

SKRIPSI

**PERBAIKAN SIFAT KIMIA TANAH PURNA TAMBANG NIKEL DAN
PERTUMBUHAN *Mucuna* sp. DENGAN PENAMBAHAN
BIOCHAR TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN KALSIUM KARBONAT**

Disusun dan diajukan oleh

KADAR WAHID

G111 16 326



**DEPARTEMEN ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2021

LEMBAR PENGESAHAN

**PERBAIKAN SIFAT KIMIA TANAH PURNA TAMBANG NIKEL DAN
PERTUMBUHAN *Mucuna* sp. DENGAN PENAMBAHAN
BIOCHAR TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN KALSIMUM KARBONAT**

Disusun dan diajukan oleh

**KADAR WAHID
G111 16 326**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal Maret 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Rismaneswati, S.P., M.P.
NIP. 19760302 200212 2 002

Pendamping Pembimbing,



Dr. Ir. H. Muh. Jayadi, M.P.
NIP. 19590926 198601 1 001

Ketua Departemen,



Dr. Rismaneswati, S.P., M.P.
Nip. 19760302 200212 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Kadar Wahid
NIM : G111 16 326
Program Studi : Agroteknologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

Perbaikan Sifat Kimia Tanah Purna Tambang Nikel dan
Pertumbuhan *Mucuna* sp. Dengan Penambahan
Biochar Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Kalsium Karbonat

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, Maret 2021

Yang Menyatakan,



ABSTRAK

KADAR WAHD. Perbaikan Sifat Kimia Tanah Purna Tambang Nikel dan Pertumbuhan *Mucuna sp.* Dengan Penambahan Biochar Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Kalsium Karbonat. Pembimbing: RISMANESWATI dan MUH. JAYADI.

Latar belakang Reklamasi lahan purna tambang nikel memerlukan proses panjang dan inovasi terbaru untuk perbaikan sifat tanahnya. Salah satu teknologi alternatif untuk reklamasi lahan purna tambang yaitu memanfaatkan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) menjadi biochar dan pemberian Kalsium Karbonat (CaCO_3). **Tujuan** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh biochar tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan pemberian CaCO_3 terhadap sifat kimia tanah purna tambang nikel dan pertumbuhan tanaman *Mucuna sp.* **Metode** Penelitian dilaksanakan di experimental farm Fakultas Pertanian UNHAS pada bulan Juli s/d oktober 2020. Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu menggunakan desain percobaan rancangan faktorial 2 Faktor (F2F) dalam rancangan acak kelompok (RAK). Faktor pertama terdiri atas faktor biochar sebagai B dengan taraf B1= 2.5%, B2=5%, dan B3= 7.5 % bobot tanah. Faktor kedua terdiri atas faktor Kalsit sebagai K dengan taraf K1= 1.5, K2=3, K3= 4.5 ton/ha. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 27 unit percobaan. Parameter tanah yang diukur meliputi pH tanah (H_2O dan KCl), P tersedia, C-organik, kapasitas tukar kation, Aluminium dapat tukar, basa-basa dapat tukar (Ca, Mg, K, Na), dan rasio Ca/Mg parameter tanaman *Mucuna sp* meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, daya tumbuh dan bobot kering tanaman. **Hasil** penelitian menunjukkan bahwa aplikasi biochar 150 ton/ha dan CaCO_3 4.5 ton/ha berpengaruh nyata terhadap perbaikan sifat kimia kesuburan tanah pasca tambang nikel antara lain peningkatan pH tanah, P tersedia, C-organik, kapasitas tukar kation dan menurunkan kandungan Al dan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan *Mucuna sp* meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, daya tumbuh dan bobot kering tanaman. **Kesimpulan** penggunaan Biochar 7.5% bobot tanah dan CaCO_3 4.5 ton/ha memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap sifat kimia tanah purna tambang nikel dan pertumbuhan tanaman *Mucuna sp.* Penggunaan biochar dan CaCO_3 terbukti efektif meningkatkan pH tanah, C- organik, KTK, P Tersedia dan basa-basa dapat tukar serta menurunkan kandungan Al-dd pada tanah purna tambang nikel.

Kata kunci: tanah pasca tambang nikel, reklamasi, tandan kosong kelapa sawit, kalsit, tanaman penutup tanah

ABSTRACT

KADAR WAHD. The Improvement of Post-mining Nickel Chemical Soil Properties and Growth of *Mucuna* sp. with Biochar from Empty Bunches of Palm Oil and Calcium Carbonates. Supervised by RISMANESWATI and MUH. JAYADI.

Background: The land of post-nickel-mining reclamation requires a long process and renewable innovation to improve soil properties. One of the alternative technologies toward post-nickel-mining land reclamation has utilizing empty bunches of palm oil for becoming biochars and giving Calcium Carbonates (CaCO_3). **Aim:** The aim of this research were determine the effects of biochar and CaCO_3 to the chemical properties of post-nickel-mining and growth of *Mucuna* sp. **Method:** this research was carried out at the Experimental Farm, Faculty of Agriculture UNHAS from July to October 2020. The method of this research was using the 2 factor-factorial experimental design (F2F) on a randomized block design (RBD). The first factor consists of the Biochar Factor as B with level of B1 = 2.5, B2 = 5, and B3 = 7.5% of soil weight. The second factor consists of calcite as K with a level of K1 = 1.5, K2 = 3, K3 = 4.5 tons/ha. Several treatments was repeated by 3 times in order to obtain 27 experimental units. Soil parameters were measured by include soil pH (H_2O and KCl), available P, organic C, cation exchange capacity, exchangeable aluminium, exchangeable bases (Ca, Mg, K, Na), and the ratio of Ca/Mg. Plant parameters of *Mucuna* sp were measured by include of plant height, number of leaves, plant accretion, and dry weight. **Results:** The research results were the application of biochars both 150 ton/ha and CaCO_3 4.5 ton/ha respectively has a significant effect on improving the chemical properties of soil fertility of nickel-mining such as increasing soil pH, available P, C-organic, cation exchange capacity and reducing Al content and significantly affecting *Mucuna* sp includes plant height, number of leaves, plant growth, and dry weight. **Conclusion:** Using of biochars both 7.5% soil weight and CaCO_3 4.5 tonnes/ha has giving a very significant effect on the chemical properties of soil nickel-mining and the growth of *Mucuna* sp. The using of biochar and CaCO_3 significantly increasing soil pH, C-organic, CEC, available P and the base exchangeable and reduce the exchangeable Al content in post-nickel-mining soils.

Key words: Calcite, Ground cover crops, Palm oil empty bunches, Post-nickel-mining land, Reclamation

PERSANTUNAN

Bismillahirrahmanirahim.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, kesempatan dan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Perbaikan Sifat Kimia Tanah Purna Tambang Nikel dan Pertumbuhan *Mucuna sp.* Dengan Penambahan Biochar Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Kalsium Karbonat”**. Shalawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada baginda tercinta kita yaitu Nabi Muhammad SAW yang kita nanti-nantikan syafa’atnya di akhirat nanti.

Penghargaan terbesar saya berikan kepada Ayahanda Alm. Nurdin, Ibunda Aisyah serta seluruh keluarga besar Rancing atas segala dukungan, semangat dan ketulusan doa yang tak berujung kepada penulis selama ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Rismaneswati, S.P., M.P. dan Bapak Dr. Ir. H. Muh. Jayadi, M.P. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya dalam membimbing, memberikan arahan serta nasihat 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 yang tulus selama proses belajar-mengajar di Universitas Hasanuddin.

Penulis ucapkan terimakasih banyak kepada Andri Andriansyah dan tim Nursery PT. VALE INDONESIA TBK atas bantuan dan kerjasamanya. Penulis juga ucapkan terimakasih kepada Wahyudi Wahid, S.P. atas bantuan dan ilmunya selama ini. Kepada sahabat Azmi Nur Karimah Amas, S.P., Nurul Amin, S.P., Khaerunnisa Nasir, S.P., Bobby Dirgantara Hanafie Putra, Natasya Apriyanti Sitorus, Yuni Arianti, Siti Nur Fanisya B. Tahir, Nur Annisa Rahman, Nur Alim Azis, Muh. Yusril Hardiansyah S.P., Baharuddin Azis, S.P., Ainun Wulandari, S.P., Nurul Arfiani, S.P., Muh. Kausar Erzulsyah Mahmud, S.P. dan Muh. Fathir terimakasih atas bantuan dan motivasi selama proses penelitian sampai penyusunan tugas akhir ini. Kepada sahabat SixPatches, Tcobeqs dan Pencari Waifu terimakasih telah menjadi sahabat dan mengukir kenangan hangat selama dikampus merah ini.

Keluarga besar Agroteknologi 2016, Anggota Himti Faperta Unhas, BE-HIMTI FAPERTA UNHAS 2019/2020, MPA-HIMTI FAPERTA UNHAS 2020/2021, keluarga besar Ilmu Tanah 2016 serta Sekolah Mimpi terimah kasih atas segala doa, kerjasama, bantuan, dan kebersamaannya selama berproses di Universitas Hasanuddin. Kepada semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu terimakasih atas segala bantu dan kesan yang telah diberikan selama ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini sangat jauh dari kesempurnaan maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat konstruktif demi terciptanya karya tulis yang lebih baik lagi. Semoga tugas akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Wassalamu alaikum wr.wb.

Penulis

Kadar Wahid

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
PERSANTUNAN	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tanah Purna Tambang.....	3
2.2 Biochar Tandan Kosong Kelapa Sawit	4
2.3 Kalsium Karbonat	5
2.4 Mucuna sp.....	6
3. METODE PENELITIAN	8
3.1 Waktu dan tempat.....	8
3.2 Alat dan bahan	8
3.3 Metode dan Tahapan Penelitian	9
3.3.1 Tahap Persiapan	9
3.3.2 Pengambilan Contoh Tanah	9
3.3.3 Pelaksanaan	9
3.3.4 Parameter Pengamatan	11
3.3.5 Metode Analisis.....	11
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	12
4.1. Hasil.....	12
4.1.1 Parameter Pengamatan Tanah.....	12
4.1.1.1 Analisis Sifat Tanah Sebelum Perlakuan.....	12
4.1.1.2 pH Tanah Mingguan.....	12
4.1.1.3 Analisis Sifat Tanah Setelah Perlakuan.....	13

4.1.2 Parameter Pengamatan Tanaman	15
4.2 Pembahasan	16
5. PENUTUP	20
6.1 Kesimpulan.....	20
6.2 Saran.....	20
DAFTAR PUSTAKA	21
LAMPIRAN	24

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Alat yang Digunakan dalam Analisis Tanah di Laboratorium	8
Tabel 3-2 Bahan yang Digunakan dalam Analisis Tanah di Laboratorium.....	8
Tabel 3-3 Metode Analisis	11
Tabel 4-2 Hasil Analisis Sifat Tanah Sebelum Perlakuan	12
Tabel 4-3 Hasil Analisis Sifat Tanah Setelah Perlakuan.....	13
Tabel 4-4 Hasil Parameter Pengamatan Tanaman	15

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3-1 Pembuatan Biochar	10
Gambar 3-2 Persiapan Media Tanam	10
Gambar 3-3 Penanaman Pemeliharaan, dan Pengamatan	10
Gambar 4-1 Hasil Analisis pH Mingguan	13

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah Percobaan	24
Lampiran 2. Perhitungan Dosis	25
Lampiran 3. Kriteria Penilaian Hasil Analisis Kimia Tanah	27
Lampiran 4. Olah Data	28
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian	42

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Aktivitas pertambangan nikel dapat memberikan dampak positif dan negatif. Dampak positif dari pertambangan yaitu meningkatnya pendapatan daerah, perluasan lapangan kerja serta devisa Negara. Namun sisi lain terdapat juga dampak negatif yaitu terjadinya degradasi lingkungan, tanah dan air, sumber kehidupan manusia, hewan maupun tumbuhan. Selain itu dampak yang dapat ditimbulkan yaitu terjadinya penurunan muka bumi, kerusakan tanah dan lahan, limbah buangan, dan pemadatan tanah. Dalam bidang pertanian permasalahan utama dalam pertambangan yaitu menurunnya kesuburan tanah karena terjadinya kerusakan tanah tanpa *top soil*, hilangnya bahan organik serta tidak tersedianya unsur hara yang sangat diperlukan oleh tanaman (Ginting, 2019).

Kondisi tanah bekas tambang nikel terhadap sifat fisik dan kimia tanah yaitu solum tanah menjadi dangkal dan tanpa lapisan atas (*top soil*), menyebabkan kondisi tanah menjadi labil, tekstur dan struktur tanah amat buruk komposisinya bagi pertumbuhan tanaman akibat pencampuran dan pemadatan menggunakan alat-alat berat. Kandungan bahan organik tanah amat rendah, pH tanah bervariasi dan kemungkinan adanya gejala toksisitas unsur-unsur tertentu (Bato, 2016). Aktivitas pertambangan dapat menurunkan reaksi tanah meningkatkan tingkat derajat kemasaman tanah yang secara langsung mempengaruhi ketersediaan unsur hara makro P dan K yang dibutuhkan oleh tanaman serta meningkatkan kandungan Fe dan Al yang dapat menjadi racun untuk tanaman, selain hal tersebut permasalahan yang timbul dalam pertambangan yaitu lapisan atas (*top soil*) dengan kesuburan tinggi bercampur dengan tanah pada bagian bawah yang kurang subur (Allo, 2016).

Pengelolaan kembali lahan purna tambang dalam pemulihannya memerlukan perhatian sepenuhnya dan proses panjang dalam merehabilitasi lahan purna tambang serta perlunya inovasi. Peningkatan pengembangan industri nasional dan regional membutuhkan inovasi dan persediaan penelitian untuk menentukan sumber daya baru. Ketersediaan sumber daya mineral harus dimanfaatkan secara optimal dan bijak sehingga terjadi keberlanjutan. Salah satunya dengan memanfaatkan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) untuk mengatasi masalah dalam purna tambang. Penggunaan TKKS ini selain kandungan hara yang dimiliki juga ketersediaan TKKS ini banyak ditemukan disekitar area pertambangan nikel di Sorowako Luwu Timur. Menurut Erwinsyah (2007), TKKS merupakan sumber bahan baku yang penting untuk bahan kimia maupun material lainnya, TKKS mengandung unsur kimia lemak, selulosa, lignin dan hemiselulosa. Dalam proses produksi minyak sawit mentah di pabrik kelapa sawit jumlah TKSS yang dihasilkan mencapai 21-23% dari berat total tandan buah segar (TBS) (Kresnawaty, 2017).

Biochar merupakan substansi arang kayu yang berpori, sering disebut *charcoal*. Didalam tanah, biochar menyediakan habitat yang baik bagi mikroba, dalam jangka panjang biochar tidak mengganggu keseimbangan karbon-nitrogen, bahkan mampu menahan dan menjadikan air dan nutrisi bagi tanaman (Sihotang, 2018). TKKS sebagai biochar dengan proses pirolisis terbukti efektif meningkatkan kesuburan tanah disebabkan biochar mampu menahan air, mengurangi keasaman tanah, menjaga ketersediaan nutrisi yang penting bagi

tanaman (Kresnawaty, 2017),. Untuk meningkatkan efektivitas penggunaan biochar dalam tanah purna tambang maka perlu adanya penambahan zat lain terlebih menurut Allo (2016) Tanah di Sorowako termasuk dalam jenis tanah laterik yang merupakan tanah yang telah mengalami perkembangan lebih lanjut. Selain hal tersebut Nikel terbentuk dalam batuan ultrabasa memiliki kandungan SiO_2 dan Al_2O_3 yang rendah serta MgO , CaO dan Na_2O yang relatif tinggi (Alam, 2012), akan tetapi kandungan mineral yang mudah lapuk dengan curah hujan tinggi memungkinkan terurainya basa-basa secara intensif yang berpengaruh terhadap sifat kimia tanah.

Salah satu cara mengatasi masalah tersebut dengan cara pemberian kalsium karbonat (CaCO_3), tujuan utama pemberian kapur yaitu untuk meningkatkan pH, pengapuran lebih cenderung merubah sifat tanah menjadikan unsur hara lebih tersedia bagi tanaman selain itu dengan pemberian kalsium karbonat (CaCO_3), menambah unsur Ca dan juga membuat ketersediaan P maupun Mo, mengurangi keracunan Fe, Mn dan Al (Irwan, 2018). Berdasarkan uraian diatas maka diharapkan dengan pemanfaatan TKSS sebagai biochar dan pemberian kalsium karbonat (CaCO_3) dapat menjadi alternatif dalam perbaikan tanah lahan purna tambang.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh biochar tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan kalsium karbonat (CaCO_3) terhadap sifat kimia tanah purna tambang nikel dan pertumbuhan *Mucuna* sp. Kegunaan penelitian ini yaitu sebagai media informasi yang dapat digunakan dalam inovasi teknologi perbaikan tanah purna tambang nikel dengan pemanfaatan limbah TKSS dan kalsium karbonat (CaCO_3) serta dapat dijadikan acuan dalam penentuan dosis biochar dan kalsium karbonat (CaCO_3) agar lebih optimal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Purna Tambang

Aktivitas pertambangan nikel dapat memberikan dampak positif dan negatif. Dampak positif dari pertambangan yaitu meningkatnya pendapatan daerah, perluasan lapangan kerja serta devisa Negara. Namun sisi lain terdapat juga dampak negatif yaitu terjadinya degradasi lingkungan, tanah dan air, sumber kehidupan manusia, hewan maupun tumbuhan. Selain itu dampak yang dapat ditimbulkan yaitu terjadinya penurunan muka bumi, kerusakan tanah dan lahan, limbah buangan, dan pemadatan tanah. Dalam bidang pertanian permasalahan utama dalam pertambangan yaitu menurunnya kesuburan tanah karena terjadinya kerusakan tanah tanpa *top soil*, hilangnya bahan organik serta tidak tersedianya unsur hara yang sangat diperlukan oleh tanaman (Ginting, 2019).

PT Vale Indonesia mengoperasikan tambang dan pengolahan nikel laterit terpadu. Operasi PT Vale Indonesia terdiri dari penambangan dan pengolahan biji menjadi produk nikel dalam matte, yaitu produk yang digunakan dalam pembuatan nikel rafinasi (PT.Vale Indonesia, 2020). PT Vale Indonesia menggunakan sistem penambangan terbuka dengan sistem konvensional (*truck* dan *shovel*) dengan menggunakan metode *open cast mining*, yaitu metode dengan cara memotong bagian sisi bukit dari puncak menuju kebawah sesuai dengan garis konturnya, pemotongan bukit dibuat dalam bentuk jenjang dengan kedalaman penggalian maksimum 20-30 meter (Azizi, 2019).

Penambangan dengan sistem tambang terbuka akan terjadi pengupasan tanah penutup bahan tambang, tanah penutup dikeluarkan dari areal tambang dan bahan tambang akan digali dan diangkut keluar dan menyisakan kolong-kolong lubang galian. Kolong-kolong galian ini pada perusahaan yang memiliki izin kuasa pertambangan akan ditimbun kembali dengan tanah yang telah diambil sebelumnya. Permasalahan yang timbul yaitu lapisan atas (*top soil*) dengan kesuburan tinggi bercampur dengan tanah lainnya atau tertimbun dibagian bawah yang kurang subur, selain itu daya dukung tanah bekas tambang terbuka konvensional ini menjadi rendah bahkan merusak struktur tanah (Subowo, 2011). Selain hal tersebut menurut Bato (2016), dampak dari metode tambang terbuka dapat mengakibatkan aliran permukaan akan menggerus tanah, yang dapat menyebabkan aktivitas produksi bermasalah serta kerusakan lingkungan.

Perubahan lingkungan pasca penambangan selain perubahan bentang lahan juga mempengaruhi kualitas tanah hasil penimbunan setelah penambangan. Struktur tanah penutup rusak, lapisan tanah bercampur, populasi hayati tanah tidak berfungsi sebagaimana mestinya serta daya dukung tanah untuk pertumbuhan tanaman menjadi rendah (Subowo, 2011). Selain hal tersebut menurut Allo (2016), kegiatan penambangan dapat menyebabkan solum tanah menjadi dangkal, proses penggerukan membuat tanah menjadi labil, tekstur dan struktur tanah menjadi buruk, pencampuran dan pemadatan dengan alat-alat berat. Kandungan bahan organik tanah menjadi amat rendah, pH tanah bervariasi dan kemungkinan adanya gejala toksisitas unsur-unsur tertentu.

Berdasarkan penelitian Allo (2016), tentang kondisi fisik dan kimia tanah purna tambang nikel diperoleh hasil reaksi tanah pasca tambang menurun yaitu dari pH 6 ke 5.6

yang meningkatkan tingkat derajat kemasaman tanah yang secara langsung mempengaruhi ketersediaan unsur hara makro P dan K, dari yang sebelumnya ketersediaan unsur hara P dari 24 menjadi 14 me/100 gr dan unsur hara K dari 28 me/100 gram menjadi 20 me/100 gram tanah. Sebaliknya terjadi peningkatan unsur hara Al dari 0,200 ke 1.389 me/100 gr yang relative kurang larut. Selain itu mempengaruhi ketersediaan unsur hara K, Ca, dan Mg dari tinggi menurun menjadi sedang. Ketersediaan unsur hara K dari 0,60 (tinggi) turun menjadi 0,43 (sedang), unsur hara Ca dari 12,31 (tinggi) turun menjadi 9,72 (sedang), unsur hara Mg dari 3,75 (tinggi) menjadi 2,40 (tinggi) me/100 gram tanah. Kapasitas tukar kation (KTK) yang didefinisikan sebagai jumlah muatan dari kation yang diserap oleh koloid tanah pada pH tertentu menggambarkan kemampuan tanah dalam memegang unsur hara dan melepaskannya untuk diserap oleh akar tumbuhan dimana diperoleh penurunan dari 22,16 ke 20,05.

Dalam rehabilitasi areal purna tambang memiliki waktu yang berbeda-beda sehingga berpengaruh terhadap beberapa sifat kimia tanah. sifat kimia tersebut antara lain pH tanah, bahan organik, KTK, N, P, K, Ca dan Mg. Karakteristik sifat-sifat kimia dan unsur hara makro tanah dipengaruhi oleh lama rehabilitasi pada areal purna tambang (Allo, 2016). Reklamasi tambang merupakan salah satu kegiatan yang harus dilakukan oleh setiap perusahaan yang melakukan kegiatan pertambangan, reklamasi merupakan upacaya pemulihan kondisi purna tambang sesuai peruntukannya (Ikbal, 2016). Dalam penambangan PT Vale Indonesia dalam melaksanakan rehabilitas dimulai sejak pembukaan lahan, rehabilitasi lahan purna tambang dilakukan dengan sistem penimbunan atau *backfilling*, tahapan rehabilitasi purna tambang yang dilakukan oleh PT Vale Indonesia meliputi penataan atau pembentukan muka lahan, pengembalian lapisan tanah, pengendalian erosi, pembangunan drainase, pembangunan jalan untuk proses revegetasi, penghijauan, pemeliharaan tanaman, hingga pemantauan kebun bibit modern (PT Vale Indonesia, 2020).

2.2 Biochar Tandan Kosong Kelapa Sawit

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) mengandung unsur kimia seperti lemak, selulosa, lignin dan hemiselulosa. Kandungan selulosa sebesar 41.09 %, ligin 32.5%, dan hemiselulosa sebesar 28.57%. Dimana kandungan kimia tersebut apabila dilakukan proses pembakaran akan menghasilkan senyawa asam dan turunannya serta fenol yang menghasilkan karbonil dan asam organik (Kresnawati, 2017). TKKS juga mengandung beberapa unsur kimia seperti N sebesar 0.350%, Mg sebesar 0.170%, Ca sebesar 0.149 %, P sebesar 0.028% dan K sebesar 2.85%. Sifat penting TKKS terkait kandungan energi dan unsur-unsur penyusunnya dapat diperoleh dengan malakukan analisis proksimat dan ultimasi. Analisis proksimat bertujuan untuk menentukan rasio zat-zat yang udah terbakar dengan zat-zat yang tidak mudah terbakar yang bermanfaat untuk menggambarkan besar energinya. Sedangkan analisis ultimasi bertujuan untuk menentukan jumlah oksegen yang dibutuhkan untuk pembakaran seperti komposisi gas yang dilepaskan selama proses pembakaran (Erwinskyah, 2015).

Dalam penelitian Erwinskyah (2007), ia membandingkan karakteristik biomassa TKSS dengan seratnya melalui analisis proksilat dan ultimasi. Analisis proksilat diperoleh hasil dalam analisis proksilat kandungan TKSS diperoleh abu sebesar 5.38%, karbon tetap sebesar 16.77 sedangkan untuk kandungan seratnya diperoleh abu sebesar 3.87% dan karbon tetap sebsar 15.31%. Analisis ultimasi kandungan TKSS diperoleh karbon 46.50%, hidrogen

7.13%, nitrogen 0.89%, sulfur 0.21% dan oksigen 38.89% sedangkan kandungan seratnya di peroleh diperoleh karbon 44.97%, hidrogen 6.99%, nitrogen 0.45%, sulfur 0.14% dan oksigen 43.58%. Biochar merupakan arang hitam hasil dari proses pemanasan biomassa pada keadaan oksigen terbatas maupun tanpa oksigen (Tambunan, 2014). Biochar merupakan produk kaya akan karbon yang diperoleh dari biomassa seperti kayu atau daun yang dipanaskan dalam wadah tertutup (Lehmann, 2009). Menurut Putri (2017), biochar merupakan arang yang dberkan ke sitem tanah dan tanaman sebagai bahan pembenah tanah yang dihasilkan dari pirolisis atau pembakaran bahan organik.

Biochar merupakan butiran halus dari kayu yang berpori yang dapat digunakan sebagai bahan pembenah tanah dan mengurangi jumlah CO₂ dari udara. Biochar dapat menyediakan habitat bagi mikroba tanah dan bertahan hingga ratusan tahun. Dalam jangka panjang biochar tidak mengganggu keseimbangan karbon-nitrogen menahan dan menjadikan air dan nutrisi lebih tersedia bagi tanaman. Bila digunakan sebagai pembenah tanah bersama pupuk organik dan anorganik, biochar dapat meningkatkan produktivitas serta retensi dan ketersediaan hara bagi tanaman (Gani, 2019). Kandungan hara yang terdapat pada biochar yaitu karbon sebanyak 60%, nitrogen sebanyak 1.07%, fosfor sebanyak 1.29%, kalium sebanyak 13.37%, magnesium sebanyak 1,02%, besi sebanyak 0.95%, serta kalsium sebanyak 1.71% (Kresnawati, 2017).

Biochar yang diproduksi pada suhu pirolisis rendah mengandung bahan organik non karbonisasi yang tinggi. Pirolisis bahan organik untuk menghasilkan biochar menghasilkan bahan dengan sejumlah sifat yang luar biasa seperti luas permukaan internal yang tinggi, kapasitas tukar kation tinggi, meningkatkan pH, dan tingkat degradasi yang rendah. Luas permukaan biochar dapat ditingkatkan dengan meningkatkan suhu pirolisis atau dengan aktivasi. Peningkatan luas permukaan dapat bermanfaat untuk penyerapan kontaminan organik hidrofobik, tetapi peningkatan suhu pirolisis dan luas permukaan biochar sering kali mengakibatkan penurunan kapasitasnya untuk melumpuhkan logam. Penggunaan biochar dapat digunakan sebagai remediasi tanah yang terkontaminasi polutan, biochar dapat menurunkan konsentrasi Cd, Pb dan Zn. Mekanisme imobilitas logam oleh biochar dengan cara meningkatkan pH tanah, pertukaran ion, adsorbso fisik, presipitasi dan perbaikan sifat tanah. Biochar memiliki beberapa efek tidak langsung pada kimia tanah yang dapat berdampak pada mobilitas elemen dalam tanah. Salah satu pengaruh tersebut adalah pengaruh penambahan biochar terhadap pH tanah (Ladygina, 2013)

2.3 Kalsium Karbonat (CaCO₃)

Pengapuran tanah masam secara umum bertujuan untuk meningkatkan pH tanah dan kejenuhan basa agar ketersediaan hara bagi tanaman meningkat dan potensi toksik dari unsur mikro seperti Al menjadi tertekan agar sifat kimia tanah menjadi lebih baik dan aktivitas mikroba dalam penyediaan unsur hara dan zat perangsang tumbuh dan membaik sehingga pertumbuhan dan produksi tanaman optimum. Pengaruh pengapuran apabila dilakukan dengan tepat akan berpengaruh positif terhadap sifat kimia dan biologi tanah. Seperti pada tanah yang memiliki KB tinggi dan didominasi oleh koloid, pengapuran secara kimiawi akan meningkatkan pH dan kadar ca-dd sedangkan secara biologis akan meningkatkan aktivitas fiksasi N bebas baik secara simbiotik maupun nonsimbiotik (Hanafia, 2014)

Pemberian kalsium karbonat atau kalsit merupakan salah satu upaya untuk menaikkan pH tanah, menurunkan kandungan Al dan meningkatkan kandungan Ca serta memperbaiki ketersediaan P (Subandi, 2013). Mekanisme CaCO_3 yaitu dimana kalsium menggantikan ion hidrogen dan aluminium pada kompleks jerapan. Ion hidrogen yang dihasilkan bereaksi dengan karbonat membentuk asam karbonat (H_2CO_3). Asam karbonat yang dihasilkan akan terdisosiasi membentuk CO_2 dan H_2O . Karbon dioksida (CO_2) yang dihasilkan akan lepas ke atmosfer, sehingga hasil akhir dari reaksi kapur ini ion H^+ yang aktifitasnya semakin berkurang dan semakin banyaknya OH dilarutan tanah yang dapat meningkatkan pH tanah (Rais, 2007). Reaksi umum kapur karbonat akan menghasilkan ion-ion hidroksil yang akan mengikat kation-kation Asam yaitu H dan Al sehingga akan terjadi kenaikan pH. Muatan negatif koloid akan digantikan oleh kation basa dalam hal ini Ca, sehingga kejenuhan basa meningkat. Perhitungan dosis CaCO_3 berdasarkan kandungan Al-dd umumnya setara $1.5 \times \text{Al-dd}$ dimana setiap 1 me Al-dd dalam tanah membutuhkan kapur sebanyak 1.5 me kapur (Hanafiah, 2014).

Kalsium karbonat (CaCO_3), merupakan salah satu penyumbang fraksi penting C yang ada didalam tanah yang menghubungkan siklus geologis C jangka panjang dengan siklus biogeokimia karbon organik tanah jangka pendek (Rowley, 2019). Pengasaman tanah dapat di sanggah dengan proses kimiawi seperti pelarutan karbonat, pergantian kation basa yang dapat ditukar kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), kalium (K^+) dan natrium (Na^+) oleh H^+ dan aluminium (Al^{3+}) melalui buffer pertukaran kation (KTK) dan kemudian pelarutan mineral Al dan mangan. Pengapuran dapat meningkatkan Ca^{2+} konsentrasi dan kekuatan ion dalam larutan tanah, menyebabkan peningkatan liat dan dengan demikian dapat perbaikan struktur tanah dan konduktivitas hidrolik, pengapuran juga meningkatkan aktivitas cacing tanah dan karenanya makroporositas. Pengapuran pada nilai pH tanah yang direkomendasikan meningkatkan produktivitas, menguntungkan struktur tanah, memperbaiki tanah yang terdegradasi dan, bila digunakan dengan praktik pengelolaan lain yang sesuai, dapat bermanfaat bagi keanekaragaman hayati padang rumput. Ini juga mengurangi beberapa emisi gas rumah kaca (Goulding, 2019).

2.4 *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. *M. 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 MB. Tanaman ini sangat toleran dan dapat tumbuh dengan baik pada berbagai jenis tanah dibandingkan tanaman penutup tanah lainnya, tumbuh disemua tingkat ketinggian, baik dataran rendah maupun dataran tinggi, namun untuk fase generatif yang sempurna pada ketinggian >1000 mdpl (Saputra, 2017).

Mucuna bracteata adalah salah satu jenis *leguminosae cover crop* (LCC) yang banyak digunakan di perkebunan Indonesia. Legum ini memiliki biomassa yang tinggi dibandingkan dengan penutup tanah lainnya. Penanaman *Mucuna bracteata* tersebut di perkebunan besar, baik karet maupun kelapa sawit, cukup pesat karena *Mucuna bracteata* dinilai relatif lebih mampu menekan pertumbuhan gulma pesaing serta leguminosa yang dapat menambat N bebas dari udara (Tarigan, 2020). *Mucuna* berasal dari dataran tinggi Kerala India Selatan. Morfologi *Mucuna* dengan daun berbentuk oval, satu tangkai daun terdiri dari 3 helai anak daun, berwarna hijau, dan muncul disetiap ruas batang. Batang tumbuh menjalar atau merambat, berbentuk bulat berbuku, mengandung serat dan air serta bergetah. Sistem perakaran tunggang, memiliki bintil akar berwarna merah muda dan relatif banyak. Bunga berbentuk tandan menyerupa rangkaian buah anggur dengan tangkai yang akan menghasilkan polong dan biji (Sebayang, 2015).

Perbanyakan tanaman *Mucuna bracteata* dilakukan secara generatif dan vegetatif. Perbanyakan secara generative memungkinkan terjadinya perubahan sifat genetik dari tanaman induknya, tanaman yang dihasilkan tidak seragam dan jangka waktu produksinya relative lama. Kebutuhan bibit *Mucuna bracteata* lebih banyak dikembangkan dari perbanyakan vegetatif melalui stek batang. Kelebihan perbanyakan stek adalah menghasilkan tanaman yang memiliki sifat yang sama dengan tanaman induknya dan dapat menghasilkan bibit dalam jumlah banyak. Perbanyakan stek mempunyai kelemahan yaitu rentan terhadap kematian. Kegagalan stek batang pada *Mucuna bracteata* disebabkan oleh sulitnya mendapatkan stek yang baik dan penyesuaian pada tahap aklimatisasi (Setyorini, 2018)