, Alif, Mas Anggoro, dan Nadhira, selaku keluarga inti penulis yang selalu memberikan kasih sayang di setiap keadaan
3. *Quarry Department* PT. Solusi Bangun Indonesia, yang sudah memfasilitasi dan membantu penelitian ini sehingga bisa selesai dengan baik
4. Teman-teman magang PT. Solusi Bangun Indonesia, yaitu Wulan, Syarifah, Faizzal, Fernanda, Ridwan, Raihan, dan Rahma, yang telah membantu proses penelitian ini hingga selesai
5. Cindy Kusuma Dewi dan Adisti Triani Wandayanti, yang selalu menemani proses akademik penulis sejak PPKU hingga saat ini dan selalu menghibur saat penulis merasa sedih
6. Teman-teman sebimbingan, yaitu Nisa, Alvin, dan Raihan yang senantiasa mendukung penulis selama proses kuliah ini berlangsung
7. Sahabat-sahabat penulis di PPM Al-Iffah, khususnya Funun dan Yayah yang selalu memberikan dukungan spiritual sehingga penulis tidak pernah merasa sendirian dan merasa memiliki ‘tempat pulang’
8. Teman-teman Departemen Silvikultur serta Fakultas Kehutanan dan Lingkungan angkatan 57, juga teman-teman lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu
9. Diri sendiri, yang memilih untuk tidak pernah berhenti sampai perjalanan studi ini berakhir dan selalu bangkit meskipun sudah jatuh berulang kali

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2024

Sinta Nur Padilah



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xi |
| I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan | 2 |
| 1.4 Manfaat | 2 |
| II TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1 Reklamasi Lahan Pasca Tambang | 3 |
| 2.2 Ekoenzim | 4 |
| 2.3 Pupuk Kandang | 4 |
| 2.4 Kayu Putih | 5 |
| III METODE | 6 |
| 3.1 Waktu dan Tempat | 6 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 6 |
| 3.3 Prosedur Kerja | 6 |
| 3.4 Rancangan Percobaan | 7 |
| 3.5 Analisis Data | 8 |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 9 |
| 4.1 Hasil | 9 |
| 4.2 Pembahasan | 13 |
| V SIMPULAN DAN SARAN | 17 |
| 5.1 Simpulan | 17 |
| 5.2 Saran | 17 |
| DAFTAR PUSTAKA | 18 |
| LAMPIRAN | 21 |
| RIWAYAT HIDUP | 22 |

DAFTAR TABEL

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Rancangan perlakuan penelitian | 8 |
| 2 Rekapitulasi hasil analisis ragam pertumbuhan kayu putih (<i>Melaleuca cajuputi</i>) | 9 |
| 3 Hasil uji lanjut Duncan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman kayu putih (<i>Melaleuca cajuputi</i>) | 9 |
| 4 Hasil uji lanjut Duncan terhadap pertumbuhan ketebalan tajuk tanaman kayu putih (<i>Melaleuca cajuputi</i>) | 10 |



DAFTAR GAMBAR

| | | |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Peta area pertambangan PT. Solusi Bangun Indonesia, Narogong | 6 |
| 2 | Tinggi sampel tanaman kayu putih di lahan reklamasi tambang tanah liat PT. Solusi Bangun Indonesia | 10 |
| 3 | Rata-rata peningkatan diameter batang kayu putih (<i>Melaleuca cajuputi</i>) pada perlakuan pupuk kandang | 11 |
| 4 | Rata-rata peningkatan diameter batang kayu putih (<i>Melaleuca cajuputi</i>) pada perlakuan ekoenzim | 11 |
| 5 | Rata-rata peningkatan diameter tajuk kayu putih (<i>Melaleuca cajuputi</i>) pada perlakuan pupuk kandang | 12 |
| 6 | Rata-rata peningkatan diameter tajuk kayu putih (<i>Melaleuca cajuputi</i>) pada perlakuan ekoenzim | 12 |
| 7 | Ulat kantung yang ditemukan pada beberapa sampel tanaman kayu putih (<i>Melaleuca cajuputi</i>) | 13 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Rekapitulasi data pertumbuhan kayu putih (<i>Melaleuca cajuputi</i>) pada berbagai perlakuan dan ulangan | 21 |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Usaha pertambangan didefinisikan dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara sebagai sebagian atau seluruh tahapan dalam rangka pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batu bara yang meliputi tahapan kegiatan penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan/atau pemurnian atau pengembangan dan/atau pemanfaatan, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan bekas tambang. Sektor pertambangan memberikan kontribusi besar terhadap pendapatan negara, yaitu sekitar 69,66 triliun pada tahun 2022 (ESDM 2022). Sebagai negara dengan tingkat sumberdaya yang tinggi, Indonesia memiliki berbagai macam barang tambang dari golongan batuan yang dapat dimanfaatkan, salah satunya adalah tanah liat yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan semen. Data dari BPS (2022) menunjukkan bahwa produksi tanah liat di Indonesia cukup besar, yaitu mencapai 7.274.520 m³.

Undang-Undang Nomor 11 Tahun 1967 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Pertambangan mengklasifikasikan tanah liat sebagai bahan tambang galian C, yaitu usaha pertambangan berupa tambang tanah, pasir, batu gamping, batu gunung, kerikil, marmer, kaolin, granit, dan beberapa jenis lainnya. Pertambangan tanah liat memberikan dampak positif berupa peningkatan status perekonomian masyarakat, namun pertambangan tanah liat juga dapat memberikan dampak negatif seperti terbukanya lahan sehingga menyebabkan kerusakan pada vegetasi yang ada sebelumnya. Salah satu perusahaan yang bergerak di sektor pertambangan tanah liat adalah PT. Solusi Bangun Indonesia (PT.SBI) yang terletak di Narogong, Bogor, Jawa Barat. Pemanfaatan tanah liat sebagai bahan pembuatan semen di perusahaan tersebut berjalan secara aktif hingga saat ini sehingga diperlukan perencanaan kegiatan reklamasi yang matang agar dampak negatif yang ditimbulkan tidak semakin parah.

Reklamasi lahan pasca tambang dilakukan dengan tujuan memulihkan ekosistem yang sebelumnya terganggu agar dapat berfungsi kembali sesuai dengan peruntukannya. Reklamasi yang berjalan secara alami membutuhkan waktu sangat lama untuk mencapai ekosistem klimaks. Oleh karena itu, proses reklamasi perlu dibantu oleh manusia untuk mempercepat proses-proses pemulihan alami dalam rangka mencapai stabilitas ekosistem, misalnya dengan melakukan penanaman jenis-jenis tanaman adaptif di lahan pasca tambang. Salah satu hal yang memengaruhi pertumbuhan suatu jenis tanaman di lahan marginal adalah kesuburan tanah. Perbaikan kesuburan tanah di lahan pasca tambang dapat dilakukan dengan pemberian pupuk organik. Pupuk organik dapat digunakan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Ilori *et al.* 2012).

Beberapa jenis pupuk organik yang umum digunakan dalam mendukung pertumbuhan tanaman adalah ekoenzim dan pupuk kandang. Ekoenzim merupakan ekstrak buah dan sayuran yang telah difermentasi serta dapat diaplikasikan pada bagian daun maupun akar tanaman. Penggunaan ekoenzim sebagai pupuk organik pada tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman serta berperan sebagai bahan pembenah tanah yang dapat memperbaiki karakteristik lahan marginal (Rosnina *et al.* 2022). Selain berperan sebagai pupuk

organik, ekoenzim juga dapat berperan sebagai agen bioremediasi. Bioremediasi merupakan teknik remediasi secara biologis yang memanfaatkan bantuan organisme tertentu sebagai upaya menurunkan tingkat toksisitas lingkungan. Hemalatha dan Visantini (2020) memaparkan bahwa ekoenzim mampu memperbaiki kondisi tanah yang tercemar logam berat karena kandungan enzim hidrolitik pada ekoenzim mampu meningkatkan aktivitas mikroorganisme pengurai dalam memecah polutan dan dianggap sebagai katalisator yang mempercepat proses bioremediasi melalui peningkatan aktivitas mikroorganisme pengurai. Adapun penggunaan pupuk kandang dapat meningkatkan kesuburan tanah melalui penambahan unsur hara, meningkatkan kadar humus dan aktivitas jasad renik, serta memperbaiki struktur tanah (Karamoy *et al.* 2019).

Penelitian mengenai peran pupuk organik khususnya ekoenzim dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman sudah banyak dilakukan pada komoditas pertanian, seperti pada tanaman cabai dan lidah buaya (Hemalatha dan Visantini 2020), sawi pakcoy (Salsabila dan Winarsih 2023), dan edamame (Lubis *et al.* 2022). Namun, penelitian serupa belum banyak dilakukan pada komoditas kehutanan khususnya pada lahan reklamasi pasca tambang. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui efektivitas aplikasi pupuk kandang dan ekoenzim dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman di lahan bekas tambang tanah liat.

1.2 Rumusan Masalah

Pertumbuhan tanaman di lahan pasca tambang perlu diperhatikan agar reklamasi dapat berjalan dengan baik. Peningkatan pertumbuhan tanaman dapat dilakukan melalui pemberian ekoenzim dan pupuk kandang. Berdasarkan hal tersebut, masalah yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh aplikasi ekoenzim dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan tanaman kayu putih di lahan pasca tambang tanah liat?
2. Bagaimana pengaruh aplikasi kombinasi ekoenzim dan pupuk kandang pada dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman kayu putih di lahan pasca tambang tanah liat?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh pemberian ekoenzim dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan tanaman kayu putih di lahan pasca tambang tanah liat
2. Mendapatkan dosis kombinasi ekoenzim dan pupuk kandang yang sesuai untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman kayu putih di lahan pasca tambang tanah liat

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu cara dalam penentuan metode reklamasi lahan bekas tambang tanah liat melalui pemilihan jenis dan dosis pupuk yang tepat. Aplikasi ekoenzim dan pupuk kandang diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman di areal lahan bekas tambang di Indonesia.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Reklamasi Lahan Pasca Tambang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam, baik hayati maupun non hayati. Salah satu sumber daya alam yang memberikan banyak manfaat bagi perekonomian negara adalah bahan tambang. Beberapa bahan tambang yang biasa dimanfaatkan adalah emas, nikel, batu bara, dan tanah liat. Umumnya, pertambangan di Indonesia dilakukan secara terbuka atau *open pit mining* sehingga menimbulkan berbagai gangguan yang harus ditangani dengan baik. Penanganan dampak negatif yang ditimbulkan akibat kegiatan pertambangan dapat dilakukan melalui kegiatan reklamasi. Reklamasi merupakan suatu kegiatan penataan lahan yang terganggu akibat kegiatan usaha penambangan umum agar dapat berfungsi kembali secara optimal sesuai dengan peruntukannya.

Tanah liat merupakan bahan tambang galian C yang memberikan kontribusi signifikan terhadap pemenuhan kebutuhan material konstruksi. Pertambangan tanah liat pada industri semen dibutuhkan untuk memenuhi komponen alumina (Al_2O_3) agar semen dapat dengan mudah bereaksi terhadap air dan membentuk pasta semen serta silika (SiO_2) yang berguna untuk memperkokoh struktur semen (Tiffany *et al.* 2020). Karakteristik dari tanah ini diantaranya adalah bersifat liat dan lengket, sulit menyerap air dan dapat terurai menjadi butiran halus dalam kondisi kering.

PT. SBI melakukan pertambangan tanah liat dengan sistem terbuka (*open pit mining*). Pertambangan tanah liat secara terbuka ini dapat menimbulkan berbagai dampak yang signifikan terhadap lingkungan, seperti timbulnya polusi udara dan air, erosi tanah, bencana geo-lingkungan, hilangnya keanekaragaman hayati, serta berpengaruh terhadap siklus unsur hara pada lokasi berlangsungnya pertambangan. Pengerukan ini juga berdampak pada perubahan sifat kimia, biologi, dan fisika tanah (Kyei dan Addae 2016). Pengupasan tanah lapisan atas menyebabkan tanah sangat peka terhadap gangguan karena eksistensi makhluk hidup terletak pada horizon O, A, dan B. Hilangnya lapisan tanah bagian atas akibat kegiatan pertambangan merupakan suatu indikasi yang menunjukkan rendahnya tingkat kesuburan tanah di lokasi tersebut. Kegiatan pertambangan secara terbuka dapat menyebabkan kerusakan vegetasi, kerusakan sistem tata air dan stabilitas lahan, serta penurunan kesuburan tanah. Permasalahan pada penambangan bahan baku semen adalah rendahnya ketersediaan unsur hara esensial seperti nitrogen dan fosfor serta pH tanah yang tidak normal (Wibowo *et al.* 2020). Berdasarkan hal tersebut, kegiatan reklamasi yang sesuai untuk diterapkan pada lahan pasca tambang adalah revegetasi. Revegetasi menurut Keputusan Menteri Kehutanan dan Perkebunan Nomor 146 Tahun 1999 adalah usaha atau kegiatan penanaman kembali pada lahan bekas tambang (Setyowati *et al.* 2017). Pemilihan jenis tanaman untuk kegiatan revegetasi di lahan pasca tambang harus memenuhi beberapa karakteristik seperti jenis asli atau *native species* atau bukan jenis asli tetapi memiliki kesesuaian secara ekologis, tidak bersifat gulma dan invasif, cepat tumbuh atau *fast growing species*, jenis pionir atau intoleran, tidak membutuhkan unsur hara dalam jumlah banyak atau *low nutrient demand*, bibit tersedia, teknik silvikulturnya mudah dikuasai, serta memiliki nilai tambah secara ekonomi dan sosial.



Salah satu jenis tanaman yang berpotensi untuk dimanfaatkan dalam kegiatan reklamasi lahan pasca tambang adalah kayu putih (*Melaleuca cajuputi*). Kayu putih (*Melaleuca cajuputi*) merupakan salah satu jenis tanaman yang mampu hidup pada lahan terdegradasi sehingga sering dimanfaatkan sebagai tanaman revegetasi lahan pasca tambang. Sadono *et al.* (2019) menyebutkan bahwa kayu putih termasuk ke dalam kategori tanaman *fast growing species* yang dapat digunakan untuk mempercepat proses suksesi pada lahan kritis. Tanaman kayu putih memiliki peran penting dalam reklamasi lahan pasca tambang sebagai tanaman revegetasi. Degradasi yang terjadi di lahan pasca tambang secara signifikan dapat menimbulkan berbagai gangguan bagi lingkungan dan keberlanjutan ekosistem sehingga diperlukan pemilihan tanaman revegetasi yang tepat untuk memperbaiki kualitas lingkungan di lahan pasca tambang.

2.2 Ekoenzim

Ekoenzim merupakan larutan hasil fermentasi senyawa organik kompleks yang berasal dari sampah organik seperti limbah sayuran dan buah-buahan yang dicampur dengan gula dan air. Ekoenzim dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, salah satunya adalah sebagai pupuk organik. Pupuk organik berperan dalam meningkatkan aktivitas biologi, kimia, dan fisika tanah sehingga kesuburan tanah dapat meningkat. Ekoenzim dapat digunakan sebagai pupuk organik karena mengandung enzim tripsin, amilase, asam organik, dan unsur hara seperti N, P, dan K, serta mengandung bakteri yang berpotensi sebagai perombak bahan organik, perangsang pertumbuhan, serta agen pengendali hama dan penyakit (Salsabila dan Winarsih 2023).

Ekoenzim dapat digunakan sebagai pupuk tanaman pada lahan yang membutuhkan revegetasi, salah satunya di area lahan pasca tambang. Kandungan unsur hara yang rendah pada lahan pasca tambang dapat ditingkatkan melalui aplikasi ekoenzim. Ketersediaan unsur hara makro dan mikro pada suatu tanaman akan meningkatkan perkembangan dan produktivitas tanaman tersebut. Bahan organik yang terkandung dalam ekoenzim juga dapat meningkatkan kandungan unsur hara N, P, dan K yang dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman. Unsur hara nitrogen berperan dalam pertumbuhan tanaman terutama pada fase vegetatif, yaitu pembentukan zat fotosintat untuk pembentukan sel baru, pemanjangan sel, dan penebalan jaringan (Agustin *et al.* 2021). Ketersediaan unsur nitrogen pada tanaman dapat melancarkan metabolisme tanaman sehingga merangsang pertumbuhan beberapa organ tanaman seperti daun, batang, dan akar tanaman (Sarif *et al.* 2015).

2.3 Pupuk Kandang

Pupuk kandang merupakan pupuk yang diperoleh dari kotoran padat dan cair hewan ternak, baik segar maupun melalui proses dekomposisi. Penggunaan pupuk kandang dalam upaya revegetasi lahan pasca tambang merupakan upaya perbaikan lingkungan secara fisik, kimia, dan biologi. Salah satu jenis pupuk kandang yang banyak digunakan adalah pupuk kandang sapi. Aplikasi pupuk kandang sapi dapat meningkatkan kandungan unsur hara N, P, K, Ca, Mg, dan S, serta meningkatkan kandungan C-organik sehingga aktivitas mikroba tanah pun meningkat. Pupuk kandang sapi juga dapat meningkatkan permeabilitas dan meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap air. Kandungan yang terdapat

dalam pupuk kandang sapi dapat membantu tanah dalam memperbaiki sifat fisik dan biologisnya akibat proses pertambangan karena pupuk kandang sapi berperan untuk menggemburkan tanah dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah (Hakim 2023).

2.4 Kayu Putih

Klasifikasi tanaman kayu putih menurut Kartikawati *et al.* (2014) adalah sebagai berikut.

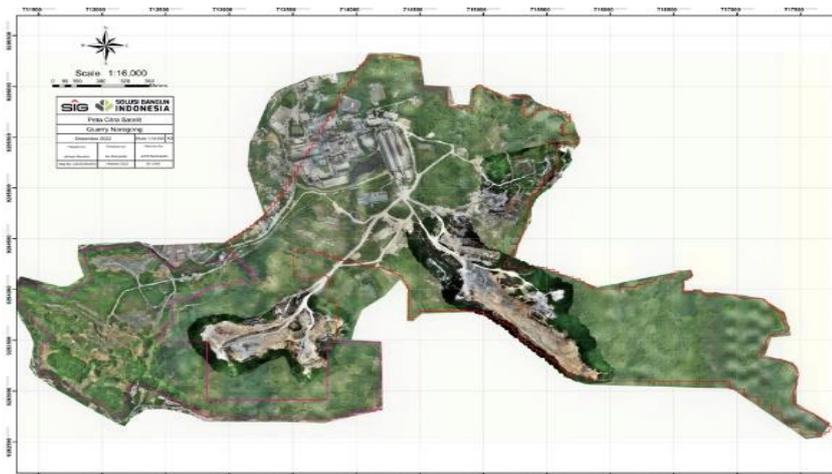
| | |
|------------|-----------------------------|
| Divisi | : Spermatophyta |
| Sub divisi | : Angiospermae |
| Kelas | : Dicotyledonae |
| Ordo | : Myrtales |
| Famili | : Myrtaceae |
| Genus | : Melaleuca |
| Spesies | : <i>Melaleuca cajuputi</i> |

Kayu putih merupakan tanaman yang tumbuh di daerah tropis, *fast growing species*, dan adaptif terhadap berbagai cekaman lingkungan. Tanaman ini terdistribusi secara melimpah di Pulau Buru dan Pulau Seram dan tumbuh pada tanah-tanah yang tidak subur, di punggung bukit yang berkerikil, serta pada lapisan tanah liat coklat kemerahan. Adapun di daerah lain, tanaman ini tumbuh secara alami di Maluku, Sumatera Selatan, Sulawesi Tenggara, Nusa Tenggara Timur, Papua, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Jawa Barat (Herdiana *et al.* 2024).

III METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di lahan tambang tanah liat PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk., Jalan Raya Narogong KM 7, Kecamatan Klapanunggal, Kabupaten Bogor, Jawa Barat pada bulan September-Desember 2023.



Gambar 1 Peta area pertambangan PT. Solusi Bangun Indonesia, Narogong (Sumber: *Quarry Department* PT. Solusi Bangun Indonesia, Narogong)

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, penggaris, pita ukur, kaliper, alat tulis, timbangan, kamera, dan laptop. Bahan yang digunakan adalah tanaman sampel, pupuk kandang sapi, dan ekoenzim.

3.3 Prosedur Kerja

Jenis yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman kayu putih berumur 1 tahun atau tanaman tahun 2022/2023 yang ditanam pada area revegetasi PT. SBI. Prosedur penelitian yang dilakukan adalah pembuatan plot dan pemeliharaan tanaman, pemupukan tanaman dengan menggunakan ekoenzim dan pupuk kandang, serta pengukuran parameter pertumbuhan.

3.3.1 Pembuatan plot dan pemeliharaan

Prosedur ini dilakukan dengan membuat plot berukuran 12×30 m sebanyak 3 buah serta membersihkan gulma di sekitar tanaman, membuat piringan dengan diameter 40-50 cm, dan melakukan pendangiran di sekitar tanaman. Pemilihan sampel dalam penelitian ini dilakukan secara *purposive sampling*. Karakteristik tanaman yang dipilih untuk penelitian ini adalah tanaman kayu putih berusia 1 tahun, sehat, serta memiliki tinggi dan diameter yang relatif sama (Kholifah 2022). Jumlah tanaman yang digunakan adalah sebanyak 81 sampel tanaman.

3.3.2 Aplikasi pupuk kandang dan ekoenzim

Aplikasi pupuk kandang dan ekoenzim dilakukan pada awal pengamatan. Pupuk kandang yang digunakan sudah berupa kompos berusia

1 tahun dan didapatkan dari peternakan sapi PT. SBI, sedangkan ekoenzim yang digunakan terbuat dari campuran kulit buah melon, naga, alpukat, dan jeruk yang didapatlan dari Laboratorium Patologi Hutan Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanan dan Lingkungan IPB. Aplikasi pupuk kandang dilakukan dengan cara membenamkan pupuk pada piringan di sekeliling tanaman dengan dosis sesuai dengan perlakuan (Ansoruddin *et al.* 2017), yaitu 1 kg dan 1,5 kg. Adapun aplikasi ekoenzim dilakukan dengan mengencerkan terlebih dahulu ekoenzim yang akan digunakan sehingga memiliki konsentrasi 1:40 (ekoenzim:air, v/v) (Kholifah 2022). Sebanyak 250 mL ekoenzim diencerkan dengan menggunakan air sebanyak 10 L. Aplikasi ekoenzim dilakukan dengan cara disiramkan ke sekeliling tanaman pada piringan yang telah dibuat sebelumnya dengan dosis sesuai dengan perlakuan, yaitu sebanyak 100 mL dan 150 mL.

3.3.3 Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data sebelum dan setelah perlakuan selama 14 minggu. Parameter pertumbuhan yang diukur pada penelitian ini adalah tinggi tanaman, diameter tanaman, ketebalan tajuk, dan diameter tajuk. Tinggi tanaman diukur menggunakan pita ukur dari pangkal batang sampai ujung titik tanaman sampel yang digunakan. Diameter tanaman diukur dengan menggunakan bantuan alat kaliper pada batang sampel tanaman dengan jarak 10 cm dari permukaan tanah. Adapun tinggi dan diameter tajuk diukur dengan menggunakan pita ukur. Seluruh parameter pengamatan diukur dua minggu sekali selama 3 bulan dan dilakukan pencatatan untuk keperluan analisis data.

3.4 Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor atau faktorial. Faktor pertama adalah pupuk kandang dengan 3 taraf (0 kg, 1 kg, dan 1,5 kg) dan faktor kedua yaitu ekoenzim dengan 3 taraf (0 mL, 100 mL, dan 150 mL). Setiap perlakuan terdiri atas 3 kali ulangan sehingga tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah 81 tanaman. Model rancangan perlakuan ditampilkan pada Tabel 1.



Tabel 1 Rancangan perlakuan penelitian

| Ekoenzim (B) | Ulangan | Pupuk kandang (A) | | |
|--------------|---------|-------------------|------|------|
| | | A0 | A1 | A2 |
| B0 | 1 | A0B0 | A1B0 | A2B0 |
| | 2 | A0B0 | A1B0 | A2B0 |
| | 3 | A0B0 | A1B0 | A2B0 |
| B1 | 1 | A0B1 | A1B1 | A2B1 |
| | 2 | A0B1 | A1B1 | A2B1 |
| | 3 | A0B1 | A1B1 | A2B1 |
| B2 | 1 | A0B2 | A1B2 | A2B2 |
| | 2 | A0B2 | A1B2 | A2B2 |
| | 3 | A0B2 | A1B2 | A2B2 |

A0: kontrol, A1: pupuk kandang 1 kg, A2: pupuk kandang 1,5 kg, B0: kontrol, B1: ekoenzim 100 mL, B2: ekoenzim 150 mL

3.5 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan tujuan menginterpretasikan data yang didapat selama penelitian berlangsung agar dapat dijadikan suatu landasan dalam pengambilan kesimpulan.

3.5.1 Uji statistika terhadap parameter pertumbuhan

Data diolah dengan menggunakan uji sidik ragam dengan selang kepercayaan 95% untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS dengan ketentuan sebagai berikut.

- Nilai $P\text{-value} < \alpha$ (0,05), maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi, diameter, tinggi tajuk, dan diameter tajuk tanaman. Jika terdapat perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT)
- Nilai $P\text{-value} > \alpha$ (0,05), maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi, diameter, tinggi tajuk, dan diameter tajuk tanaman

3.5.2 Perhitungan luas serangan hama

Luas serangan adalah luas tanaman terserang Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang dinyatakan dalam hektar (Kementan 2015). Perhitungan luas serangan hama dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Luas serangan} = \frac{n}{N} \times 100\%$$

dimana, n: jumlah sampel tanaman yang terserang hama

N: jumlah sampel tanaman yang diamati

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Analisis ragam parameter penelitian

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pupuk kandang dan ekoenzim memberikan pengaruh yang berbeda terhadap masing-masing parameter (Tabel 2).

Tabel 2 Rekapitulasi hasil analisis ragam pertumbuhan kayu putih (*Melaleuca cajuputi*)

| Perlakuan | Tinggi | Diameter | Ketebalan tajuk | Diameter tajuk |
|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| PK | 0,852 ^{tn} | 0,158 ^{tn} | 0,181 ^{tn} | 0,280 ^{tn} |
| E | 0,923 ^{tn} | 0,135 ^{tn} | 0,990 ^{tn} | 0,579 ^{tn} |
| PK x E | 0,027 [*] | 0,057 ^{tn} | 0,014 [*] | 0,187 ^{tn} |

*: berbeda nyata pada taraf uji 5%, ^{tn}: tidak berbeda nyata, PK: pupuk kandang, E: ekoenzim, PK X E: pupuk kandang dan ekoenzim

Perlakuan pupuk kandang dan ekoenzim secara masing-masing tidak berpengaruh nyata terhadap peubah yang diamati. Adapun interaksi antara pupuk kandang dan ekoenzim berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi dan ketebalan tajuk ($P < 0,05$), namun tidak berpengaruh nyata terhadap diameter dan diameter tajuk ($P > 0,05$).

4.1.2 Tinggi

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan interaksi antara pupuk kandang dan ekoenzim berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi kayu putih di lahan bekas tambang tanah liat. Pengujian lebih lanjut dilakukan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* dan hasilnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil uji lanjut Duncan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman kayu putih (*Melaleuca cajuputi*)

| Perlakuan | Uji DMRT |
|-----------|----------|
| A0B0 | 15a |
| A1B0 | 24,3b |
| A2B0 | 16,3a |
| A0B1 | 18,7ab |
| A1B1 | 14a |
| A2B1 | 21,2ab |
| A0B2 | 20ab |
| A1B2 | 16,5ab |
| A2B2 | 19,4ab |

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada selang kepercayaan 95%, A0: kontrol, A1: pupuk kandang 1 kg, A2: pupuk kandang 1,5 kg, B0: kontrol, B1: ekoenzim 100 mL, B2: ekoenzim 150 mL

Tinggi tanaman kayu putih di lokasi penelitian relatif beragam meskipun nilainya tidak berbeda jauh antar tanaman. Berikut merupakan contoh tinggi sampel tanaman kayu putih di lokasi penelitian.



Gambar 2 Tanaman kayu putih (usia 1 tahun) di lahan reklamasi tambang tanah liat PT. SBI

4.1.3 Ketebalan tajuk

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan interaksi antara pupuk kandang dan ekoenzim berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan ketebalan tajuk kayu putih di lahan bekas tambang tanah liat. Pengujian lebih lanjut dilakukan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* dan hasilnya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil uji lanjut Duncan terhadap pertumbuhan ketebalan tajuk tanaman kayu putih (*Melaleuca cajuputi*)

| Perlakuan | Uji DMRT |
|-----------|----------|
| A0B0 | 14,3a |
| A1B0 | 21,1bc |
| A2B0 | 17,0abc |
| A0B1 | 17,2a |
| A1B1 | 13,2a |
| A2B1 | 22,6c |
| A0B2 | 18,4abc |
| A1B2 | 16,3ab |
| A2B2 | 18,2abc |

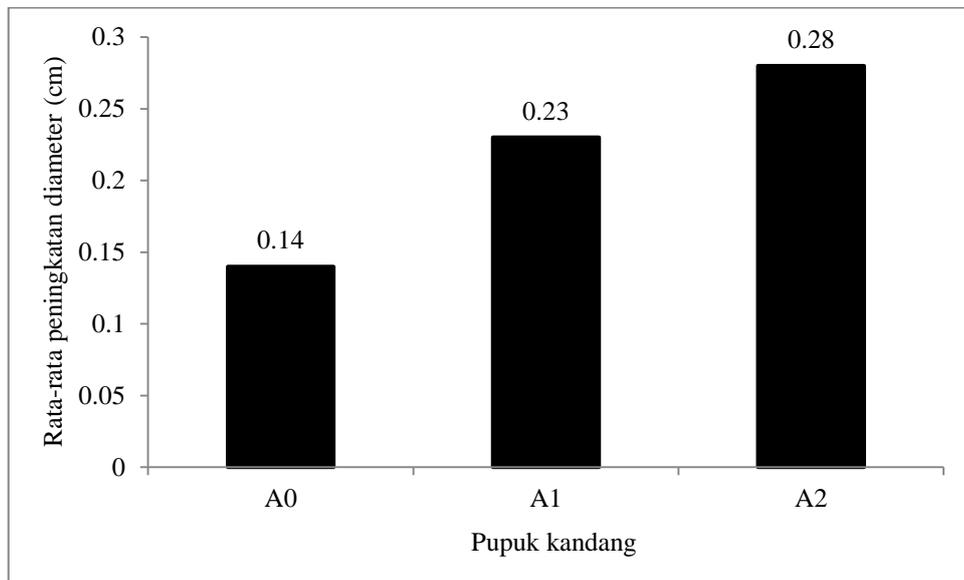
Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada selang kepercayaan 95%, A0: kontrol, A1: pupuk kandang 1 kg, A2: pupuk kandang 1,5 kg, B0: kontrol, B1: ekoenzim 100 mL, B2: ekoenzim 150 mL

4.1.4 Diameter batang

Tabel 2 menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kandang dan ekoenzim tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan ketebalan tajuk kayu putih di lahan bekas tambang tanah liat. Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa tren pertumbuhan diameter batang tanaman kayu putih mengalami peningkatan pada masing-masing faktor, namun perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter batang tanaman kayu putih. Rata-rata

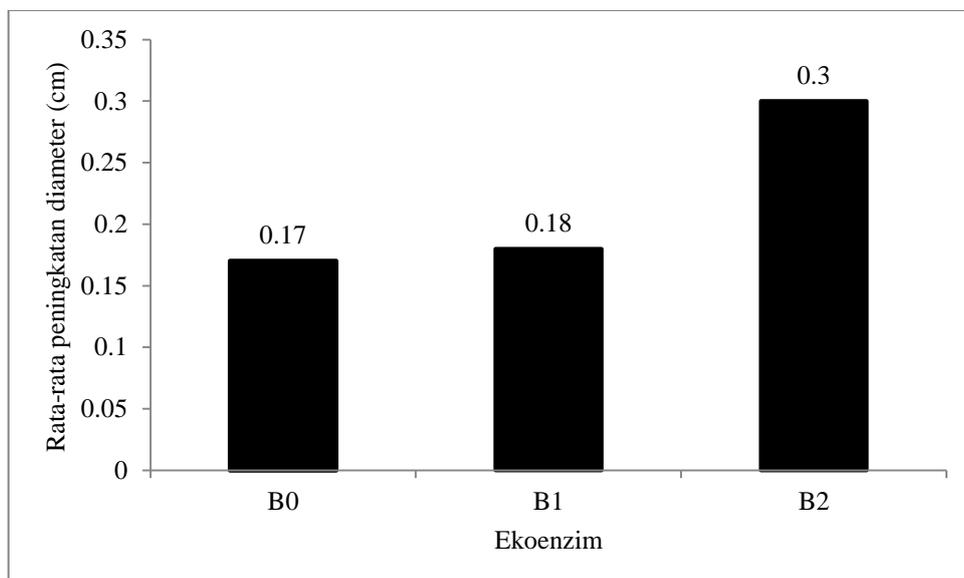
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

pertumbuhan diameter batang tanaman kayu putih pada masing-masing faktor ditampilkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



A0: kontrol, A1: pupuk kandang 1 kg, A2: pupuk kandang 1,5 kg

Gambar 3 Rata-rata peningkatan diameter batang kayu putih (*Melaleuca cajuputi*) pada perlakuan pupuk kandang



B0: kontrol, B1: ekoenzim 100 mL, B2: ekoenzim 150 mL

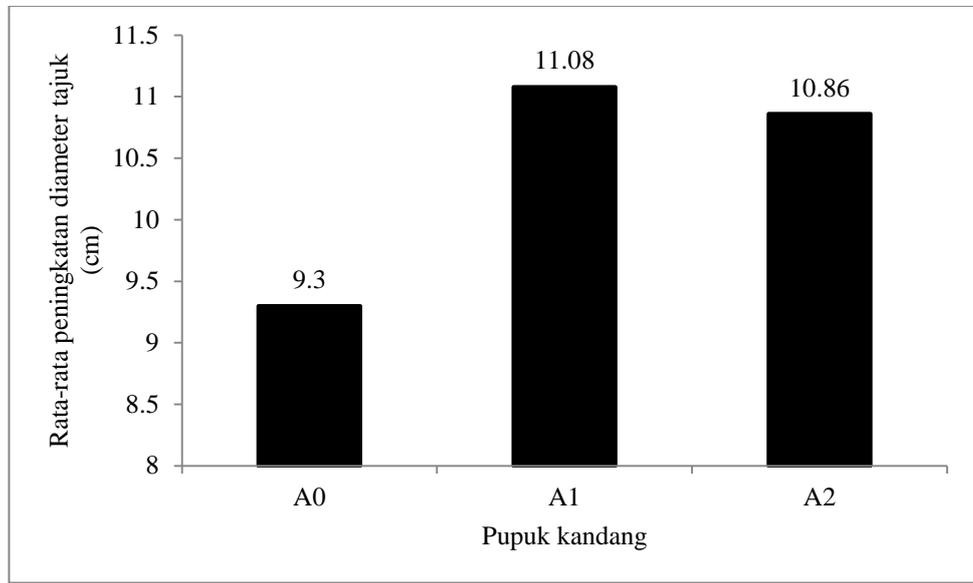
Gambar 4 Rata-rata peningkatan diameter batang kayu putih (*Melaleuca cajuputi*) pada perlakuan ekoenzim

4.1.5 Diameter tajuk

Tabel 2 menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kandang dan ekoenzim tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter tajuk kayu putih di lahan bekas tambang tanah liat. Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan bahwa tren

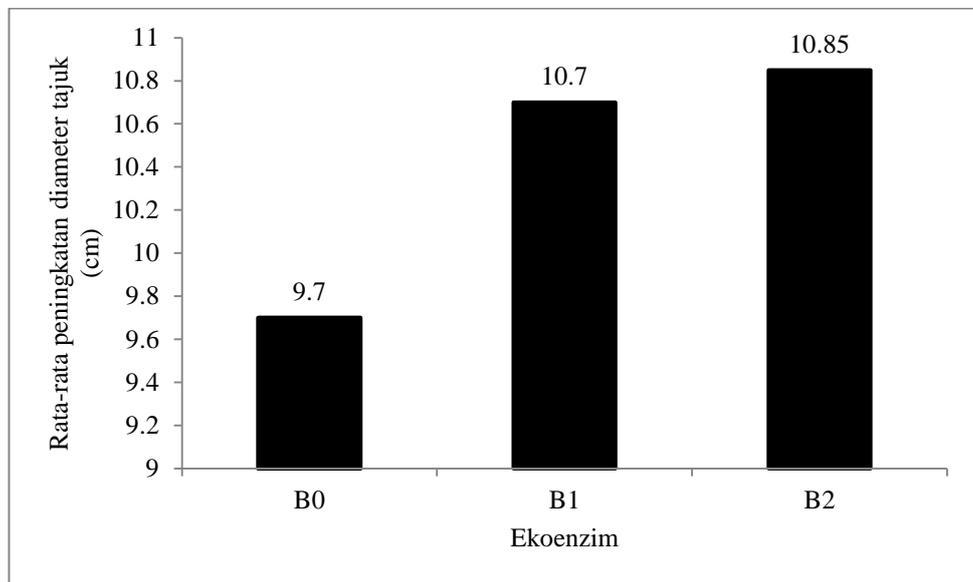
pertumbuhan diameter tajuk tanaman kayu putih mengalami peningkatan pada masing-masing faktor, namun perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter tajuk tanaman kayu putih. Rata-rata pertumbuhan diameter tajuk tanaman kayu putih pada masing-masing perlakuan ditampilkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.

@Hak cipta milik IPB University



A0: kontrol, A1: pupuk kandang 1 kg, A2: pupuk kandang 1,5 kg

Gambar 5 Rata-rata peningkatan diameter tajuk kayu putih (*Melaleuca cajuputi*) pada perlakuan pupuk kandang



B0: kontrol, B1: ekoenzim 100 mL, B2: ekoenzim 150 mL

Gambar 6 Rata-rata peningkatan diameter tajuk kayu putih (*Melaleuca cajuputi*) pada perlakuan ekoenzim

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

4.1.6 Hama

Berdasarkan hasil pengamatan selama 14 minggu, ditemukan beberapa individu ulat kantung pada sampel tanaman kayu putih. Spesies ini ditemukan pada sampel tanaman dengan perlakuan kontrol, A1B0, dan A1B1. Terdapat 13 individu tanaman kayu putih yang terserang ulat kantung sehingga persentase luas serangan ulat kantung pada sampel penelitian adalah 16%.



Gambar 7 Ulat kantung yang ditemukan pada beberapa sampel tanaman kayu putih (*Melaleuca cajuputi*)

4.2 Pembahasan

Perlakuan pemupukan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap masing-masing parameter. Secara umum, perlakuan yang diberikan menyebabkan tren pertumbuhan kayu putih bergerak secara positif. Adapun anomali pada perlakuan yang memberikan pengaruh lebih rendah dibandingkan kontrol diduga karena respons setiap individu tanaman berbeda-beda terhadap perlakuan pemupukan. Selain itu, faktor ketersediaan air sangat memengaruhi kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara sehingga pada konsentrasi yang tidak sesuai tanaman akan kesulitan menyerap hara yang terkandung dalam pupuk karena tidak ada air yang berperan sebagai pelarut.

Pemberian pupuk kandang dan ekoenzim pada dosis yang berbeda menunjukkan pengaruh yang beragam (Tabel 2) dan riap tinggi tanaman yang berbeda. Terdapat 3 perlakuan yang memberikan hasil yang baik pada parameter tinggi tanaman kayu putih, yaitu A1B0, A2B1, dan A0B2, namun ketiganya tidak berpengaruh nyata apabila dibandingkan dengan masing-masing perlakuan tersebut. Pertumbuhan tinggi tanaman kayu putih pada perlakuan A1B0 adalah sebesar 24,33 cm atau mengalami peningkatan sekitar 62% dibandingkan dengan kontrol, pada perlakuan A2B1 sebesar 21,2 cm atau mengalami peningkatan sebesar 41,3% dibandingkan dengan kontrol, dan perlakuan A0B2 mengalami peningkatan sebesar 20 cm atau sekitar 33,3% dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Sementara itu, tanaman mengalami peningkatan tinggi yang cukup pesat pada pengukuran ke 3-7. Hal ini diduga karena pada waktu tersebut tanaman mendapatkan pasokan air yang disebabkan oleh hujan di lokasi penelitian. Air berperan dalam proses fisiologis pada tanaman, misalnya proses metabolisme. Cekaman kekeringan dapat menurunkan produksi dan pertumbuhan suatu tanaman. Keseimbangan hormon pertumbuhan pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan akan terganggu sehingga pertumbuhannya pun tidak dapat berjalan secara optimal (Ariffin dan Novitasari 2022).

Tinggi tanaman merupakan salah satu parameter pertumbuhan yang digunakan untuk mengukur dan mengetahui pengaruh suatu perlakuan yang diterapkan dalam percobaan. Pertambahan tinggi tanaman mengindikasikan

terjadinya peningkatan pembelahan sel akibat adanya peningkatan asimilat (Harjanti *et al.* 2014). Rata-rata tinggi tanaman kayu putih di lokasi penelitian mencapai 172,6 cm. Diketahui bahwa tanaman kayu putih berumur 1 tahun yang ditanam di lahan pasca tambang batu bara PT. Bukit Asam memiliki rata-rata 167,4 cm (Subagio 2018). Perbedaan tinggi tanaman pada kedua lokasi tambang tersebut diduga terjadi karena adanya perbedaan pH tanah, dimana tambang tanah liat di lokasi penelitian memiliki pH 7,92 sedangkan tambang batu bara memiliki pH 4,26 (Subagio 2018). Perbedaan pH pada kedua lokasi ini berpengaruh terhadap kandungan unsur hara di dalamnya. Pertumbuhan tinggi suatu tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan hara pada fase vegetatif dan generatif. Ketersediaan unsur hara berperan penting dalam pembentukan sel dan organ tanaman dimana pertumbuhan tinggi sebagian besar terjadi pada masa vegetatif (Syahidah dan Hermiyanto 2019). Kandungan hara yang terkandung pada pupuk sapi meliputi unsur nitrogen, fosfor, dan kalium sehingga dapat meningkatkan ketersediaan hara yang dibutuhkan oleh tanaman (Budi dan Nurdiani 2022). Nitrogen berperan dalam pembentukan protein dan memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman seperti tinggi tanaman dan jumlah daun. Tanaman cenderung menggunakan nitrogen yang berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan pucuk dibandingkan dengan pertumbuhan akar sehingga kandungan unsur hara ini akan berpengaruh terhadap peningkatan tinggi tanaman (Lubis *et al.* 2022). Pertumbuhan tinggi tanaman dipengaruhi oleh nutrisi dan lingkungan sekitarnya. Pupuk kandang sapi mampu memperbaiki kesuburan dan struktur tanah (Sriyanto *et al.* 2015), hal ini sejalan dengan kondisi tanah pada lokasi penelitian yang terganggu akibat adanya aktivitas pertambangan. Hasil penelitian ini sesuai dengan Budi dan Nurdiani (2022) yang menyatakan bahwa pemberian pupuk kandang mampu meningkatkan tinggi semai kayu putih. Pemberian ekoenzim pada sampel tanaman juga dapat meningkatkan tinggi tanaman kayu putih meskipun secara tunggal belum berpengaruh nyata secara statistik.

Pemberian pupuk kandang dan ekoenzim pada berbagai dosis memberikan pengaruh yang berbeda terhadap parameter ketebalan tajuk tanaman. Hal ini diduga berkaitan dengan perbedaan dosis yang terdapat pada masing-masing perlakuan dan kandungan unsur hara di dalamnya. Pertumbuhan tanaman akan berjalan optimal apabila unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman tersedia dalam jumlah yang sesuai. Interaksi pupuk kandang dan ekoenzim berpengaruh nyata terhadap peningkatan pertumbuhan ketebalan tajuk tanaman (Tabel 2). Terdapat 3 perlakuan yang memberikan hasil yang baik pada parameter tinggi tanaman kayu putih, yaitu A1B0, A2B1, dan A0B2, namun ketiganya tidak berpengaruh nyata apabila dibandingkan dengan masing-masing perlakuan tersebut. Pertumbuhan tinggi tanaman kayu putih pada perlakuan A1B0 adalah sebesar 21,1 cm atau mengalami peningkatan sekitar 47,5% dibandingkan dengan kontrol, pada perlakuan A2B1 sebesar 22,6 cm atau mengalami peningkatan sebesar 58% dibandingkan dengan kontrol, dan perlakuan A0B2 mengalami peningkatan sebesar 18,4 cm atau sekitar 28,7% dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

Tajuk merupakan salah satu bagian pohon yang memiliki peran penting dalam pertumbuhan tanaman sebagai tempat terjadinya proses utama fotosintesis. Ketebalan tajuk diukur dari cabang terbawah sampai pucuk teratas. Bertambahnya ketebalan tajuk tanaman mengindikasikan adanya pertumbuhan pucuk baru pada tanaman kayu putih. Pemberian pupuk kandang sapi pada penelitian ini diduga

mampu meningkatkan pertumbuhan pucuk daun karena pupuk yang digunakan dalam kondisi matang sehingga unsur hara sudah termineralisasi secara sempurna dan dapat diserap oleh tanaman secara optimal. Dosis pupuk kandang sapi yang tinggi juga diduga menyebabkan ketersediaan unsur hara dalam tanah melimpah. Khan *et al.* (2021) menyebutkan bahwa pertumbuhan suatu tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara sebagai sumber aktivitas enzim dan metabolisme tanaman. Pupuk kandang sapi dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan air yang nantinya akan digunakan dalam proses mineralisasi bahan organik menjadi hara yang dapat dimanfaatkan langsung oleh tanaman selama masa pertumbuhannya. Adapun asam yang terkandung dalam ekoenzim berfungsi dalam pembentukan hormon tumbuhan seperti auksin, giberelin, dan sitokinin. Auksin merupakan salah satu hormon yang banyak diproduksi pada bagian tumbuhan yang aktif membelah, misalnya pada dedaunan muda dan meristem tunas (Debitama *et al.* 2022). Proses pertumbuhan dan perkembangan daun berkaitan dengan pembentukan, pembelahan, dan pemanjangan sel. Proses-proses tersebut dirangsang oleh senyawa protein dan karbohidrat. Kandungan unsur nitrogen dalam ekoenzim berperan sebagai komponen pembentuk protein yang digunakan untuk membentuk klorofil. Klorofil kemudian berperan dalam pembentukan dan pertumbuhan daun selama proses fotosintesis berlangsung (Salsabila dan Winarsih 2023).

Pemberian pupuk kandang dan ekoenzim pada dosis yang berbeda mampu meningkatkan diameter tanaman kayu putih meskipun belum berpengaruh secara signifikan (Tabel 2). Berdasarkan Gambar 3 dan Gambar 4, pupuk kandang dan ekoenzim pada dosis tinggi mampu meningkatkan diameter batang kayu putih lebih baik dibandingkan dengan dosis lainnya. Semakin tinggi dosis pupuk kandang dan ekoenzim yang digunakan semakin baik pertumbuhan diameter batang kayu putih. Namun, pengaruh perlakuan yang tidak nyata ini berbeda dengan penelitian Ginting *et al.* (2021) yang menyebutkan bahwa penambahan ekoenzim dengan dosis 1:100 serta menggunakan media tanam *topsoil* dan kompos berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter tanaman turi. Perbedaan ini sangat mungkin terjadi karena faktor media tanam yang digunakan dapat memengaruhi pertumbuhan suatu tanaman. Kompos merupakan bahan organik yang dapat memperbaiki sifat-sifat tanah seperti mengubah struktur tanah menjadi remah, meningkatkan drainase dan aerasi tanah, serta melembabkan dan menyuburkan tanah di sekitar perakaran sehingga akar dapat menyerap unsur hara dengan mudah (Bachtiar 2018). Adapun *topsoil* merupakan tanah lapisan atas yang mengandung banyak unsur hara dan sangat cocok untuk dijadikan media tanam. Lapisan ini memiliki banyak mikroorganisme atau jasad renik biologis yang dapat menyuburkan tanah (Nurlaila dan Hendri 2019). Hal ini berbeda dengan kondisi lahan pada lokasi penelitian yang merupakan tanah liat dengan karakteristik tidak terlalu sesuai untuk pertumbuhan suatu tanaman.

Pengukuran diameter tanaman menggambarkan ukuran struktural tanaman serta pertumbuhannya seiring berjalannya waktu. Tanaman akan mengalami pertumbuhan diameter apabila keperluan hasil fotosintesis untuk respirasi, pergantian daun, pertumbuhan akar, dan tinggi tanaman telah terpenuhi (Mosooli *et al.* 2016) sehingga pertumbuhan diameter tanaman cenderung lebih lambat dibandingkan dengan parameter lainnya. Rata-rata diameter tanaman kayu putih berumur 1 tahun di lahan tambang batu bara PT. Bukit Asam adalah 4,2 cm

(Subagio 2018), lebih tinggi dibandingkan diameter tanaman di lokasi penelitian yang hanya sebesar 1,8 cm. Perbedaan ini diduga terjadi karena pengambilan data pertumbuhan kayu putih di lahan tambang batu bara dilakukan pada saat musim hujan sedangkan di lahan tambang tanah liat dilakukan pada saat musim kemarau. Soekotjo (1976) dalam Usuluddin *et al.* (2018) menjelaskan bahwa pertumbuhan diameter batang bergantung pada kelembaban nisbi dan iklim. Suhu udara yang tinggi akan meningkatkan laju transpirasi sehingga kelembaban udara relatif mengalami penurunan. Apabila hal tersebut terjadi dalam waktu berkepanjangan maka dapat menyebabkan keseimbangan air tanaman terganggu sehingga berpotensi menurunkan pertumbuhan tanaman termasuk diameter.

Perlakuan A1 dan B2 memberikan pengaruh yang paling baik terhadap peningkatan diameter tajuk meskipun secara statistik belum memberikan pengaruh secara nyata. Pengaruh perlakuan ini berkorelasi positif dengan parameter ketebalan tajuk. Hal ini diduga menunjukkan pengaruh ekoenzim terhadap pertumbuhan pucuk baru baik secara vertikal maupun horizontal.

Diameter tajuk merupakan ukuran rata-rata dari pengukuran jarak terlebar tajuk dan panjang tajuk yang dalam pengelolaan hutan dapat dimanfaatkan untuk mengukur kerapatan tegakan. Ruang tumbuh bagi pertumbuhan suatu pohon ditentukan oleh kerapatan tegakan karena setiap pohon memiliki ruang tumbuh yang dibatasi oleh pohon lain di sekitarnya. Tajuk pohon yang luas berpotensi dalam meningkatkan proses fotosintesis yang terjadi sehingga pertumbuhannya pun dapat semakin cepat (Sadono 2018). Pertumbuhan pucuk baru menunjukkan adanya peningkatan jumlah daun yang dapat berkontribusi dalam fotosintesis. Sari *et al.* (2019) memaparkan bahwa proses fotosintesis akan meningkat seiring bertambahnya jumlah daun sehingga fotosintat yang dihasilkan tersedia dalam jumlah banyak untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hasil fotosintesis digunakan tanaman untuk membentuk organel dan bagian sel, enzim, dan substrat pada proses respirasi sehingga akan dihasilkan energi yang dipakai dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Hama merupakan gangguan yang dapat terjadi pada suatu tanaman serta berpotensi menimbulkan kerusakan dan kerugian pada tanaman tersebut. Umumnya, jenis hama yang menyerang tanaman kehutanan merupakan hewan dari kelas insekta. Sistem penanaman monokultur rentan mengalami gangguan hama karena tidak ada tanaman lain yang berperan sebagai penghambat bagi sebaran organisme tersebut. Serangan hama berdampak pada penurunan produktivitas suatu lahan sehingga berpotensi menimbulkan kerugian secara ekonomi.

Pupa ulat kantung merupakan organisme yang ditemukan pada lokasi penelitian. Organisme ini ditemukan pada beberapa sampel dengan perlakuan kontrol, A1B0, dan A1B1. Ulat kantung banyak ditemukan pada beberapa tanaman kehutanan, misalnya sengon, akasia, dan pinus. Sifatnya yang merupakan hama penggerek daun membuat daun tanaman inang berlubang dan berwarna kecoklatan. Serangan ulat kantung tidak ditemukan pada sampel tanaman dengan perlakuan A2B2 diduga karena dosis ekoenzim yang digunakan lebih banyak sehingga tanaman lebih resisten terhadap serangan hama. Menurut Vama dan Cherekar (2020), ekoenzim dapat digunakan sebagai biopestisida karena mengandung metabolit sekunder yang berperan sebagai agen pestisida seperti flavonoid, quinone, saponin, alkaloid, dan kardio glikosida.

V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Perlakuan pemberian pupuk kandang dan ekoenzim berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi dan ketebalan tajuk tanaman kayu putih, namun tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter dan diameter tajuk tanaman kayu putih. Dosis terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan kayu putih adalah ekoenzim 150 mL. Aplikasi ekoenzim pada tanaman kayu putih juga dapat meningkatkan resistensi tanaman terhadap serangan hama.

5.2 Saran

Perlakuan pupuk kandang dan ekoenzim belum menunjukkan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter dan diameter tajuk tanaman kayu putih pada lahan reklamasi tambang namun menunjukkan tren yang positif selama 14 minggu pengamatan sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut misalnya dengan menambah waktu pengamatan. Selain itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai reklamasi lahan tambang tanah liat agar dapat ditemukan strategi yang sesuai untuk menunjang keberhasilan reklamasi pada lahan tersebut.



DAFTAR PUSTAKA

- [ESDM] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2022. Laporan Kinerja Kementerian ESDM. Jakarta: ESDM.
- [UU] Undang-Undang RI No. 3 Tahun 2020 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara. 2020.
- [UU] Undang-Undang RI No. 11 Tahun 1967 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Pertambangan. 1967.
- Agustin YA, Mahayu WL, Siti AM. 2021, pengaruh pemangkasan dan konsentrasi eco-enzyme terhadap pertumbuhan dan kualitas tanaman junggulan (*Crassocephalum crepidiodes*). *Jurnal Agronisma*. 9(2): 134-142.
- Ansoruddin, Purba DW, kusuma D. 2017. Respon pemberian pupuk kandang kambing dan pupuk NPK Mutiara terhadap pertumbuhan tanaman gaharu (*Aquilaria crassna*) di polybag. *Jurnal Penelitian Pertanian BERNAS*. 13(1): 31-36.
- Ariffin, Novitasari A. 2022. *Cekaman Air dan Kehidupan Tanaman*. Malang: UB Press.
- Bachtiar B. 2018. Peran media tanam dan pemberian pupuk kompos terhadap pertumbuhan anakan jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus*) di persemaian. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar* 3(2): 10-17.
- BPS. 2022. BPS. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NTEwIzI=/volume-produksi-pertambangan-bahan-galian--m3-.html>.
- Budi SW, Nurdiani M. 2022. Pengaruh inokulasi mikoriza arbuskular dan pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan semai kayu putih (*Melaleuca cajuputi*) di tanah pasca tambang batu kapur. *Jurnal Silvikultur Tropika* 13(3): 177-183.
- Debitama AMNH, Mawarni IA, Hasanah U. 2022. Pengaruh hormon auksin sebagai zat pengatur tumbuh pada beberapa jenis tumbuhan monocotyledoneae dan dicotyledoneae. *Biodidaktika: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya* 17(1): 120-130.
- Hakim LN. 2023. Perbaikan sifat kimia dan pertumbuhan tanaman trembesi (*Samanea saman*) dengan pemberian kompos kotoran sapi pada tanah bekas tambang batu kapur PT. Semen Padang [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Harjanti RA, Tohari, Utami SNH. 2014. Pengaruh takaran pupuk nitrogen dan silica terhadap pertumbuhan awal (*Saccharum officinarum* L.) pada inceptisol. *Vegetalika* 3(2): 45-44.
- Hemalatha M, Visantini P. 2019. Potential use of eco-enzyme for the treatment of metal based effluent. *IOP Conf. Series: Material Science and Engineering* 716(2020): 1-7.
- Herdiana N, Sugiharto R, Winanti DDT. 2024. *Rempah dan Minyak Atsiri Daun*. padang: CV. Gita Lentera Redaksi.
- Ilori EGU, Ilobu BBS, Ederion O, Imogie A, Imoisi BO, Garuba N, Ugbah M. 2012. Vegetative growth performance of oil palm (*Elaeis guineensis*) seedlings in response to inorganic and organic fertilizers. *Greener Journal of Agricultural Sciences*. 2(2): 26-30.

- Karamoy LT, Kumolontang WJN, Kaunang D. 2019. Aplikasi beberapa pupuk organik pada tanah marjinal dengan indikator tanaman bayam di Kota Manado. *Eugenia*. 25(1): 13-22.
- Kartikawati NK, Rimbawan A, Susanto M, Baskorowati I, Prastyono. 2014. *Budidaya dan Prospek Pengembangan Kayu Putih (Melaleuca cajuputi)*. Bogor: IPB Press.
- Kementan. 2015. *Petunjuk Teknis Pengamatan dan Pelaporan Organisme Pengganggu Tumbuhan dan Dampak Perubahan Iklim (OPT-DPI)*. Jakarta: Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan Kementerian Pertanian Republik Indonesia
- Khan MBM, Arifin AZ, Zulfarosda R. 2021. Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* L. Saccharata Sturt.. *Agroscript* 3(2): 113-120.
- Kholifah S. 2022. Respons pertumbuhan tanaman ylang-ylang (*Cananga odorata* forma *genuina*) terhadap pemupukan dan aplikasi ekoenzim di lapangan [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Kyei KA, Addae A. 2016. The economic and environmental impact on clay harvesting at Abonko in the Mfantiman West District of Central Region, Ghana. *American Scientific Journal of Engineering, Technology, and Sciences* 18(1): 120-132.
- Lubis N, Wasito M, Marlina L, Ananda ST, Wahyudi H. 2022. Potensi ekoenzim dari limbah organik untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Di dalam: Rachmawatie SJ, Dughita PA, Suwardi, Kurniati S, Dewi N, editor. Seminar Nasional Penguatan Karakter Perguruan Tinggi Menuju Era Transformasi Teknologi; 2022 Apr-Jul 14-25; Surakarta, Indonesia. Universitas Islam Batik Surakarta. hlm. 182-188.
- Mosooli CC, Lasut MT, Kalangi JI, Singgano J. 2016. Pengaruh media tumbuh kompos terhadap pertumbuhan bibit jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus*). *Cocos: Jurnal Ilmiah Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi* 7(3): 1-11.
- Nurlaila, Hendri. 2019. Komposisi media tanam pada pembibitan tanaman karet (*Hevea brasiliensis*). *Jurnal Agriment* 4(1): 1-5.
- Rosnina AG, Wirda Z, Nilahayati, Sartika D, Zuriani. 2022. Aplikasi pupuk eco-enzyme pada lahan marginal di Desa Reuleut Barat Muara Batu Aceh Utara. *Global Science Society: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*. 4(1): 78-83.
- Sadono R. 2018. Prediksi lebar tajuk pohon dominan pada pertanaman jati asal kebun benih klon di Kesatuan Pemangkuan Hutan Ngawi, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Kehutanan* 12(2018): 127-141.
- Sadono R, Soeprijadi D, Wirabuana PYAP. 2019. Kesesuaian lahan untuk pengembangan tanaman kayu putih dan implikasinya terhadap teknik silvikultur. *Journal of Natural Resources and Environmental Management* 10 (1): 43-51.
- Salsabila RK, Winarsih. 2023. Efektivitas pemberian ekoenzim kulit buah sebagai pupuk organik cair terhadap pertumbuhan tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Lentera Bio*. 12(1): 50-59.



- Sari P, Intara YI, Nzari APD. 2019. Pengaruh jumlah daun dan konsentrasi rootone-f terhadap pertumbuhan bibit jeruk nipis lemon (*Citrus limon* L.) asal stek pucuk. *Ziraa 'ah* 44(3): 365-376.
- Sarif P, Hadid A, Wahyudi I. 2015. Pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassia juncea* L.) akibat pemberian berbagai dosis pupuk urea. *J. Agrotekbis*. 3(5): 585-591.
- Setyowati RDN, Amala NA, Aini NNU. 2017. Studi pemilihan tanaman revegetasi untuk keberhasilan reklamasi lahan bekas tambang. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*. 3(1): 14-20.
- 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.
- Subagio AA. 2018. Pertumbuhan tanaman kayu putih di lahan pasca tambang batubara dan produksi minyak atsirinya. Bogor [tesis]: Institut Pertanian Bogor.
- 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 mud). *Berkala Ilmiah Pertanian* 4(2): 132-140.
- Tiffany C, Winarno T, Marin J. 2020. Kualitas batuan di tambang tanah liat sebagai bahan campuran semen PT. Semen Gresik Kabupaten Rembang. *Jurnal Geosains dan Teknologi* 3(2): 96-106.
- Usuluddin, Burhanuddin, Muin A. 2018. Pertumbuhan gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk) pada tanah aluvial dengan naungan dan tinggi bibit berbeda. *Jurnal Hutan Lestari* 6(3): 605-617.
- Vama L, Cherekar MN. 2020. Production, extraction and use of eco-enzyme using citrus fruit waste: wealth from waste. *Asian Jr. of Microbiol. Biotech. Env. Sc.* 22(2): 346-351.
- Wibowo C, Mulyana D, Wildasari W. 2020. Komposisi jenis tumbuhan bawah dan sifat tanah di lahan bekas tambang kapur dan silika PT. Holcim Indonesia Tbk. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 11(2): 82-88.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Rekapitulasi data pertumbuhan kayu putih (*Melaleuca cajuputi*) pada berbagai perlakuan dan ulangan

| Perlakuan | Ulangan | Tinggi (cm) | Diameter (cm) | Ketebalan tajuk (cm) | Diameter tajuk (cm) |
|-----------|---------|-------------|---------------|----------------------|---------------------|
| A0B0 | 1 | 16,33 | 0,067 | 14,67 | 10,25 |
| | 2 | 16,67 | 0,267 | 16,33 | 10,33 |
| | 3 | 12,00 | 0,066 | 12,00 | 7,83 |
| A1B0 | 1 | 21,33 | 0,532 | 18,67 | 9,42 |
| | 2 | 31,67 | 0,164 | 24,3 | 11,00 |
| | 3 | 20,00 | 0,235 | 20,3 | 12,67 |
| A2B0 | 1 | 18,00 | 0,067 | 18,33 | 10,50 |
| | 2 | 10,67 | 0,001 | 13,33 | 9,00 |
| | 3 | 20,33 | 0,168 | 19,33 | 6,33 |
| A0B1 | 1 | 19,67 | 0,166 | 19,33 | 8,83 |
| | 2 | 16,00 | 0,068 | 14,67 | 8,00 |
| | 3 | 20,33 | 0,266 | 17,67 | 9,17 |
| A1B1 | 1 | 19,00 | 0,198 | 18,33 | 12,50 |
| | 2 | 13,00 | 0,001 | 12,00 | 9,17 |
| | 3 | 10,00 | 0,068 | 9,33 | 7,83 |
| A2B1 | 1 | 24,33 | 0,265 | 26,47 | 15,67 |
| | 2 | 19,83 | 0,432 | 20,33 | 13,83 |
| | 3 | 19,33 | 0,168 | 21,00 | 11,25 |
| A0B2 | 1 | 16,33 | 0,201 | 15,83 | 6,83 |
| | 2 | 27,00 | 0,002 | 24,3 | 9,17 |
| | 3 | 16,67 | 0,200 | 15,00 | 13,33 |
| A1B2 | 1 | 15,33 | 0,199 | 16,00 | 10,33 |
| | 2 | 18,33 | 0,333 | 17,67 | 14,33 |
| | 3 | 16,00 | 0,364 | 15,33 | 12,43 |
| A2B2 | 1 | 19,33 | 0,596 | 19,00 | 14,75 |
| | 2 | 21,67 | 0,630 | 19,00 | 10,08 |
| | 3 | 17,33 | 0,200 | 16,67 | 6,33 |

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bogor pada 10 Agustus 2001 sebagai anak ke 2 dari pasangan Bapak Jajang Suanda dan Ibu Nengsih. Pendidikan sekolah menengah atas (SMA) ditempuh di SMAN 1 Ciawi dan lulus pada tahun 2019. Pada tahun 2020, penulis diterima sebagai mahasiswa program Sarjana (S-1) di Departemen Silviculture IPB melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama mengikuti program S-1, penulis telah mengikuti kegiatan Praktik Lapangan Kehutanan di KPH Bogor pada tahun 2022. Penulis juga mengikuti kegiatan magang melalui Program Kompetisi Kampus Merdeka (PKKM) di PT. Solusi Bangun Indonesia pada tahun 2023. Penulis juga aktif pada beberapa kegiatan mahasiswa, diantaranya menjadi pengurus LPQ Al-Hurriyyah IPB, Sekolah Quran IPB, sekretaris *Scientific Improvement Tree Grower Community*, pengurus Tim Asistensi PAI IPB, dan aktif sebagai asisten praktikum di Laboratorium Pengaruh Hutan Departemen Silviculture Fakultas Kehutanan dan Lingkungan IPB. Penulis juga pernah mengikuti Program Kreativitas Mahasiswa Bidang Kewirausahaan (PKM-K) pada tahun 2022 dan memperoleh pendanaan dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.