

PERFORMA PERTUMBUHAN SEMAI BITTI (*Vitex cofassus* Reinw. ex Blume) PADA TANAH PASCATAMBANG NIKEL DENGAN TEKNIK REKAYASA FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA

*GROWTH PERFORMANCE OF BITTI (*Vitex cofassus* Reinw. ex Blume) SEEDS ON POST NICKEL MINING SOIL WITH ENGINEERING OF ARBUSCULA MYCORRHIZA FUNGI*

SITI NURDAYANTI



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**PERFORMA PERTUMBUHAN SEMAI BITTI (*Vitex cofassus* Reinw. ex
Blume) PADA TANAH PASCATAMBANG NIKEL DENGAN TEKNIK
REKAYASA FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA**

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister

Program Studi Ilmu Kehutanan

Disusun dan diajukan oleh

SITI NURDAYANTI

M012202014

kepada

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**PERNYATAAN KEASLIAN TESIS
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Performa Pertumbuhan Semai Bitti (*Vitex cofassus* Reinw. ex Blume) pada Tanah Pascatambang Nikel dengan Teknik Rekayasa Fungi Mikoriza Arbuskula" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing Dr. Ir. Syamsuddin Millang, MS. IPU sebagai Pembimbing Utama dan Ir. Mukrimin, S.Hut., MP., Ph.D., IPU sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang 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 tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah berada pada tahap *Under Review* di Indonesian Journal of Forestry Research sebagai artikel dengan judul "The Vigor and Viability Tests of Bitti (*Vitex cofassus* Reinw. ex Blume) Using Water Immersion Treatment in Unhas Forestry Greenhouse".

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 17 Januari 2024



SITI NORDAYANTI
NIM. M012202014

TESIS

PERFORMA PERTUMBUHAN SEMAI BITTI (*Vitex cofassus* Reinw. ex Blume) PADA TANAH PASCATAMBANG NIKEL DENGAN TEKNIK REKAYASA FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA

SITI NURDAYANTI

NIM: M012202014

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Magister Ilmu Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin

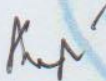
pada tanggal 17 Januari 2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

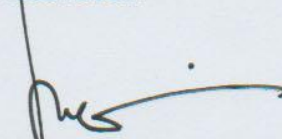


Dr. Ir. Syamsuddin Millang, MS. IPU
NIP. 19601231 198601 1 075

Ir. Mukrimin, S.Hut., MP., Ph.D., IPU
NIP. 19780209 200812 1 001

Ketua Program Studi
Ilmu Kehutanan S2

Dekan Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin



Ir. Mukrimin, S.Hut., MP., Ph.D., IPU
NIP. 19780209 200812 1 001

Dr. Ir. A. Mujetahid M., S.Hut., MP., IPU
NIP. 19690208 199702 1 002

UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillahirrahmanirrahim,

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas Rahmat dan Hidayah-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul Performa Pertumbuhan Semai Bitti (*Vitex cofassus* Reinw. ex Blume) pada Tanah Pascatambang Nikel dengan Teknik Rekayasa Fungi Mikoriza Arbuskula untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Magister Kehutanan pada Jurusan Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin Makassar.

Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih dengan penuh hormat kepada Bapak Dr. Ir. Syamsudding Millang, MS. IPU selaku pembimbing I dan Bapak Ir. Mukrimin, S.Hut., MP., Ph.D., IPU selaku pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran dan tenaga untuk memberikan bimbingan, pengarahan, motivasi dan nasehat. Penulis memohon maaf atas segala kesalahan yang diperbuat, baik sengaja maupun tidak sengaja mulai dari awal hingga akhir pembimbingan. Semoga Allah selalu memberi berkah, rahmat, perlindungan dan hidayah-Nya kepada Bapak atas kebaikan dan ilmu yang telah diajarkan kepada penulis.

Apresiasi dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya juga penulis haturkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc. selaku Rektor Universitas Hasanuddin, Makassar.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Samuel Arung Paembonan, Bapak Dr. A. Mujetahid M, S.Hut., MP dan Ibu Dr. Ir. Sitti Nuraeni, MP selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan untuk perbaikan tesis ini.
3. Seluruh Tenaga Pendidik dan Tenaga Kependidikan dalam Lingkup Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin yang telah memberi layanan pendukung akademik kepada penulis selama pendidikan.

4. Ibu Prof. Dr. Ir. Hj. Husna, MP (Ketua Asosiasi Mikoriza Indonesia) dan Bapak Dr. Faisal Danu Tuheteru, S.Hut., M.Si yang juga telah banyak memberikan masukan dan semangat kepada penulis.
5. Teman-teman Silviculture FHIL UHO 2016 : Puput Sintalia, Reni Dayanti, Siti Nurhalizah Nabang, Wa Ode Nurvoni, Rahmatia, Nuranisa, Indrawati Saleh, Ayu Hidayati, Michel Charlie Damara Lumbaa, M. Mufti Nasrullah MS dan La Ode Al Ikhwanuddin Ardi.
6. Teman-teman Kehutanan UHO 2016 : Anggi Nurhafizhah Alang, Triska Amalia Santi, Sri Familasari, La Ode Syaban Purnama, Wahyu Santoso, Ola Prajab Aso, Zahirul, Fendi, Adryan Saputra, Kemal Muhsandi, Yogi Sri Munandar, Agung Pratama dan teman-teman lainnya yang tidak dapat sebutkan namanya satu per satu.
7. Andi Arvenia Tri Ramadhani Arasti yang masih setia memberikan doa dan dukungan sampai pada proses penyusunan tesis ini.
8. St. Fatimah Azis dan kak Durratul Jinaan Daties, yang telah menjadi teman berbagi suka duka dan kebersamaan penulis ketika di Makassar.
9. Kakak-kakak alumni Kehutanan UHO : Gusti Ayu Intan Kusuma, S.Hut., MP, Jesika Wulandari, S.Hut, Danar, S.Hut, La Ode Muh. Ikbal Salahudin, S.Hut., MP, Ikraeni, S.Hut., M.Hut, Abdul Rahman, S.Hut, Genvil Rafika Sera, S.Hut dan Alan Saputra, S.Hut, serta adik-adik Silviculture FHIL UHO.
10. Staff laboratorium dan adik-adik Silviculture dan Fisiologi Pohon Universitas Hasanuddin.
11. Kak Ahmad Rifki Makkasau, S.Hut., M.Hut, kak Giselowati, S.Hut., M.Hut dan Ibu Budiyarti, S.Hut., M.Si.
12. KTT PT. Citra Lampia Mandiri beserta jajarannya terima kasih atas bantuan dan dukungannya sejak penelitian sampai pada penulisan tesis ini.
13. Kak Hasrawati, Yetri Gloria, kak Nisma Yani, kak Aladin Tunda, kak La Ode Sumahir, kak Rahmat Ariandi dan teman-teman angkatan 2020-2 Magister Ilmu Kehutanan.

14. Teristimewa ucapan terima kasih dan rasa cinta yang mendalam serta penghargaan yang tak terhingga kepada kedua orang tua tercinta Ayahanda Alm. Muh. Dahlan B. dan Ibunda Nurhayati, S.Pd I yang selama ini memberi semangat, motivasi dan kasih sayang, terima kasih atas segala doa, restu dan nasihat yang memberikan kedamaian hati serta ketabahan dalam mendidik, membesarkan dan menitipkan harapan besar serta dukungan selama perkuliahan. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada adik Siti Nurhidaya serta keluarga besar lainnya, terima kasih banyak atas doa dan dukungan yang diberikan selama ini. Dan tak lupa pula penulis ucapkan terima kasih kepada Muh. Kurniawan Arif, ST atas bantuan, doa, dukungan dan motivasi yang telah diberikan selama ini.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebut satu persatu atas bantuannya. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis berharap semoga isi dari tulisan ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukan.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Penulis

Siti Nurdayanti

ABSTRAK

Siti Nurdayanti. **Performa Pertumbuhan Semai Bitti (*Vitex cofassus* Reinw. ex Blume) pada Tanah Pascatambang Nikel dengan Teknik Rekayasa Fungi Mikoriza Arbuskula** (dibimbing oleh Syamsuddin Millang dan Mukrimin).

Bitti (*Vitex cofassus* Reinw. ex Blume) adalah jenis pohon tropis yang masuk dalam kondisi kurang diperhatikan. Bitti termasuk benih rekalsitran sehingga perlu diberikan perlakuan khusus setelah penyimpanan untuk mendapatkan kecambah yang baik. Kegiatan penanaman menggunakan tanaman ini perlu dilakukan termasuk penanaman pada lahan pascatambang nikel. Namun, kendala yang sering ditemui pada lahan pascatambang adalah tingginya toksisitas logam berat yang mengganggu pertumbuhan tanaman. Dampak negatif tersebut dapat diantisipasi sejak tingkat semai dengan menginkubasikan fungi mikoriza arbuskula. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh terbaik dari interaksi suhu air rendaman dengan lama penyimpanan terhadap vigor dan viabilitas benih Bitti dan untuk menganalisis pengaruh pemberian jenis fungi mikoriza arbuskula yang berbeda dengan tingkatan dosis yang berbeda pula terhadap performa pertumbuhan semai Bitti pada tanah pascatambang nikel. Metode yang digunakan pada tahap pertama adalah Rancangan Acak Lengkap factorial menggunakan 30 benih dengan tiga kali pengulangan sedangkan pada tahap kedua menggunakan Split Plot Desain dalam Rancangan Acak Kelompok factorial sebanyak tiga ulangan pada setiap dua unit tanaman. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan interaksi antara suhu air rendaman dengan lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata terhadap semua parameter pengamatan pada perkacambahan benih Bitti. Pada tahap kedua, interaksi perlakuan yang diberikan juga memberikan hasil yang berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan semai Bitti 16 minggu setelah tanam. Pemberian fungi mikoriza arbuskula sangat diperlukan oleh semai Bitti dalam pertumbuhannya pada media tanah pascatambang nikel.

Kata Kunci : Tanaman Bitti, Pertumbuhan, Pascatambang Nikel, Fungi Mikoriza Arbuskula.

ABSTRACT

Siti Nurdayanti. **Growth Performance of Bitti (*Vitex cofassus* Reinw. ex Blume) Seeds on Post Nickel Mining Soil with Engineering of Arbuscula Mycorrhizal Fungi** (supervised by Syamsuddin Millang and Mukrimin).

Bitti (*Vitex cofassus* Reinw. ex Blume) is a type of tropical tree that has received little attention. Bitti is a recalcitrant seed so it needs to be given special treatment after storage to get good germination. Planting activities using this plant need to be carried out, including planting on post-nickel mining land. However, an obstacle that is often encountered on post-mining land is the high toxicity of heavy metals which interfere with plant growth. These negative impacts can be anticipated from the seedling stage by inoculating arbuscular mycorrhizal fungi. This study aims to analyze the best effect of the interaction of soaking water temperature and storage duration on the vigor and viability of Bitti seeds and to analyze the effect of applying different types of arbuscular mycorrhizal fungi with different dosage levels on the growth performance of Bitti seedlings in nickel post-mining soil. The method used in the first stage was a factorial Completely Randomized Design using 30 seeds with three repetitions while in the second stage using Split Plot Design in a factorial Randomized Group Design of three replications on every two plant units. The results of this study showed that the interaction treatment between soaking water temperature and storage duration had a very significant effect on all observation parameters on Bitti seed germination. In the second stage, the interaction of the treatments given also gave results that had a very significant effect on the growth of Bitti seedlings 16 weeks after planting. The provision of arbuscular mycorrhizal fungi is needed by Bitti seedlings in their growth on nickel post-mining soil media.

Keywords : Bitti Plant, Growth, Nickel Post-mining Soil, Arbuscular Mycorrhizal Fungi.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Kegunaan Penelitian	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanah Pascatambang	6
2.2 Peran Mikroorganisme Tanah terhadap Pertumbuhan Tanaman	7
2.3 Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA)	8
2.3.1 Pengertian dan Sebaran Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA)	8
2.3.2 Klastifikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA)	9

2.3.3 Struktur Fungsi Mikoriza Arbuskula (FMA)	10
2.3.4 Peran dan Manfaat Fungsi Mikoriza Arbuskula (FMA)	12
2.4 Kayu Bitti (<i>Vitex cofassus</i> Reinw. ex Blume)	12
2.4.1 Taksonomi Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume)	12
2.4.2 Morfologi dan Fenologi Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume)	13
2.4.3 Ekologi dan Sebaran Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume)	14
2.5 Kerangka Pikir Penelitian	14

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	17
3.2 Bahan dan Alat	17
3.3 Rancangan Penelitian	18
3.3.1 Uji Viabilitas dan Vigor Benih Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume)	18
3.3.2 Analisis Pertumbuhan Semai Bitti Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume)	18
3.4 Variable Penelitian	20
3.4.1 Uji Viabilitas dan Vigor Benih Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume)	20
3.4.2 Analisis Pertumbuhan Semai Bitti Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume)	22
3.5 Prosedur Penelitian	24
3.5.1 Uji Viabilitas dan Vigor Benih Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume)	24
3.5.2 Analisis Pertumbuhan Semai Bitti Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume)	26
3.6 Analisis Data	30

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil	31
4.1.1 Uji Viabilitas dan Vigor Benih Bitti (<i>V. cofassus</i>	

Reinw. ex Blume).....	31
4.1.2 Analisis Pertumbuhan Semai Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume).....	35
4.2 Pembahasan	51
4.2.1 Uji Viabilitas dan Vigor Benih Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume).....	51
4.2.2 Analisis Pertumbuhan Semai Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume).....	60
BAB V. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	74
5.2 Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No. Urut	Halaman
1. Struktur dan fungsi fungi mikoriza arbuskula	11
2. Rekapitulasi Analisis Statistik Uji Viabilitas dan Vigor Benih Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume)	31
3. Rekapitulasi Analisis Statistik Pertumbuhan Semai Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume) 16 MST	35

DAFTAR GAMBAR

No. Urut	Halaman
1. Bagan Kerangka Pikir Penelitian.....	16
2. Diagram Alur Prosedur Penelitian.....	30
3. Diagram Persentase Kecambah Interaksi Suhu Air Rendaman dan Lama Penyimpanan	32
4. Diagram Daya Kecambah Interaksi Suhu Air Rendaman dan Lama Penyimpanan	32
5. Diagram Rata-rata Waktu Berkecambah Interaksi Suhu Air Rendaman dan Lama Penyimpanan.....	33
6. Diagram Rata-rata Benih Berkecambah Per Hari Interaksi Suhu Air Rendaman dan Lama Penyimpanan	34
7. Diagram Indeks Vigor Interaksi Suhu Air Rendaman dan Lama Penyimpanan	34
8. Diagram Rata-rata Pertumbuhan Tinggi Semai Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume) 16 MST.....	37
9. Diagram Rata-rata Pertumbuhan Diameter Semai Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume) 16 MST.....	38
10. Diagram Rata-rata Jumlah Daun Semai Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume) 16 MST	39
11. Diagram Rata-rata Berat Kering Pucuk Semai Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume) 16 MST	41
12. Diagram Rata-rata Berat Kering Akar Semai Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume) 16 MST	42

13. Diagram Rata-rata Berat Kering Total Semai Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume) 16 MST	43
14. Diagram Rata-rata Nisbah Pucuk Akar Semai Bitti (<i>V. cofassus</i> Blume) 16 MST	44
15. Diagram Rata-rata Indeks Mutu Bibit Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume) 16 MST	46
16. Diagram Rata-rata Indeks Kekokohan Bibit Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume) 16 MST	47
17. Diagram Rata-rata Kolonisasi Akar pada Semai Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume) 16 MST	48
18. Bidang Pandang Akar di Bawah Mikroskop	49
19. Diagram Rata-rata Efek Inokulasi Mikoriza pada Semai Bitti (<i>V. cofassus</i> Reinw. ex Blume) 16 MST	50

DAFTAR LAMPIRAN

No. Urut		Halaman
	Tabel	
1.	Analisis Tanah Pascatambang (Sebelum Penelitian).....	98
2.	Analisis Sidik Ragam Tahap 1	104
3.	Analisis Sidik Ragam Tahap 2	106
4.	Data Suhu dan Kelembaban Penelitian Tahap 2	110
5.	Data Intensitas Cahaya Penelitian Tahap 2	111
	Gambar	
1.	Layout Penelitian Tahap 1	95
2.	Layout Penelitian Tahap 2	96
3.	Analisis Media Tanam (Setelah Penelitian).....	99
4.	Peta Jenis Tanah Sebelum Penambangan.....	103
5.	Dokumentasi Tahapan Penelitian	113
6.	Hama dan Penyakit yang Menyerang Semai Bitti Selama Penelitian	118
7.	Performa Pertumbuhan Semai Bitti 16 MST	119

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bitti (*Vitex cofassus* Reinw. ex Blume) merupakan pohon yang tumbuh di daerah tropis dan termasuk dalam status kurang diperhatikan (*least concern/LV*) (Tree and Group, 2019). Meskipun demikian, jenis ini memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan guna memenuhi kebutuhan pasar lokal dan industri (Hayati dkk., 2019) karena memiliki daya tahan kuat, tekstur yang baik, lentur dan tahan terhadap rayap (Adrianto dkk., 2015). Oleh sebab itu, kayu bitti juga dimasukkan dalam kelompok kayu kelas awet II-III dan kelas kuat II-III (Martawijaya, 1979 dalam Kemen LHK, 2020). Dikalangan masyarakat luas kayu ini dijadikan sebagai bahan baku untuk konstruksi rumah, industri pembuatan kapal dan perahu dan untuk industri mebel (Adrianto dkk., 2015). Di Kepulauan Solomon, bitti digunakan sebagai bahan baku untuk membuat gendang yang besar (gundu) (Adrianto dkk., 2015). Kayu ini juga termasuk komoditas utama yang di ekspor ke Jepang (Adrianto dkk., 2015).

Mengingat kebutuhan bitti yang akan semakin meningkat, maka permintaan terhadap kayu ini juga akan semakin tinggi pada masa yang akan datang (Djamhuri dkk., 2012). Kondisi ini dapat menjadi indikasi bahwa pohon bitti yang ada di hutan alam populasinya juga akan semakin berkurang seiring dengan berjalannya waktu (Kurniawan, 2013). Sehingga diperlukan suatu kegiatan penanaman dengan menggunakan jenis bitti sebagai upaya preventif agar populasi jenis ini tidak berkurang atau bahkan langka. Kegiatan penanaman dapat dilakukan pada berbagai jenis

lahan sesuai dengan karakteristik lingkungan yang cocok dengan tanaman yang akan ditanami. Terlebih jika jenis lahan yang akan dijadikan sebagai lokasi penanaman adalah lahan pascatambang. Maka secara tidak langsung juga akan memberikan kontribusi terhadap perbaikan sifat-sifat tanah pasca penambangan.

Areal bekas tambang nikel termasuk lahan yang mengalami kehilangan lapisan tanah mineral tanah, pH yang masam, tekstur debu serta toksisitas logam berat (Allo, 2016; Haruna dkk., 2018). Toksisitas logam berat merupakan salah satu stres abiotik utama pada tanaman (Roy & Saha, 2019) yang mengakibatkan kurangnya daya dukung terhadap sistem perakaran dan akan berdampak pada pertumbuhan tanaman yang tidak normal (Allo, 2016). Pada kondisi lahan yang marginal tersebut dibutuhkan semai yang memiliki daya hidup tinggi (Aprillia dkk., 2019). Hal ini dikarenakan kemampuan adaptasi dan keberhasilan pembibitan merupakan komponen vital dalam program reklamasi (Husna dkk., 2018). Sehingga diperlukan suatu perlakuan yang dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mencukupi nutrisi tanaman pada kondisi bekas tambang yang ekstrim (Simanjuntak, 2021) seperti pemanfaatan mikroba tanah fungi mikoriza.

Fungi mikoriza arbuskula (FMA) merupakan fungi tanah yang dapat mengakselerasi suksesi vegetasi pada lahan-lahan rusak dan terdegradasi (Tuheteru dkk., 2020b). FMA juga meningkatkan nutrisi tanaman, toleransi kekeringan dalam kondisi serpentin, meningkatkan serapan fosfor (Doubková dkk., 2012, 2013), memfasilitasi penyerapan air

dan melindungi tanaman dari kondisi tanah yang merugikan (Nadeem dkk., 2017). Penerapan FMA dapat meningkatkan pertumbuhan bibit pada berbagai kondisi media dan lahan dalam skala persemaian, rumah kaca atau lapangan (Husna dkk., 2018).

Penelitian mengenai FMA pada tanah bekas tambang telah banyak dilakukan pada berbagai jenis tanaman diantaranya *Albizzia saponaria* (LOUR.) (Tuheteru dkk., 2011), *Pericopsis mooniana* Thw. (Thw.) (Husna dkk., 2016, 2017), *Leucaena leucocephala* (Ghaida dkk., 2020), *Nauclea orientalis* (Ekawati dkk., 2016; Tuheteru dkk., 2017; Tuheteru dkk., 2020a), *Acacia mangium* (Aprillia dkk., 2019), Karet (Rusli dkk., 2016), *Tectona grandis* (Prayudyaningsih & Sari, 2016), *Eucalyptus deglupta* (Rosita dkk., 2017) dan *Kalappia celebica* (Husna dkk., 2019, 2020). Dari berbagai jenis tanaman tersebut, beberapa diantaranya dilakukan pada skala rumah kaca dengan menggunakan media tanah pasca-tambang nikel. Hasil dari setiap penelitian tersebut menunjukkan bahwa terjadinya korelasi positif dan ketergantungan tanaman yang sangat tinggi terhadap FMA yang berarti bahwa FMA mampu membantu pertumbuhan tanaman pada kondisi tercekam seperti pada tanah pasca-tambang nikel. Untuk itu juga perlu dilakukan penelitian mengenai pengaplikasian fungi mikoriza arbuskula dengan tanah pascatambang pada jenis tanaman lainnya seperti bitti agar diperoleh informasi mengenai jenis fungi mikoriza arbuskula yang cocok untuk membantu pertumbuhan bitti pada tanah pascatambang nikel.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Apakah interaksi suhu air rendaman dengan lama penyimpanan berpengaruh baik terhadap vigor dan viabilitas benih bitti (*V. cofassus*)?
2. Bagaimana pengaruh pemberian fungi mikoriza arbuskula dengan jenis yang berbeda terhadap pertumbuhan semai bitti (*V. cofassus*) pada tanah pascatambang nikel?
3. Apakah terdapat pengaruh yang terbaik dari pemberian fungi mikoriza arbuskula dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan semai bitti (*V. cofassus*) pada tanah pascatambang nikel?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk menganalisis pengaruh terbaik dari interaksi suhu air rendaman dengan lama penyimpanan terhadap vigor dan viabilitas benih Bitti (*V. cofassus*).
2. Untuk menganalisis pengaruh pemberian jenis fungi mikoriza arbuskula yang berbeda terhadap performa pertumbuhan semai Bitti (*V. cofassus*) pada tanah pascatambang nikel.
3. Untuk menganalisis tingkatan dosis fungi mikoriza arbuskula yang memberikan pengaruh terbaik terhadap performa pertumbuhan semai Bitti (*V. cofassus*) pada tanah pascatambang nikel.

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi peneliti: ditemukannya jenis fungi mikoriza tertentu dengan tingkatan dosis tertentu yang memberikan pengaruh terbaik terhadap performa pertumbuhan jenis bititi (*V. cofassus*) pada tanah pascatambang nikel.
2. Bagi pihak tambang: pengenalan teknologi pupuk hayati fungi mikoriza arbuskula untuk membantu pertumbuhan tanaman dalam program reklamasi lahan pascatambang nikel.
3. Bagi stakeholder: sebagai sumber referensi untuk menambah khasanah ilmu pengetahuan dan teknologi dibidang kehutanan sekaligus dapat dijadikan landasan dalam melakukan penelitian ataupun kajian yang relevan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Pascatambang

Tanah bekas tambang merupakan tanah yang memiliki tingkat kesuburan yang rendah (Kurniahu dkk., 2018) karena telah terjadi perubahan dari bentuk aslinya terutama dalam hal lanskap, sifat fisik, sifat kimia dan biologi tanah (Erfandi dkk., 2019). Kegiatan penambangan secara signifikan dapat menimbulkan kerusakan lingkungan (Hamdan dkk., 2021; Hasibuan dkk., 2021; Krisnayanti, 2018; Nurcholis dkk., 2017). Secara fisik, tanah bekas tambang telah mengalami kerusakan, kedalaman efektif tanah menjadi dangkal, terdapat berbagai lapisan penghambat pertumbuhan tanaman seperti pasir, kerikil, lapisan sisa-sisa tailing dan pada kondisi yang parah dapat pula terlihat lapisan cadas (Hirfan, 2016; Husnain dkk., 2019). Sebuah penelitian yang dilakukan untuk membandingkan kualitas tanah di daerah pertambangan dengan daerah yang tidak ditambang menunjukkan bahwa terjadi penurunan kualitas tanah di daerah pertambangan dalam hal kadar air, kapasitas menahan air, karbon organik dan nitrogen total (Lamare & Singh, 2017). Penggunaan alat berat dalam kegiatan penambangan juga dapat mengakibatkan pemadatan tanah, sehingga menurunkan porositas, permeabilitas dan stabilitas tanah (Hirfan, 2016).

Wilayah penambangan mengalami perubahan tata guna lahan yang ekstensif (Sonter dkk., 2014). Penambangan menimbulkan ancaman serius dan sangat spesifik sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan yang parah dan degradasi ekologi, seperti polusi udara,

pengasaman air, penurunan kualitas tanah, hilangnya keanekaragaman hayati dan perusakan lanskap (Agus dkk., 2017; Lei dkk., 2016; Limpitlaw & Briel, 2014). Selain itu, penambangan mengakibatkan penurunan kualitas sungai, pendangkalan sungai dan munculnya lubang-lubang besar serta menyisakan area *overburden* yang tidak terstruktur (Pratiwi dkk., 2020; Susanti dkk., 2018).

Kegiatan pertambangan juga mengakibatkan penurunan biomassa mikroba (Tornado dkk., 2018) dan menghilangkan semua lapisan tanah di atas lapisan deposit mineral dan menyebabkan perubahan iklim mikro setempat (Yuarsah dkk., 2017). Areal tailing pertambangan memiliki karakteristik tanah yang sangat masam, struktur tanah yang tidak stabil dan kandungan bahan organik yang rendah sehingga rentan terhadap longsor dan erosi (Yuarsah dkk., 2017). Disamping itu tanah bekas tambang sering kali dangkal dan berbatu; kekurangan nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K) dan kalsium (Ca); mengandung konsentrasi toksik magnesium (Mg) dan logam berat termasuk Ni, Cr, dan Co (Brooks, 1987; Roberts dan Proctor, 1992; Alexander *et al.*, 2007 dalam Doubková dkk., 2012; O'Dell & Rajakaruna, 2011).

2.2 Peran Mikroorganisme Tanah terhadap Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan tanaman dapat berjalan dengan baik apabila hara yang diperlukan tersedia dalam jumlah yang cukup, namun tidak selamanya jumlah hara tersebut tersedia dalam jumlah yang sesuai dengan kebutuhan tanaman tersebut (Millang dkk., 2011). Alfariza dkk. (2021) dalam publikasinya mengemukakan bahwa salah satu indikator

kualitas lahan dapat dilihat dari diversitas dan kelimpahan mikroorganisme tanahnya. Tanaman berhubungan erat dengan simbiosis mikroba yang ada di dalam tanah (Ren dkk., 2018). Pemanfaatan mikroorganisme mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara tanah, penyerapan oleh tanaman dan membentuk struktur tanah menjadi lebih gembur serta berperan sebagai penyedia unsur hara bagi keberlangsungan hidup tumbuhan (Mangungsong dkk., 2019; Yunus dkk., 2017). Mikroba tanah juga berperan dalam dekomposisi bahan organik tanah dan siklus nutrisi melalui proses mineralisasi dengan bantuan enzim yang mereka hasilkan (Tornado dkk., 2018). Oleh karena itu, pada umumnya tanah yang didiami oleh berbagai mikroorganisme termasuk jamur sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Mukrimin dkk., 2021a; Mukrimin dkk., 2021b).

2.3 Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA)

2.3.1 Pengertian dan Sebaran Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA)

Fungi mikoriza arbuskula merupakan sekelompok biotrof akar obligat yang saling menguntungkan dengan sekitar 80% tanaman (Berruti dkk., 2016). Hampir setiap tumbuhan dalam ekosistem alami membentuk asosiasi baik dengan jamur secara intraseluler seperti pada jamur mikoriza arbuskular (FMA), atau secara ekstraseluler sebagai pada jamur ektomikoriza (Nadeem dkk., 2017). Fungi mikoriza arbuskula membentuk simbiosis paling luas dengan tanaman darat (Nadeem dkk., 2017) dan diduga memiliki kekayaan dan kelimpahan spesies di wilayah Amazon Barat, Brasil (Stürmer & Siqueira, 2011). Fungi mikoriza arbuskula juga

ditemukan di kawasan hutan hujan pegunungan Ekuador Selatan (Schüßler & Walker, 2019), bukit pasir maritim di negara bagian Santa Catarina, Brasil Selatan (Stürmer dkk., 2013), barat laut Maroko (Faddoul dkk., 2020). Letak FMA pada tanaman yaitu terdapat di akar tanaman dan berada di jaringan internal tanaman inangnya (Nadeem dkk., 2017).

2.3.2 Klasifikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA)

Klasifikasi dan identifikasi jamur, serta pengetahuan tentang sifat organisme yang berkontribusi pada pertumbuhan, reproduksi, dan kelangsungan hidup sangat penting untuk diketahui (Morton, 2022).

Klasifikasi fungi mikoriza adalah sebagai berikut :

Filum : Glomeromycota

Ordo : Archaesporales, Diversisporales, Glomales, dan Paraglomales

Family : Acaulosporaceae, Ambiosporaceae, Archaeosporaceae, Claroideo-glomeraceae, Diversisporaceae, Gigasporaceae, Glomeraceae, Pacisporaceae dan Paraglomeraceae

Genera : Acaulospora, Ambispora, Archaespora, Cetraspora, Claroideoglomus, Dentiscutata, Diversispora, Entrophospora, Funneliformis, Gigaspora, Glomus, Paraglomus, Racocetra, Rhizophagus, Scutellospora dan Septoglomus

Spesies : Acaulospora : *capsicula*, *colombiana*, *delicata*, *denticulata*, *dilatata*, *elegans*, *foveata*, *kentinesis*, *koskei*, *lacunosa*, *laevis*, *mellea*, *morrowiae*, *rehmii*, *rugosa*, *scrobiculata*, *spinosa*, *tuberculata*, *sporocarpia* dan *myriocarpa*

Ambispora : *leptoticha* dan *gerdemannii*

Archaeospora : *schenckii* dan *trappei*

Cetraspora : *pellucida*

Claroideoglomus : *claroideum*, *etunicatum*, *lamellosum* dan *luteum*

Dentiscutata : *biornata*, *erythropha*, *heterogama*, *rubra*, *nigra* dan *reticulata*

Diversispora : *eburnea*, *epigaea*, *globifera*, *spurca*, *tortuosa* dan *trimurales*

Entrophospora : *infrequens*

Funneliformis : *caledonius*, *coronatus*, *geosporus*, *mosseae* dan *verruculosus*

Gigaspora : *albida*, *decipiens*, *gigantea*, *margarita* dan *rosea*

Glomus : *ambisporum*, *coremioides*, *hoi*, *lacteum*, *multicaule*, *pansihalos* dan *clavisporum*

Paraglomus : *brasilianum* dan *occultum*

Racocetra : *castanea*, *coralloidea*, *fulgida*, *gregaria*, *persica* dan *verrucosa*

Rhizophagus : *aggregatus*, *diaphanus*, *clarus*, *intraradices*, *irregularis*, *fasciculatus*, *manihotis* dan *sinuosus*

Scutellospora : *calospora*, *cerradensis*, *dipurpurascens* dan *scutata*

Septoglomus : *constrictum*, *deserticola* dan *viscosum*

(Goto dkk., 2012; Morton, 2022; Oehl dkk., 2011; Redecker dkk., 2013; Schüßler & Walker, 2010).

2.3.3 Struktur Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA)

Struktur jamur pada akar mikoriza tidak dapat dilihat tanpa pewarnaan diferensial (Morton, 2022). Namun ketika telah dilakukan pewarnaan, maka akan terlihat struktur dari jamur mikoriza tersebut. Struktur utama fungi mikoriza terdiri dari sel bantu dan spora, arbuskula, vesikel, hifa internal dan hifa eksternal (Morton, 2022; Souza, 2015). Fungsi dari masing-masing struktur fungi mikoriza menurut (Morton, 2022; Souza, 2015) diuraikan pada Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Struktur dan fungsi fungi mikoriza arbuskula.

Struktur	Fungsi
Arbuskula (intraseluler)	(1) Interaksi dengan tanaman inang (2) Regulasi biokimia dan pertukaran karbon, energi dan nutrisi (3) Struktur bervariasi sesuai dengan ordo yang ada
Vesikula (intraradikal)	(1) Penyimpanan lipid senyawa kaya energi selama pengembangan mikoriza (2) Bertanggung jawab atas pemeliharaan dan pertumbuhan jamur setelah penghentian fungsi metabolisme akar
Sel bantu (ekstraradikal)	(1) Sel rapuh yang bertanggung jawab untuk penyimpanan lipid (2) Makromolekul menyediakan karbon untuk pembentukan spora selama sporulasi
Hifa internal	Membangun "unit infeksi" di akar tanaman inang
Hifa eksternal	(1) Bertanggung jawab atas penyerapan nutrisi dan air dari rhizosfer (2) Memberikan titik masuk baru di sepanjang akar tanaman inang (3) Bertanggung jawab untuk menghasilkan spora baru
Spora	(1) Struktur kelangsungan hidup dan perlawanan (2) Bertanggung jawab atas penyebaran dan pembentukan FMA (3) Taksonomi berharga untuk identifikasi spesies FMA (4) Memiliki berbagai macam ukuran, bentuk dan warna yang berbeda-beda. Menempel pada akar tanaman yang diinokulasikan
Dinding spora	(1) Penting untuk pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan penyebaran spora di dalam tanah (2) Lapisan luar bertanggung jawab untuk interaksi dengan mikroorganisme lain
Dinding perkecambahan	Terlibat langsung dalam peristiwa perkecambahan
Struktur perkecambahan	Menyediakan dasar struktural bagi tabung kuman untuk tumbuh dan menembus dinding spora

2.3.4 Peran dan Manfaat Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA)

Fungi mikoriza cukup menjanjikan sebagai alternatif untuk strategi produksi tanaman berkelanjutan dalam kondisi normal serta cekaman biotik dan abiotik. Tanaman bermikoriza memiliki kemampuan untuk mentolerir tekanan lingkungan. FMA juga memiliki dampak positif pada pertumbuhan tanaman memperbaiki kualitas tanah dengan meningkatkan infiltrasi dan retensi air sehingga mengurangi erosi tanah (Nadeem dkk., 2017).

Fungi mikoriza arbuskula juga dapat membantu pertumbuhan tanaman pada berbagai kondisi tanah seperti cekaman logam berat (Miransari, 2017; Tuheteru dkk., 2017), cekaman air (Tuheteru dkk., 2015; Tuheteru & Wu, 2017), cekaman kekeringan (Q.-S. Wu & Zou, 2017) dan tanah masam (Saxena dkk., 2017) serta berpotensi untuk mengurangi stress garam (Sinclair dkk., 2014). Selain itu, mikoriza juga mampu menyediakan air, nutrisi dan perlindungan patogen bagi inang (Berruti dkk., 2016) sehingga dapat dikembangkan menjadi pupuk hayati untuk memulihkan ekosistem hutan yang terdegradasi (Tuheteru dkk., 2020c; Tuheteru dkk., 2020a).

2.4 Kayu Bitti (*Vitex cofassus* Reinw. ex Blume)

2.4.1 Taksonomi Bitti (*V. cofassus* Reinw. ex Blume)

Taksonomi kayu bitti menurut (Tree and Group, 2019), adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Phylum : Tracheophyta

Class : Magnoliopsida
Order : Lamiales
Family : Lamiaceae
Spesies : *Vitex cofassus* Reinw. ex Blume

V. cofassus Reinw. ex Blume juga dikenal memiliki nama lain seperti nama perdagangan yaitu kayu gofasa dan nama daerah di Sulawesi yaitu bitti, katondong, ayu bitti, na'nasa dan ayu bagang (Kurniawan, 2013).

2.4.2 Morfologi dan Fenologi Bitti (*V. cofassus* Reinw. ex Blume)

Pohon bitti memiliki bentuk batang batang bulat atau agak berlekuk dengan tinggi pohon dapat mencapai sekitar 45 m dan berdiameter batang sekitar 80 cm. Buah bitti termasuk ke dalam golongan tipe buah buni yaitu buah yang dindingnya mempunyai dua lapisan. Lapisan luar tipis dan agak menjangat seperti kulit sedangkan lapisan dalamnya tebal lunak dan berair. Bentuk buah bitti bulat dan masih didukung oleh daun kelopak (Kurniawan, 2013).

Pohon bitti memiliki musim berbunga dan berbuah yang berbeda-beda tergantung pada kondisi tempat tumbuh dan iklim. Di Kabupaten Bulukumba, Bone dan Maros tanaman ini berbunga pada bulan Januari dan buah masak fisiologis pada bulan Maret sampai Mei. Sedangkan di Kabupaten Enrekang dan Toraja berbunga pada awal bulan Agustus dan buah masak fisiologis pada bulan November (Kurniawan, 2013).

2.4.3 Ekologi dan Sebaran Bitti (*V. cofassus* Reinw. ex Blume)

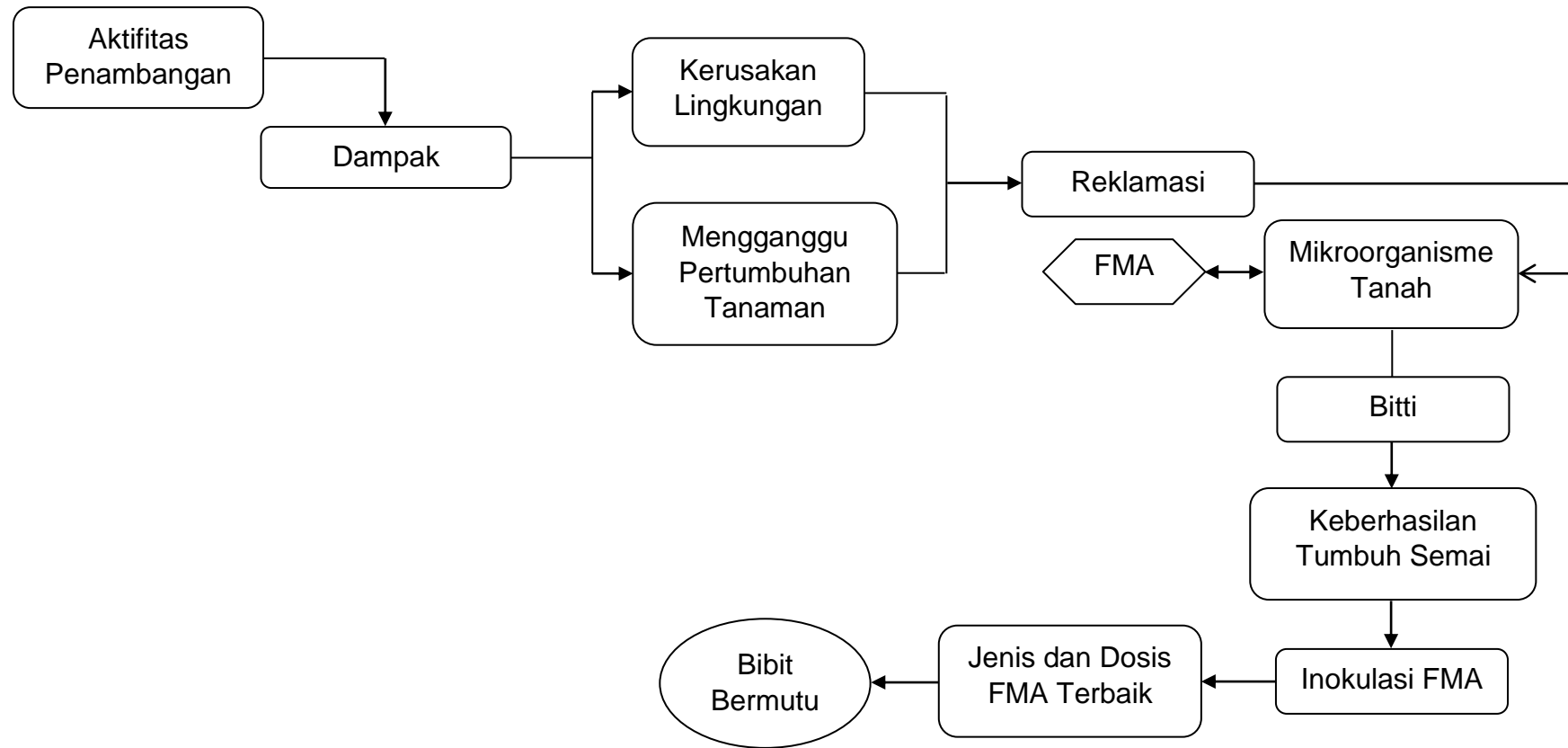
Pohon bitti tumbuh baik pada tanah kering dengan tekstur tanah liat sampai liat berpasir dengan ketinggian 0-1.500 mdpl pada iklim tipe A-C (Scmidt dan Fergusson) dengan wilayah penyebaran meliputi Malaysia, Philipina, Papua Nugini, Kepulauan Solomon dan Indonesia (Adrianto dkk., 2015; Kurniawan, 2013). Di Indonesia, jenis ini banyak terdapat di Sulawesi terutama pulau-pulau bagian selatan sampai timur pulau Buru (Maluku) (Kurniawan, 2013).

2.5 Kerangka Pikir

Aktivitas penambangan merupakan kegiatan yang dapat menghasilkan dampak berupa kerusakan lingkungan dan mengganggu pertumbuhan tanaman yang berada di atasnya. Tanah pascatambang merupakan tanah bekas aktivitas tambang yang memiliki pH yang rendah dan konsentrasi logam berat yang tinggi sehingga menjadikan lingkungan tidak bersahabat bagi pertumbuhan tanaman (O'Dell & Rajakaruna, 2011). Dalam upaya untuk mengembalikan kondisi lahan seperti semula, maka dilakukan kegiatan reklamasi tambang. Akan tetapi, dengan kondisi lahan yang cukup buruk dengan kemungkinan pertumbuhan tanaman yang ditanam kurang baik, maka dibutuhkan *input* mikroorganisme tanah yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman di lahan yang terdegradasi seperti lahan pascatambang. Salah satu jenis mikroorganisme tanah tersebut adalah fungi mikoriza arbuskula.

Fungi mikoriza arbuskula adalah salah satu mikroorganisme tanah yang sangat membantu tanaman untuk dapat tumbuh di tanah yang

tercekam logam berat. Selain itu, FMA juga dapat menjadi pupuk organik bagi tanaman dengan pemberian sekali dalam seumur hidup tanaman tersebut sehingga dapat menghemat biaya pemupukan. Tanaman Bitti merupakan jenis tanaman yang keberadaannya perlu diperhatikan agar tetap lestari. Karena itu, dalam penelitian ini pemanfaatan FMA pada media tanah pascatambang nikel untuk semai Bitti perlu diketahui dengan melihat keberhasilan pertumbuhan tanaman pada skala persemaian dalam upaya mendukung kegiatan reklamasi lahan pascatambang. Dengan cara menginokulasikan beberapa jenis dan dosis FMA yang berbeda-beda pada semai Bitti hingga diperoleh jenis dan dosis FMA terbaik yang menghasilkan bibit bermutu dengan pertumbuhan yang lebih pesat. Secara ringkas, kerangka pikir dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Kerangka Pikir Penelitian