

**EFEKTIVITAS BIOCHAR TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN
BERBAGAI TANAMAN PENUTUP TANAH TERHADAP KUALITAS
TANAH PURNA TAMBANG NIKEL**

MUH. ANUGRAH PRATAMA

G011 17 1355



DEPARTEMEN ILMU TANAH

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

**EFEKTIVITAS BIOCHAR TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN
BERBAGAI TANAMAN PENUTUP TANAH TERHADAP KUALITAS
TANAH PURNA TAMBANG NIKEL**

MUH. ANUGRAH PRATAMA

G011 17.1355

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pertanian

pada

Departemen Ilmu Tanah

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

DEPARTEMEN ILMU TANAH

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN

EFEKTIVITAS BIOCHAR TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN

LEMBAR PENGESAHAN

**EFEKTIVITAS BIOCHAR TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN
BERBAGAI TANAMAN PENUTUP TANAH TERHADAP KUALITAS
TANAH PURNA TAMBANG NIKEL**

Disusun dan Diajukan oleh

MUH. ANUGRAH PRATAMA

G011 17 1355

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Agroteknologi
Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin dan
dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan



Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. H. Muh. Javadi, M.P.

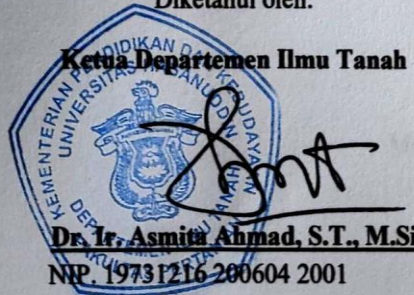
Dr. Ir. Rismaheswati, S.P., M.P.

NIP. 19590926 198601 1 001

NIP. 19760302 200212 2 002

Diketahui oleh:

Ketua Departemen Ilmu Tanah



Dr. Ir. Asmita Ahmad, S.T., M.Si

NIP. 19731216 200604 2001

Tanggal lulus: 26 April 2022

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Muh. Anugrah Pratama
NIM : G111 17 355
Program Studi : Agroteknologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berudul:

“EFEKTIVITAS BIOCHAR TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN
BERBAGAI TANAMAN PENUTUP TANAH TERHADAP KUALITAS TANAH
PURNA TAMBANG NIKEL”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 26 April 2022

Yang Menyatakan,



Muh. Anugrah Pratama

ABSTRAK

MUH. ANUGRAH PRATAMA. Efektivitas Biochar Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Berbagai Tanaman Penutup Tanah terhadap Kualitas Tanah Purna Tambang Nikel. Pembimbing: MUH. JAYADI dan RISMANESWATI

Latar belakang. Tanah purna tambang nikel perlu di rehabilitasi untuk dapat berfungsi optimal, dan salah satu teknologi alternatif untuk mengembalikan kualitas tanah purna tambang nikel adalah pemanfaatan bahan pembenah tanah berupa biochar dari tandan kosong kelapa sawit dan penanaman tanaman penutup tanah. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pemberian biochar dari tandan kosong kelapa sawit dan berbagai tanaman penutup tanah terhadap kualitas tanah purna tambang nikel. **Metode.** Penelitian ini menggunakan desain percobaan pot (3 kg tanah) yang dilaksanakan di rumah kaca Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada bulan Juni-September 2021. Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu dalam bentuk percobaan Faktorial 2 Faktor yang disusun berdasarkan pola rancangan acak kelompok (RAK). Faktor pertama adalah jenis tanaman penutup tanah dengan simbol (C) yang terdiri 3 jenis yaitu C0= tanpa tanaman, C1= *Mucuna bracteata*, C2= *Sesbania grandiflora*. Faktor kedua adalah dosis biochar dengan simbol (B) yang terdiri atas 4 taraf (% bobot tanah) yaitu B0= 0 %, B1= 2.5%, B2=5%, dan B3=7.5%. Kombinasi perlakuan sebanyak 12 dan diulang 3 kali sehingga terdapat 36 unit percobaan. Parameter tanah yang diukur meliputi pH tanah (H₂O dan KCl), P tersedia, C-organik, kapasitas tukar kation (KTK), aluminium dapat tukar, basa-basa dapat tukar (Ca, Mg, K, Na), Al dapat tukar dan Fe dapat tukar. Parameter tanaman penutup tanah meliputi bobot kering dan bobot basah tanaman. **Hasil.** Penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi biochar (B3) (7.5% bobot tanah) dan tanaman penutup tanah jenis *Mucuna bracteata* dan *Sesbanian grandiflora* berpengaruh nyata terhadap peningkatan pH tanah. Aplikasi biochar (B3) dan tanaman penutup tanah *Sesbania grandiflora* berpengaruh nyata pada sifat kimia kesuburan tanah pasca tambang nikel antara lain peningkatan C-organik, kapasitas tukar kation, P tersedia dan N-Total. Aplikasi biochar (B3) memberikan pengaruh terbaik dibandingkan dengan perlakuan biochar lainnya dalam meningkatkan basa-basa dapat tukar (Ca, Mg, K dan Na) dan menurunkan kandungan Al-dd dan Fe-dd. **Kesimpulan.** Perlakuan biochar (B3) dengan *Mucuna bracteata* efektif terhadap peningkatan pH (H₂O) dan pH (KCl). Interaksi perlakuan biochar B3 dengan *Sesbania grandiflora* setelah perlakuan efektif terhadap perbaikan sifat kimia tanah purna tambang nikel antara lain meningkatkan KTK (92%), C-organik (126%), P-tersedia (31%) dan N total (180%). Penggunaan biochar dengan dosis B3 efektif dalam meningkatkan jumlah basa-basa dapat tukar yaitu 79.4% serta efektif menurunkan 60% kadar Al-dd dan 55% Fe-dd pada tanah purna tambang nikel setelah diberikan perlakuan.

Kata kunci: tanah purna tambang nikel, reklamasi, tandan kosong kelapa sawit, tanaman penutup tanah, biochar

ABSTRACT

MUH. ANUGRAH PRATAMA. The effectiveness of biochar of oil palm empty bunches and cover crops on post-mining nickel soil quality. Supervisors: MUH. JAYADI and RISMANESWATI.

Background. Post-nickel mining soils need to be rehabilitated to function optimally, and one of the alternative technologies to restore post-nickel soil quality is the use of soil amendment materials in the form of biochar from empty oil palm fruit bunches and planting cover crops. **Objective.** This study aims to determine the effectiveness of giving biochar from empty fruit bunches of oil palm and various cover crops on the quality of post-nickel mining soil. **Method.** This study used a pot experiment design (3 kg of soil) which was carried out in the greenhouse of the Experimental Gardens, Faculty of Agriculture, Hasanuddin University in June-September 2021. The method used in the study was in the form of a 2-factor factorial experiment which was arranged based on a randomized block design pattern (RAK). The first factor is the type of ground cover plant with the symbol (C) which consists of 3 types, namely C0 = without plants, C1 = *Mucuna bracteata*, C2 = *Sesbania grandiflora*. The second factor is the dose of biochar with the symbol (B) which consists of 4 levels (% soil weight) namely B0 = 0%, B1 = 2.5%, B2 = 5%, and B3 = 7.5%. The combination of treatments was 12 and repeated 3 times so that there were 36 experimental units. The soil parameters measured included soil pH (H₂O and KCl), available P, organic C, cation exchange capacity (CEC), aluminum exchangeable, exchangeable bases (Ca, Mg, K, Na), exchangeable Al and Fe can be exchanged. Parameters of cover crops include dry weight and wet weight of the plant. **Results.** This study showed that the application of biochar (B3) (7.5% soil weight) and cover crops of *Mucuna bracteata* and *Sesbania grandiflora* had a significant effect on increasing soil pH. The application of biochar (B3) and cover crop *Sesbania grandiflora* significantly affected the chemical properties of soil fertility after nickel mining, including an increase in C-organic, CEC, available P and N-Total. The application of biochar (B3) gave the best effect compared to other biochar treatments in increasing the exchangeable bases (Ca, Mg, K and Na) and reducing the content of Al-dd and Fe-dd. s Treatment of biochar (B3) with *Mucuna bracteata* was effective against increasing pH (H₂O) and pH (KCl). The interaction of B3 biochar treatment with *Sesbania grandiflora* after treatment was very effective in improving the chemical properties of post-nickel soil, including increasing CEC (92%), C-organic (126%), P-available (31%) and total N (180%). The use of biochar with a dose of B3 is effective in increasing the amounts of exchangeable bases, namely 79.4% and effective in reducing 60% Al-dd and 55% Fe-dd levels in post-nickel soil after treatment.

Keywords: post-nickel mining soil, reclamation, oil palm empty fruit bunches, cover crops

PERSANTUNAN

Bismillahirrahmanirahim.

Assalamu alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, kesempatan dan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Efektivitas Biochar Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Berbagai Tanaman Penutup Tanah Terhadap Kualitas Tanah Purna Tambang Nikel**”. Shalawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada baginda tercinta kita yaitu Nabi Muhammad SAW yang kita nanti-nantikan syafa’atnya di akhirat nanti.

Kepada Ibunda **Alm. Rasbiah, Ayahanda Saharuddin, Ibu Marwa** selaku ibu tiri penulis dan saudara Muh. Hidayat Ramadhan S yang selama ini telah membantu dalam bentuk materi, dukungan, kasih sayang, semangat, serta doa yang tidak henti-hentinya demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ibu **Dr. Ir. Rismaneswati, S.P., M.P.** dan Bapak **Dr. Ir. H. Muh. Jayadi, M.P.** selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat selama melaksanakan tugas akhir ini hingga selesai. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf dan dosen pengajar Fakultas Pertanian terkhusus Departemen Ilmu Tanah yang telah memberikan ilmu secara akademik maupun non akademik selama proses penutup ilmu di Universitas Hasanuddin.

Penulis ucapkan termakasih banyak kepada Pihak **PT. Vale Indonesia Tbk.** atas bantuan, dukungan fasilitas penelitian utamanya penyiapan bahan tanah pasca tambang nikel dan benih *cover crops* serta data terkait lokasi penelitian, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Penulis juga ucapkan terimakasih kepada Wahyudi Wahid, S.P. dan Kadar Wahid S.P atas bantuannya. Kepada sahabat Nur Hikmah, Rey, Busran, Muhammad Aliafid, Azhardi Hamzah, Faisal Saini, Taufik, Zulkifli, Tono, Fathona Muryadi, Hilmy, Jamaluddin, Uzair, Akram Afriawan, Iqbal, Rihul, Nurul Asmi, Munifa, Sarmila, Anita, Acy, Asty, Dian, Amalia, Farah, Andi Vita Saraswati Rachman dan teman-teman lain yang tidak bisa saya sebutkan Namanya satu persatu, terimakasih atas bantuan, motivasi, dan pendampingannya selama proses penelitian sampai penyusunan tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terimakasih telah menjadi sahabat dan bersamai kisah mahasiswa selama di kampus merah ini. Kepada Keluarga besar Gleisol 2017 (Ilmu Tanah 2017), keluarga Agroteknologi 2017, Anggota Himti Faperta Unhas, Keluarga BEM KEMA FAPERTA UNHAS 2021/2022, BE-HIMTI FAPERTA UNHAS 2020/2021, terima kasih segala doa, kerjasama, bantuan, dan kebersamaannya selama penulis berproses di Universitas Hasanuddin. Kepada semua pihak tidak dapat disebutkan satu persatu terima kasih atas segala bentuk bantuan dan kesan yang telah diberikan selama ini.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas semua kebaikan yang diberikan. Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini sangat jauh dari kesempurnaan maka dari penulis mengharapkan saran dan kritik membangun. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Wassalamu alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Penulis

Muh. Anugrah Pratama

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
PERSANTUNAN	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian.....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kondisi Tanah Purna Tambang	3
2.2 Biochar Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	6
2.2.1 Tanaman Penutup Tanah	7
2.2.2 <i>Mucuna bracteata</i>	8
2.2.3 <i>Sesbania grandiflora</i>	8
3. METODE PENELITIAN	9
3.1 Waktu dan tempat	9
3.2 Alat dan bahan	9
3.3 Metode dan Tahapan Penelitian.....	10
3.3.1 Tahap Persiapan	11
3.3.2 Pengambilan Sampel Tanah	11
3.3.3 Pelaksanaan	11
3.3.4 Parameter Pengamatan	15
3.4 Metode Analisis	16
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Hasil dan Pembahasan	17
4.1.1 Parameter Pengamatan Sifat Tanah.....	17
4.1.1.1 Analisis Sifat Tanah Sebelum Perlakuan.....	17
4.1.1.2 Analisis Sifat Tanah Setelah Perlakuan	18

4.1.2 Parameter Pengamatan Tanaman	20
4.2 Pembahasan	21
5. PENUTUP	27
5.1 Kesimpulan	27
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN.....	32
Lampiran 1. Peta titik pengambilan sampel tanah purna tambang nikel	32
Lampiran 2. Denah Percobaan.....	33
Lampiran 3. Perhitungan Dosis	34
Lampiran 4. Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah	35
Lampiran 5. Karakteristik Biochar tandan kosong kelapa sawit	36
Lampiran 6. Olah Data.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat yang Digunakan Dalam Penelitian	9
Tabel 3.2 Bahan yang Digunakan Dalam Analisis Tanah di Laboratorium	10
Tabel 3.3 Metode Analisis Tanah	16
Tabel 4.1 Hasil Analisis Tanah Sebelum Perlakuan	17
Tabel 4.2 Rata-Rata Hasil Analisis Tanah Pada Interaksi Perlakuan Biochar Dengan Cover Crop	18
Tabel 4.3 Rata-rata Hasil Analisis Tanah Pada Perlakuan Biochar	19
Tabel 4.4 Rata-Rata Hasil Analisis Bobot Tanaman Pada Perlakuan Biochar dan Cover Crop	20

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Pembuatan Biochar	12
Gambar 3-2 Persiapan Media Tanam	13
Gambar 3-3 Penanaman.....	14
Gambar 3-4 Pemeliharaan	14
Gambar 3-5 Pengambilan tanah dan tanaman covercrops setelah 100 hari setelah penanaman	15
Gambar 3-6 Analisis Sampel Tanah di Laboratorium	15
Gambar 4-1 Tanaman Perlakuan Cover Crop <i>Mucuna bracteata</i> (C1B0, C1B1, C1B2, C1B3).....	20
Gambar 4-2 Tanaman Perlakuan Cover Crop <i>Sesbania grandiflora</i> (C2B0, C2B1, C2B2, C2B3).....	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta titik pengambilan sampel tanah purna tambang nikel	32
Lampiran 2. Denah Percobaan	33
Lampiran 3. Perhitungan Dosis	34
Lampiran 4. Karakteristik Biochar tandan kosong kelapa sawit.....	35
Lampiran 5. Kriteria Penilaian Hasil Analisis Kimia Tanah.....	36
Lampiran 6. Olah Data	37

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Luas wilayah dan potensi lahan di Indonesia sangat mendukung industri dibidang pertambangan. Hampir sebagian besar wilayah Indonesia terdiri dari tanah tua yang telah mengalami pelapukan batuan induk. Pemaparan iklim yang silih berganti antara musim hujan dan musim kemarau mempercepat proses mineralisasi batuan induk sehingga sangat berpotensi untuk dieksploitasi lebih lanjut. Luas tanah yang berpelapukan lanjut ini sekitar 67% dari total luas tanah di Indonesia. Tambang nikel di Sorowako, Kabupaten Luwu Timur, sebagai satu diantara beberapa lokasi tambang nikel terbesar di Indonesia dan telah dikelola sejak tahun 1980-an oleh beberapa perusahaan asing hingga saat ini di bawah pengelolaan PT. Vale Indonesia (Nursyamsi, 2008 *dalam* Allo, 2016).

Peraturan Menteri Kehutanan Nomor: 146/Kpts-II/1999 mengenai Pedoman Reklamasi Bekas Tambang Dalam Kawasan Hutan menyebutkan bahwa setiap perusahaan pertambangan dan energi memiliki kewajiban untuk melaksanakan reklamasi lahan bekas tambang atas kawasan hutan yang dipinjam-pakai. Hal itu bertujuan untuk memulihkan kondisi kawasan hutan yang rusak sebagai akibat kegiatan usaha pertambangan dan energi sehingga kawasan hutan yang dimaksud dapat berfungsi kembali sesuai dengan peruntukannya.

Pertambangan merupakan usaha pemanfaatan sumber daya alam bahan galian yang menyebabkan teraduknya lahan, utamanya dalam sistem penambangan terbuka. Dalam penambangan terbuka, Metode ini dilakukan dengan pengupasan tanah dan batuan penutup nikel. Jadi masalah dihadapi pada lahan bekas tambang ini adalah rendahnya produktivitas yang disebabkan kurang bagusnya sifat fisik dan kimia dari tanah ini: rendahnya daya pegang air, porositas besar, kesuburan tanah yang rendah seperti tanah masam, N-Total, P-tersedia, kapasitas tukar kation (KTK) tanah, kandungan basa-basa (K, Ca, Mg dan Na) yang rendah dan juga Al yang terlarut pada tanah sangat tinggi (Widiatmaka, 2010; Neswati *et al.*, 2019).

Pengelolaan kembali lahan purna tambang memerlukan inovasi pengelolaan dan perhatian sepenuhnya yang butuh proses panjang dalam merehabilitasi lahan purna tambang. Berbagai cara perusahaan-perusahaan tambang skala menengah keatas umumnya telah mengetahui bagaimana cara mengatasi permasalahan reklamasi yang dihadapi meskipun beberapa diantaranya belum maksimal. Pengelolaan yang lebih baik meliputi dua hal, yaitu perbaikan terhadap aspek kesuburan media tanam, dan perbaikan dalam hal teknis rehabilitasi. Salahsatu cara yang telah digunakan untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi akibat penambangan yaitu dengan penggunaan *legum cover crop* (LCC). Tanaman legume penutup tanah (LCC), mampu hidup pada tanah yang rusak dan sekaligus menambah bahan organik yang mampu memperbaiki sifat fisik, kimia dan kesuburan tanah bekas tambang tersebut. Menurut Iskandar (2009), aspek kesuburan meliputi aspek fisik, kimia, biologi dan ketiga aspek kesuburan tersebut secara bersama-sama berperan dalam memengaruhi kualitas media tanam. Lokasi-lokasi tambang di Indonesia umumnya berada pada tanah-tanah yang

tidak subur. Oleh karena itu, perbaikan kualitas media tanam khususnya pada tanah lapisan atas perlu dilakukan untuk meningkatkan keberhasilan revegetasi.

Selain penanaman LCC, teknologi alternatif lain yang bisa dilakukan untuk merehabilitasi lahan pasca tambang nikel adalah pemanfaatan bahan organik yang berasal dari limbah pertanian seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS) (Neswati *et al.*, 2022). Penggunaan TKKS ini selain ketersediaan kandungan hara yang dimiliki, ketersediaan TKKS banyak ditemukan disekitar area pertambangan nikel di Sorowako. Sesuai pendapat Warsito (2016), tandan kosong kelapa sawit mempunyai potensi yang besar untuk digunakan sebagai bahan penyubur tanah karena sifat kimia dan fisik yang dapat memperbaiki kondisi tanah. Jika dibandingkan bahan penyubur tanah lainnya, TKSS merupakan salah satu pupuk organik yang mengandung kalium (K) cukup tinggi selain kandungan nitrogen (N), fosfor (P), dan juga menunjukkan bahwa TKKS memiliki potensi menurunkan degradasi hidrokarbon karena memiliki konsentrasi nitrat, fosfat dan kalium yang baik. Selain dapat digunakan sebagai pupuk organik, TKSS dapat diolah menjadi biochar yaitu salahsatu bentuk bahan pembenah tanah yang dihasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna melalui proses pirolisis. Aplikasi biochar jauh lebih efektif meningkatkan retensi hara bagi tanaman dibandingkan bahan organik lain, seperti kompos atau pupuk kandang dan juga lebih persisten dalam tanah, sehingga retensi hara dan kesuburan tanah dapat berjalan lebih lama. Oleh karena itu penggunaan biochar menjadi bahan pembenah tanah lahan purna tambang. Menurut Handani (2017), bahwa aplikasi biochar TKKS mampu meningkatkan kualitas sifat-sifat kimia tanah berupa kandungan C-Organik, N-total, P-tersedia, K-dd, KTK, NH_4^+ dan NO_3^- serta kandungan hara tanaman N, P, dan K.

Berdasarkan uraian diatas maka diharapkan dengan pemanfaatan TKSS sebagai biochar dan memanfaatkan tanaman penutup tanah dapat menjadi alternatif dalam perbaikan kualitas tanah lahan purna tambang. Maka dari itu, perlu dilakukan pengujian terhadap efektivitas TKKS biochar dan berbagai tanaman penutup tanah terhadap kualitas tanah purna tambang nikel.

1.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui efektivitas pemberian biochar tandan kosong kelapa sawit dan berbagai tanaman penutup tanah terhadap kualitas tanah purna tambang nikel. Kegunaan penelitian ini diharapkan dapat menjadi salahsatu inovasi dalam mengatasi permasalahan reklamasi lahan purna tambang nikel yang efisien dan efektif.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Purna Tambang Nikel

Pengelolaan secara baik lahan pasca-tambang merupakan salah satu kewajiban unit usaha pertambangan. Pengelolaan antara lain dapat berupa reklamasi dan penanaman kembali lahan sehingga tanah dapat dihijaukan kembali. Usaha menghijaukan kembali (*revegetasi*) lahan bekas tambang tidak mudah. Upaya tersebut perlu dilakukan dengan perlakuan menyeluruh menyangkut perbaikan aspek fisik, kimia dan biologis dari media tumbuh yang dipakai agar tanaman penghijauan yang diintroduksi dapat beradaptasi dengan baik dan tumbuh dengan maksimal (Widiatmaka. 2010). Kegiatan pertambangan nikel merupakan kegiatan eksploitasi sumberdaya alam tidak terbarukan (*non-renewable resources*) yang diawali dengan pembukaan hilangnya top soil tanah atau konversi lahan menjadi kawasan pertambangan maka ini dapat menjadi sumber terjadinya kerusakan lingkungan. Di sisi lain akan tercipta juga hal-hal negatif sifatnya seperti kerusakan bentang lahan yang biasanya berupa hilangnya vegetasi di atas areal pertambangan tersebut (Ahmad, 2009).

Kegiatan penambangan yang kurang produktif dapat berpengaruh pada kesuburan tanah sehingga tanaman sulit mengalami pertumbuhan. Sembiring dan Simon (2008), mengatakan bahwa lahan bekas penambangan secara nyata memperlihatkan kondisi tanah yang mengalami kerusakan struktur dan pemadatan sehingga berefek negatif terhadap sistem tata air dan aerasi yang secara langsung dapat mempengaruhi fungsi dan perkembangan akar. Rusaknya struktur tanah juga berdampak pada tanah yang kurang mampu menyimpan dan meresapkan air pada musim hujan, sehingga terjadi erosi tanah. Sebaliknya pada musim kemarau tanah menjadi keras dan padat, sehingga tanah menjadi sulit untuk diolah. Selain itu, wilayah pascatambang merupakan tanah dengan pH yang rendah (masam), miskin air dan unsur hara. Kondisi ini adalah hambatan utama untuk pertumbuhan tanaman (Pietrzykowski et al. 2013).

Kegiatan penambangan secara fisik dapat memengaruhi solum tanah dan terjadinya pemadatan tanah, memengaruhi stabilitas tanah dan bentuk lahan (Setyaningsih 2007). Lahan bekas tambang tertentu dapat juga memiliki kandungan logam berat dalam tanah dalam jumlah yang tinggi. Logam-logam yang berada dalam tanah pascatambang sebagian adalah logam berat pada awalnya logam itu tidak berbahaya jika terpendam dalam perut bumi. Tapi ketika ada kegiatan tambang, logam-logam tersebut ikut terangkat bersama batuan yang digali, termasuk batuan yang digerus dalam processing plant. Logam-logam itu berubah menjadi ancaman ketika terurai di alam bersama tailing yang dibuang (Iskandar, 2012).

Kegiatan pertambangan tentunya juga dapat mengakibatkan vegetasi akan rusak atau hilang yang terjadi akibat erosi tanah akibat konversi lahan menjadi pertambangan. Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Yudhistira (2011), bahwa kehilangan unsur hara karena adanya erosi di lokasi pertambangan akan menurunkan produktivitas lahan. Namun penambangan yang dilakukan secara terus-menerus tentunya akan mengakibatkan lingkungan menjadi rusak khususnya tanah dan vegetasi apabila aktivitas penambangan

berakhir. Hal ini akan menyebabkan matinya sumber mata pencaharian masyarakat setempat dan masyarakat juga akan merasakan dampak kerusakan tanah dalam jangka waktu panjang, karena untuk memperbaiki kondisi tanah yang rusak dibutuhkan waktu yang lama.

Sariwahyuni (2012) dalam penelitiannya mengenai lahan bekas tambang nikel menunjukkan bahwa kondisi pH tanah bekas tambang nikel bersifat masam, memiliki kandungan Ni tinggi, ketersediaan fosfat rendah dan produktivitas lahan berkurang. Penelitian pada lahan bekas tambang nikel Pomalaa pernah dilakukan oleh Widiatmaka et al. (2010) yang menjelaskan bahwa pertumbuhan tanaman di lahan revegetasi masih rendah dengan melihat ukuran daun yang kerdil, volume dan diameter tanaman yang kecil. Penyebab utamanya adalah akibat adanya defisiensi unsur hara seperti K, Ca, Fe, Cu dan Mn. Selain unsur hara tanaman yang rendah, lahan tambang nikel di Pomalaa merupakan tanah-tanah yang terbentuk dari bahan induk batuan beku basa atau ultra basa yang memiliki kandungan logam berat yang mencapai kadar toksik pada tanaman, antara lain Ni dan Cr. Sementara logam Pb dan Cd memiliki kadar yang masih relatif aman.

Mengelola kembali lahan bekas penambangan nikel menuju kearah pemulihan tentunya membutuhkan perhatian sepenuhnya dan proses panjang untuk merehabilitasi lahan-lahan bekas olahan nikel tersebut. Curah hujan tinggi memungkinkan terurainya basa-basa secara intensif dan meninggalkan mineral-mineral resisten, pencucian biasanya terakumulasi pada lapisan permukaan tanah. Hal ini berpengaruh terhadap sifat kimia tanah, dimana tanah bersifat masam, kandungan bahan organik rendah, C/N ratio rendah, fosfor tersedia sangat rendah, KTK rendah serta kandungan kalsium sangat rendah (Iskandar. 2012). Areal bekas tambang yang telah direklamasi memiliki waktu yang berbeda sehingga berpengaruh terhadap beberapa sifat kimia tanah, antara lain reaksi tanah (pH), bahan organik, KTK, N, P, K, Ca dan Mg. Karakteristik sifat-sifat kimia dan unsur hara makro tanah berdasarkan lama reklamasi pada areal bekas tambang. Rusaknya struktur, tekstur, porositas dan bulk density akibat dari kegiatan pengerukan, penimbunan dan pemadatan tanah (Nurida. 2015)

Kegiatan penambangan menyebabkan, solum tanah menjadi dangkal dan tanpa lapisan atas (*top soil*) akibat proses pengerukan sehingga kondisi tanah menjadi labil, tekstur dan struktur tanah menjadi buruk komposisinya bagi pertumbuhan tanaman akibat penimbunan, pencampuradukan dan pemadatan dengan alat-alat berat. Kandungan bahan organik tanah menjadi amat rendah, pH tanah bervariasi dan kemungkinan adanya gejala toksisitas unsur-unsur tertentu, apabila keadaan ini terus berlangsung. Pemanfaatan sumber daya tanah yang melebihi kapasitas menyebabkan tanah kehilangan fungsinya (Neswati. 2022).

Reklamasi tambang merupakan salah satu kegiatan yang harus dilakukan setiap perusahaan yang melakukan kegiatan pertambangan, dalam upaya pemulihan kondisi purna tambang sesuai peruntukannya (Ikbali, 2016). Penambangan PT Vale Indonesia dalam melaksanakan rehabilitasi dimulai sejak pembukaan lahan, tahapan rehabilitasi purna tambang yang dilakukan oleh PT Vale Indonesia meliputi penataan atau pembentukan muka lahan dengan standar lereng lahan rehabilitasi, pengembalian lapisan tanah pucuk dan lapisan tanah lainnya, pengendalian erosi, pembangunan drainase, pembangunan jalan untuk proses

revegetasi, penghijauan, pemeliharaan tanaman, dan pemantauan keberhasilan (PT Vale Indonesia, 2020).

2.2. Biochar Tandan Kosong Kelapa Sawit

Biochar adalah bahan padat kaya karbon hasil konversi dari limbah organik (biomas pertanian) melalui pembakaran tidak sempurna atau suplai oksigen terbatas (pyrolysis). Pembakaran tidak sempurna dapat dilakukan dengan alat pembakaran atau pirolisator dengan suhu 250-3500°C selama 1- 3.5 jam, bergantung pada jenis biomas dan alat pembakaran yang digunakan. Pembakaran juga dapat dilakukan tanpa pirolisator, tergantung kepada jenis bahan baku. Kedua jenis pembakaran tersebut menghasilkan biochar yang mengandung karbon untuk diaplikasikan sebagai pembenah tanah. Biochar bukan pupuk tetapi berfungsi sebagai pembenah tanah (Nurida. 2015).

Biochar juga dalam bentuk karbon yang stabil dan dapat bertahan selama ribuan tahun di dalam tanah (Shenbagavalli. 2012). Biochar diproduksi untuk tujuan penambahan tanah sebagai sarana pengasingan karbon dan meningkatkan kualitas tanah. Kondisi pirolisis dan materialnya digunakan secara signifikan dapat mempengaruhi sifat-sifat biochar. Sifat fisik dari biochar berkontribusi pada fungsinya sebagai alat untuk mengelola lingkungan dan telah dilaporkan bahwa biochar digunakan sebagai amandemen tanah, merangsang kesuburan tanah dan meningkatkan kualitas tanah dengan meningkatkan pH tanah, meningkatkan kemampuan untuk mempertahankan kelembaban, menarik jamur dan mikroba yang lebih berguna, meningkatkan kemampuan pertukaran kation, dan melestarikan nutrisi dalam tanah (Ajema. 2018).

Aplikasi biochar (arang) pada lahan-lahan pertanian (lahan kering atau lahan basah) dapat meningkatkan kualitas tanah karena kemampuannya dalam menyimpan atau menahan air dan hara, meningkatkan pH dan KTK pada lahan kering masam, menciptakan habitat yang baik bagi perkembangan mikroorganisme simbiotik seperti mikoriza, kemampuannya dalam menahan air dan udara serta, menciptakan lingkungan yang bersifat netral khususnya pada tanah-tanah masam, mengurangi laju emisi CO₂; dan menyimpan karbon dalam jumlah yang cukup besar di dalam tanah. Selain itu, biochar mampu bertahan lama di tanah (>400 tahun) karena sulit terdekomposisi (Nurida, 2015).

Biochar juga mengurangi kepadatan tanah dan pengerasan tanah. Biochar juga meningkatkan aerasi tanah dan kapasitas tukar kation mengubah struktur dan konsistensi tanah melalui perubahan fisik dan sifat kimia. Hal ini juga membantu untuk mereklamasi tanah terdegradasi. Ini telah menunjukkan lebih besar kemampuan untuk mengadsorpsi kation per unit karbon dibandingkan dengan bahan organik tanah lainnya, karena luas permukaannya yang lebih besar, muatan permukaan negatif dan rapat (Liang. 2006).

Karakterisasi fisikokimia merupakan konsep dasar produksi biochar sebagai bahan pembenah tanah (Gul et al., 2015). Informasi terperinci tentang proses produksi adalah faktor kunci dalam mendefinisikan penggunaan biochar yang sesuai (Jindo et al. 2014). Hal ini berkaitan dengan sifat fisikokimia biochar yang dihasilkan selama pirolisis. Selain itu struktur molekul biochar menunjukkan tingkat stabilitas kimia dan perlekatan mikroba yang

tinggi. Efek perbaikan biochar terhadap sifat tanah berdampak langsung terhadap pertumbuhan tanaman karena ketersediaan udara dan air di zona perakaran.

Biochar selain mengandung unsur hara makro dan mikro seperti N, P, K, Ca dan Mg juga berguna untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Biochar mampu meningkatkan pH, C organik, P tersedia, N total dan kapasitas tukar kation (KTK) tanah (Gani, 2010). Jenis bahan baku adalah faktor penting lain yang menentukan aplikasi biochar dan efeknya di dalam tanah, karena sifat-sifatnya dipengaruhi oleh biomasnya (Jindo et al. 2014). Sesuai hasil penelitian Sukmawati (2020), hasil sifat kimia pada biochar tandan kelapa sawit menunjukkan pH= 7,2, KTK= 52,36 cmol/g, C-Organik= 59.84 %, N-Total=1,08 %, C/N=55.42 %. Pada kriteria sifat kimia tanah bogor menunjukkan pH tergolong netral, KTK tergolong tinggi, C-organik tergolong sangat tinggi, N-Total tergolong sangat tinggi (BPT Bogor. 2005).

2.3 Tanaman Penutup Tanah

Rehabilitasi lahan kritis bekas penambangan dengan menanam berbagai jenis tanaman penutup tanah merupakan salah satu aspek konservasi tanah yang bertujuan untuk memperbaiki kembali kondisi lahan sehingga dapat lagi berfungsi sebagai media produksi dan pengatur tata air yang baik. Untuk itu diperlukan upaya seksama dalam menerapkan teknologi silvikultur, antara lain pemilihan jenis tanaman (native species) yang cepat beradaptasi pada kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan (Allo. 2016).

Revegetasi yang sukses tergantung pada pemilihan vegetasi yang adaptif, tumbuh sesuai dengan karakteristik tanah, iklim dan kegiatan pasca penambangan. Vegetasi yang cocok untuk tanah berbatu termasuk klasifikasi herba, pohon dan rumput yang cepat tumbuh, sehingga dapat mengendalikan erosi tanah (Purnama. 2019). Tumbuhan yang bersimbiosis dengan mikroorganisme tanah yang mampu memfiksasi nitrogen adalah salah satu vegetasi revegetasi lahan pasca tambang, seperti tanaman yang termasuk dalam famili Leguminoceaea (Vogel, 1987 dalam Setiawan, 2003).

Menurut Iskandar (2012), Setelah tanah sebagai media tumbuh tanaman disiapkan dengan baik, maka kegiatan selanjutnya adalah revegetasi, baik dengan tanaman asli lokal, tanaman kehutanan introduksi, ataupun tanaman lainnya yang dinilai akan bermanfaat untuk mempercepat dan meningkatkan keberhasilan usaha reklamasi. Untuk menyasati kondisi iklim mikro yang belum sesuai, reklamasi biasanya diawali dengan menanam tanaman-tanaman pioner cepat tumbuh yang mampu beradaptasi dengan cepat, seperti sengon (*Paraserianthes falcataria*), akasia (*Acacia mangium*), lamtoro (*Leucaena glauca*), turi (*Sesbania grandiflora*), gamal (*Gliricidia sepium*), jabon (*Anthocephalus cadamba*) dan lain-lain. Setelah tanaman ini cukup tinggi dan tajuknya sudah cukup rapat, maka tanaman lokal seperti sungkai, ulin, meranti, gaharu dapat ditanam.

Upaya revegetasi overburden di bekas tambang diawali dengan memperbaiki kualitas tanah dan meminimalkan tingkat erosi tanah. Teknologi yang dipilih harus tepat guna yaitu mudah, murah, efektif, dan efisien seperti penggunaan tanaman penutup tanah terutama dari famili legum (LCC) dan aplikasi mikoriza atau rhizobium. *Legume cover crops* selain berfungsi sebagai pelindung tanah dari butiran hujan dan aliran permukaan, juga berperan dalam meningkatkan bahan organik dalam tanah (sebagai pupuk hijau maupun mulsa).

Legum lebih sesuai untuk dijadikan tanaman penutup tanah, karena dapat menambah nitrogen tanah dan perakarannya tidak memberikan kompetisi yang berat terhadap tanaman pokok. Selain fungsi di atas, banyak jenis tanaman LCC yang potensial (Hadi, 2004).

2.3.1 *Mucuna Bracteata*

Mucuna bracteata adalah salah satu jenis *legume cover crop* (LCC) atau penutup tanah yang merupakan tanaman kacang yang tumbuh dengan cepat, menekan pertumbuhan gulma, kemampuan memfiksasi N yang tinggi, sangat toleran terhadap naungan, mengandung senyawa fenolik yang relatif untuk hama dan hewan-hewan ternak (Sebayang, 2015). Legume cover crop (LCC) *Mucuna bracteata* mempunyai kandungan hara utamanya nitrogen yang relatif tinggi dibanding jenis tanaman lainnya. *Mucuna bracteata* sebagai sumber bahan organik mengandung nitrogen (N) 3,71%, fosfor (P) 0,38%, kalium (K) 2,92%, kalsium (Ca) 2,02%, magnesium (Mg) 0,36%, C-organik 31,4% dan C/N 8,46% (Wahyuni, 2020). *Mucuna bracteata*, tanaman ini dikenal sebagai LCC. Tanaman ini toleran dan dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah dibandingkan tanaman penutup tanah lainnya, dan tumbuh disemua tingkat ketinggian, baik dataran rendah maupun dataran tinggi (Saputra, 2017).

Basa-basa umumnya mudah tercuci, sehingga dapat menyebabkan rendahnya kejenuhan basa pada tanah. Menurut Sullivan (2003) dari segi penutupannya pada permukaan tanah *Mucuna bracteata* dapat membentuk jalinan tanaman yang sedemikian rapat sehingga permukaan tanah terlindung dari hempasan air hujan yang deras secara langsung dan melindungi tanah dari sinar matahari langsung serta dapat menstabilkan suhu tanah. Hal ini akan mencegah terjadinya pencucian basa-basa pada lahan oleh air hujan dan lajunya aliran permukaan yang menyebabkan terjadinya erosi.

Dalam Penelitian Saputra (2017), menunjukkan bahwa rata-rata pH tanah pada lahan kelapa sawit yang ditumbuhi LCC *Mucuna bracteata* lebih tinggi dibandingkan dengan dibersihkan LCC *Mucuna bracteata*. Menurut kriteria klasifikasi sifat kimia tanah, lahan yang ditumbuhi LCC *Mucuna bracteata* dan dibersihkan termasuk dalam kriteria masam (4,5-5,5). Perbedaan nilai pH lebih tinggi pada lahan yang ditumbuhi LCC *Mucuna bracteata* ini diduga adanya aktivitas bahan organik yang dapat mengikat ion Al diikuti dengan berkurangnya ion H⁺. Menurut Hairiah dkk (2002), pelapukan bahan organik dapat mengikat atau mengkhelat Al dan Mn oleh asam-asam organik yang dihasilkan. Selanjutnya Soepardi (1983) menyatakan bahwa adanya senyawa organik memungkinkan terjadinya khelat, yaitu senyawa organik yang berikatan dengan kation logam (Fe, Mn, dan Al) pada pH tanah yang masam.

2.3.2 *Sesbania grandiflora*

Menurut Karupassy *et.al* (2011), tanaman *Sesbania grandiflora* atau biasa dikenal dengan turi merupakan salah satu tanaman legum dan memiliki bintil-bintil akar yang merupakan sumber nitrogen serta berisi bakteri yang dapat menyuburkan tanah. selain itu, daun tanaman ini juga dapat digunakan sebagai pupuk hijau. *Sesbania grandiflora* mengandung nutrient yang lengkap dan memiliki kandungan nitrogen yang cukup tinggi dibandingkan dengan tanaman lain. menurut Dalimartha (2009), daun *Sesbania grandiflora* juga memiliki

beberapa komposisi antara lain saponin, tannin, glikoside, peroksidase, vitamin A, dan vitamin B.

Sesbania grandiflora banyak terdapat didataran rendah dan dataran tinggi seperti pegunungan. Tanaman ini tidak memiliki toleransi pada suhu dingin, selain itu, tanaman ini juga banyak ditemukan atau ditanam disawah (Abadi, 1990). Tanaman turi (*Sesbania grandiflora*) mempunyai daya adaptasi pada tanah yang rendah unsur hara dan toleran terhadap salinitas, dimana dapat tumbuh optimal pada konsentrasi NaCl 2.000- 4.000 ppm (DHL 3,13- 6,25 dS/m), (Fuskah *et.al*, 2014).

Sesbania grandiflora memiliki kemampuan bersimbiosis secara mutualistik dengan bakteri *Rhizobium* yang tumbuh diperakarannya. Adanya asosiasi dengan bakteri sehingga terbentuk bintil-bintil atau nodul pada akar tanaman *Sesbania grandiflora* sehingga mampu menfiksasi nitrogen bebas dari udara sehingga dapat mensuplai kebutuhan tanaman akan unsur hara N tersedia. Menurut Palm, *et.al* (1988), kandungan terbesar N, P dan K terbesar terdapat pada daun *Sesbania grandiflora* karena daun merupakan tempat penyimpanan Nitrogen. Daya penambat N tanaman turi ini mencapai 4,7 % lebih besar dari anggota family *Fabiaceae* seperti kacang tanah dan kedelai. Kelebihan lainnya yaitu dapat meningkatkan efisiensi penyerapan nitrogen dan fosfor dalam tanah.