

**ANALISIS KARAKTER MORFOLOGI DAN FISILOGIS
BIBIT EBONI (*Diospyros celebica* Bakh) PADA BERBAGAI
BIOFERTILIZER**

*ANALYSIS OF CHARACTERISTICS MORPHOLOGICAL AND
PHYSIOLOGICAL OF EBONY (*Diospyros celebica* Bakh)
SEEDLINGS OF VARIOUS BIOFERTILIZER*

SUKRIATI ANDESTI LAMANDA



**PROGRAM STUDI ILMU KEHUTANAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**ANALISIS KARAKTER MORFOLOGI DAN FISILOGIS BIBIT EBONI
(*Diospyros celebica* Bakh) PADA BERBAGAI *BIOFERTILIZER***

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Magister Ilmu Kehutanan

Disusun dan Diajukan oleh

SUKRIATI ANDESTI LAMANDA

M012201003

Kepada

PROGRAM MAGISTER ILMU KEHUTANAN

FAKULTAS KEHUTANAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS
ANALISIS KARAKTER MORFOLOGI DAN FISILOGIS BIBIT EBONI
(*Diospyros celebica* Bakh) PADA BERBAGAI *BIOFERTILIZER*

Disusun dan diajukan oleh:

SUKRIATI ANDESTI LAMANDA
Nomor Pokok : M012201003

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
pada tanggal 16 Januari 2023
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,
Komisi Penasihat

Ketua

Anggota

Dr. Siti Halimah Larekeng, S.P., M.P

Ketua Program Studi S2
Ilmu Kehutanan,

Prof. Dr. Ir. Muh. Restu, M.P

Dekan Fakultas Kehutanan,

Mukrimin, S.Hut., M.Si., Ph.D



Dr. A. Mujiyahid M., S. Hut., M. P

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sukriati Andesti Lamanda

Nim : M012201003

Program Studi : Ilmu Kehutanan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 16 Januari 2023

Yang menyatakan



Sukriati Andesti Lamanda

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas anugerah dan kasih yang melimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan Tesis yang berjudul “Analisis Karakter Morfologi dan Fisiologi Eboni (*Diospyros celebica* Bakh) Pada Berbagai Biofertilizer”.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini banyak kekurangan yang disebabkan keterbatasan penulis. Namun dengan adanya arahan dan bimbingan dari berbagai pihak berupa pengetahuan, dorongan moril dan bantuan materil, maka penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

Penghargaan yang tulus dan ucapan terima kasih dengan penuh keikhlasan juga penulis ucapkan kepada :

1. Ibu **Dr. Siti Halima Larekeng S.P., M.P.** dan Bapak **Prof. Dr. Ir. H. Muh. Restu, M.P.** selaku pembimbing I dan pembimbing II yang selalu mengarahkan dan membantu penulis mulai penentuan judul hingga selesainya tesis ini.
2. Bapak **Dr. Ir. Syamsuddin Milang, M.S.**, Bapak **Mukrimin, S.Hut., M.P., Ph.D** dan Ibu **Syahidah, S.Hut., M.Si., Ph.D.**, selaku penguji yang telah memberikan masukan dan saran-saran guna penyempurnaan Tesis ini.
3. Seluruh **Dosen Pengajar dan Staf Administrasi** Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

4. Rasa hormat dan terima kasih yang sedalam-dalamnya saya persembahkan kepada kedua orangtua saya, Ayahanda **Lukman** dan Ibu **ST. Akmal** yang senantiasa mendoakan dan memberikan perhatian, kasih sayang, nasehat dan semangat kepada penulis. Serta kepada kakak terkasih **Sadikin Isman Lamanda** dan adik terkasih **Januar Djulkarnain Lamanda** terimakasih atas doa dan dukungannya selama ini. Semoga dihari esok penulis kelak menjadi anak yang membanggakan.
5. Keluarga besar P1B terima kasih atas segala doa, motivasi dan kasih sayangnya.
6. Kepada saudara-saudara seperjuangan di Laboratorium Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon Fakultas Kehutanan Unhas, kakak-kakak dan adik-adikku terima kasih atas bantuan, motivasi, persaudaraan dan kebersamaannya selama ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini, masih banyak terdapat kekurangan yang perlu diperbaiki, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan tesis ini.

Makassar, Januari 2023

Sukriati Andesti Lamanda

ABSTRAK

SUKRIATI ANDESTI LAMANDA. Analisis Karakter Morfologi dan Fisiologis Bibit Eboni (*Diospyros celebica* Bakh) Pada Berbagai Biofertilizer. (dibimbing oleh Siti Halimah Larekeng dan Muh. Restu).

Eboni merupakan salah satu jenis yang mempunyai pertumbuhan lambat (Slow Growing Spesies), yang menjadi salah satu faktor pemicu jenis tersebut rawan kepunahan. Selain itu sifat biji eboni rekaisitran, sehingga tidak dapat disimpan dalam waktu yang lama. Faktor lain yang mempengaruhi perkecambahan biji adalah tingkat kemasakan, ukuran, dan bobot biji. Biji yang dipanen sebelum tingkat kemasakan fisiologis tercapai tidak mempunyai viabilitas tinggi, bahkan tidak dapat berkecambah, dikarenakan belum mempunyai cadangan makanan yang cukup dan pembentukan embrio belum sempurna. Penggunaan Biofertilizer dapat digunakan untuk mengoptimalkan pertumbuhan bibit eboni.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis *biofertilizer* yang memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap karakter morfologi dan fisiologi bibit eboni. Variabel yang digunakan dibagi menjadi 2 karakter, yaitu morfologi dan fisiologi. Completely Randomized Design (CRD) pada taraf nyata 5%. Apabila hasil sidik ragam yang diperoleh berpengaruh nyata, maka dilakukan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT).

Hasil penelitian didapatkan bahwa pada perlakuan dengan *biofertilizer* menggunakan larutan Mikroba *Penicillium ochrochloron* 45% dengan *seed coating* memberikan hasil terbaik untuk karakter morfologi yaitu tinggi bibit, diameter bibit, rata-rata jumlah daun, indeks mutu bibit, dan volume akar. Karakter fisiologi yaitu biomassa bibit, luas daun spesifik, indeks luas daun dan kandungan klorofil. Karakter morfologi dan fisiologi yang terbaik pada *biofertilizer* dengan mikroba *penicillium ochrochloron* dibandingkan dengan mikroba *bacillus*, asam humat dan *sargassum*.

Kata Kunci: Morfologi, Fisiologi, Eboni, Biofertilizer

ABSTRACT

SUKRIATI ANDESTI LAMANDA. Morphological and Physiological Character Analysis of Ebony (*Diospyros celebica* Bakh) Seeds on Various *Biofertilizer*. (Supervised by Siti Halimah Larekeng dan Muh. Restu).

Ebony is one of the types that have slow growth (*Slow Growing Species*), which is one of the triggering factors for this type to be prone to extinction. In addition, the nature of ebony seeds is rekaisitran, so they cannot be stored for a long time. Other factors affecting seed germination are the degree of maturity, size, and weight of the seeds. Seeds harvested before the physiological maturity level is reached do not have high viability, and cannot even germinate, because they do not have sufficient food reserves and embryo formation is not perfect. The use of Biofertilizer can be used to optimize the growth of ebony seedlings.

The research aimed to analyze the biofertilizer which has a better effect on the morphological and physiological characters of the ebony seedlings. The variables used are divided into 2 characters, namely morphology and physiology. Completely Randomized Design (CRD) at 5% significance level. If the results of the variance obtained have a significant effect, then the Duncan Multiple Range Test (DMRT) is carried out.

The results showed that the treatment with biofertilizer using 45% *Penicillium ochrochloron* Microbial solution with seed coating gave the best results for morphological characters, namely seedling height, seedling diameter, average number of leaves, seedling quality index, and root volume. Physiological characters were seedling biomass, specific leaf area, leaf area index and chlorophyll content. The best morphological and physiological characters in biofertilizer with *penicillium* microbes compared to *bacillus*, humic acid and *sargassum* microbes.

Kata Kunci: Morphological, Physiological, Eboni, *Biofertilizer*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	6
D. .Manfaat Penelitian	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Eboni	7
B. Pupuk Hayati (<i>biofertilizer</i>)	9
1. <i>Penicillium</i>	13
2. <i>Bacillus</i>	14
3. Asam Humat	15
4. <i>Sargassum</i>	17

BAB III. METODE PENELITIAN	20
A. Waktu dan Tempat	20
B. ALat dan Bahan	20
C. Prosedur Penelitian	20
1. Penyemaian Benih Eboni	20
2. Pembuatan Media Tanam Kontrol	22
3. Proses Penanaman Bibit Eboni ke Polybag	23
4. Variabel Pengamatan	23
5. Analisis Data	26
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
A. Karakter Morfologi Bibit	28
1. Tinggi Bibit	28
2. Diameter Bibit	31
3. Jumlah Daun	34
4. Ratio Pucuk Akar	38
5. Kekokohan Bibit.....	39
6. Indeks Mutu Blbit	41
7. Volume Akar.....	43
8. Panjang Akar	45
B. Karakter Fisiologi Bibit	47
1. Kadar air.....	48
2. Biomassa.....	52
3. Luas Daun Spesifik	53
4. Indeks Luas Daun	55

5. Kandungan Klorofil Daun	56
BAB V PENUTUP	60
A. Kesimpulan	60
B. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka Pikir	19
Gambar 2. Tata letak unit percobaan.....	26
Gambar 3. Tinggi Bibit Eboni umur 3 bulan, 6 bulan, 9 bulan dan 12 bulan	30
Gambar 4. Diameter Bibit Eboni pada 3 bulan, 6 bulan, 9 bulan dan 12 bulan	33
Gambar 5. Jumlah daun Bibit Eboni pada 3 bulan, 6 bulan, 9 bulan dan 12 bulan	37
Gambar 6. Diagram indeks mutu bibit pada perlakuan larutan mikroba dengan seed coating	42
Gambar 7. Diagram panjang akar pada perlakuan larutan mikroba dengan seed coating	48
Gambar 8. Diagram kadar air daun pada perlakuan larutan mikroba dengan seed coating	49
Gambar 9. Diagram kadar air batang pada perlakuan larutan mikroba dengan seed coating	50
Gambar 10. Diagram kadar air akar pada perlakuan larutan mikroba dengan seed coating	51
Gambar 11. Diagram luas daun spesifik pada perlakuan larutan mikroba dengan seed coating	54
Gambar 12. Diagram kandungan klorofil pada perlakuan larutan mikroba dengan seed coating	57

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Uji lanjut duncan rata-rata tinggi bibit	29
Tabel 2. Uji lanjut duncan rata-rata diameter bibit.....	31
Tabel 3. Uji lanjut duncan rata-rata jumlah daun.....	35
Tabel 4. Uji lanjut duncan rata-rata ratio pucuk akar.....	38
Tabel 5. Uji lanjut duncan rata-rata kekokohan bibit	40
Tabel 6. Uji lanjut duncan rata-rata volume akar.....	43
Tabel 7. Uji lanjut duncan rata-rata biomassa	53
Tabel 8. Uji lanjut duncan rata-rata indeks luas daun	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Foto kegiatan penelitian	72
Lampiran 2. Tabel analisis ragam tinggi bibit eboni	76
Lampiran 3. Tabel analisis ragam diameter bibit eboni	76
Lampiran 4. Tabel analisis ragam jumlah daun bibit eboni.....	76
Lampiran 5. Tabel analisis ragam ratio pucuk akar bibit eboni.....	76
Lampiran 6. Tabel analisis ragam kekokohan bibit eboni.....	76
Lampiran 7. Tabel analisis ragam indeks mutu bibit eboni.....	77
Lampiran 8. Tabel analisis ragam volume akar bibit eboni.....	77
Lampiran 9. Tabel analisis ragam panjang akar bibit eboni	77
Lampiran 10. Tabel analisis ragam kadar air akar, batang dan daun bibit eboni.....	77
Lampiran 11. Tabel analisis ragam biomassa bibit eboni.....	78
Lampiran 12. Tabel analisis ragam luas daun spesifik bibit eboni	78
Lampiran 13. Tabel analisis ragam indeks luas daun bibit eboni	78
Lampiran 14. Tabel analisis ragam kandungan klorofil daun bibit eboni ..	78

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Eboni merupakan salah satu jenis yang mempunyai pertumbuhan lambat (*Slow Growing Spesies*), yang menjadi salah satu faktor pemicu jenis tersebut rawan kepunahan (Mayasari *et al.*, 2012). Sifat biji eboni rekaisitran, sehingga tidak dapat disimpan dalam waktu yang lama (Sumiasri dan Setyowati, 2006). Menurut (Allo, 1991) biji eboni yang langsung dikecambahkan, persentase perkecambahannya dapat mencapai 90%, sedangkan yang sudah disimpan di refrigerator selama 2 minggu persentase perkecambahannya turun menjadi 20%. Biji eboni yang disimpan di ruangan, sudah tidak dapat berkecambah lagi. Kondisi sifat biji eboni tersebut perlu adanya upaya untuk mempertahankan perkecambahannya, yang sebaiknya disimpan dalam serbuk arang basah (disimpan 12 hari persentase perkecambahannya masih dapat mencapai 70%), atau penyimpanan biji dilakukan bersama buahnya (Santoso dan Chairil, 2002).

Faktor lain yang mempengaruhi perkecambahan biji adalah tingkat kemasakan, ukuran, dan bobot biji. Biji yang dipanen sebelum tingkat kemasakan fisiologis tercapai tidak mempunyai viabilitas tinggi, bahkan tidak dapat berkecambah, dikarenakan belum mempunyai cadangan makanan yang cukup dan pembentukan embrio belum sempurna. Ukuran

biji mempengaruhi kemampuan biji untuk berkecambah, karena hal ini menunjukkan kandungan karbohidrat, protein, lemak, dan mineral. Bahan-bahan tersebut diperlukan sebagai bahan baku energi bagi embrio pada saat perkecambahan. Ukuran biji menunjukkan korelasi positif dengan kandungan protein dalam biji. Berat biji juga berpengaruh terhadap kecepatan pertumbuhan dan produksi (Sumiasri dan Setyowati, 2006; Sutopo, 1988).

Teknologi perpanjangan umur benih eboni sampai saat ini belum dikuasai, sehingga menjadi kendala pembudidayaannya. Permasalahan ini seharusnya segera dilakukan pengkajian untuk diperoleh teknologi yang sederhana, yang dapat diterapkan sehingga umur biji eboni dapat lebih panjang. Pengkajian ini juga perlu dilakukan agar tegakan eboni yang ditanam berkualitas. Tersedianya sumber benih eboni yang berkualitas sudah sangat mendesak. Sumber benih dapat dipilih dari tegakan alam yang berpenampilan baik atau diusahakan tumbuh baik pada areal-areal pengembangannya. Sumber benih yang ada saat ini, baik luas, kualitas maupun lokasi pengelolaannya, kurang mendukung pembudidayaan eboni berskala besar (Santoso dan Chairil, 2002).

Upaya mencegah penurunan populasinya, telah dilakukan pelestarian eboni secara *ex situ* dan *in situ* (Sumiasri dan Setyowati, 2006). Keterbatasan informasi jenis eboni mengakibatkan upaya konservasi genetik *in situ* dan *ex situ* belum dilakukan secara baik (Restu, 2007). Hasil penelusuran literatur menunjukkan bahwa masih belum terselesaikan masalah pertumbuhan eboni dan belum adanya penelitian

terkait penggunaan mikroba yang dapat mengoptimalkan pertumbuhan eboni.

Penggunaan bahan kimia pada pupuk maupun pestisida untuk meningkatkan pertumbuhan namun dapat merusak lingkungan. Pupuk kimia industri terdiri dari nitrogen, fosfor dan kalium. Penggunaan pupuk kimia yang berlebihan menyebabkan polusi udara dan air tanah serta meningkatkan kandungan hara di perairan (*eutrofikasi*) (Yousef dan Eissa, 2014). Dampak negatif lain terhadap ekosistem tanah adalah pengerasan tanah, penurunan bahan organik, kontaminasi logam berat, resistensi hama dan penyakit tertentu, dan dapat menghilangkan jenis predator dan parasitoid (Stoate *et al.*, 2001).

Perkembangan bidang bioteknologi telah mendukung tingkat kesadaran masyarakat terhadap dampak negatif akibat penggunaan bahan-bahan kimia, yang mendorong berkembangnya produk-produk alternative yang lebih ramah lingkungan seperti pupuk hayati (*biofertilizer*). Pupuk hayati dapat diartikan sebagai inokulan berbahan aktif organisme hidup yang berfungsi untuk menambah hara tertentu atau memfasilitasi tersedianya hara tanah bagi tanaman (Saraswati, 2012). Pemanfaatan *biofertilizer* berperan dalam memengaruhi ketersediaan unsur hara makro dan mikro, kinerja sistem enzim, meningkatkan metabolisme, pertumbuhan dan hasil tanaman (Simanungkalit *et al.*, 2006). Pupuk hayati mampu meningkatkan efisiensi serapan hara, memperbaiki pertumbuhan dan hasil produksi, serta meningkatkan ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit (Haggag *et al.*, 2014). Praktik penggunaan

pupuk kimia berbahaya dalam jangka panjang, sehingga alternatif penggunaan pupuk hayati di bidang pertanian dan kehutanan secara berkelanjutan (Mazid dan Khan, 2014).

Pupuk hayati (*biofertilizer*) biasanya diaplikasikan dengan cara disiram/kocor pada tanah di bagian tangkal batang dan disemprot pada tanaman (Kalay *et al.*, 2020), dicampurkan dengan bahan organik seperti kompos atau pupuk kandang (Shokibatun, 2019), dan rendam benih (Julfajri, 2019). Perendaman benih mengakibatkan mikroba mengkolonisasi benih sehingga dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman yang cepat atau melindungi tanaman dari serangan patogen, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi maksimal (Lopes dan Henkels, 1999). Hasil penelitian (Agustina dan Syamsiah, 2018) menunjukkan bahwa lama perendaman benih dengan larutan mikroorganisme lokal selama 16 jam memberikan pengaruh paling baik di setiap parameter pengamatan, yaitu terhadap persentase perkecambahan benih, persentase bibit tumbuh normal, rata-rata tinggi tanaman, rata-rata jumlah daun, rata-rata panjang akar, rata-rata bobot segar bibit.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh (Martadiana dan Wangiyana, 2021) yang menunjukkan bahwa pengaruh *biofertilizer* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit gaharu (*Gyrinops verteegii*). Penelitian lainnya yaitu pengaruh pupuk cair ganggang coklat (*Sargassum polycystum* L.) untuk ketersediaan N, P, K tanah pada bawang dayat (Meliala, 2018). Terdapat penelitian sebelumnya yang memberi pengaruh yang nyata antara asam humat

terhadap pertumbuhan bibit kakao (Santi, 2016). Pengaplikasian pupuk hayati konsorsium strain *Bacillus* sp. terhadap pertumbuhan bibit pala (*Myristica fragrans* Houtt) (Kalay *et al.*, 2020).

Terkait penelitian ini yang merupakan lanjutan dari penelitian (Restu *et al.*, 2020) menunjukkan bahwa isolat unggul yang berpotensi untuk mendegrasi serasah di bawah tegakan terutama tegakan jati yang mendominasi hutan pendidikan UNHAS adalah isolat *Penicillium ochrochloron*. Berdasarkan penelitian sebelumnya *Penicillium ochrochloron* menghasilkan hormon *indole acetid acid* (IAA) dan giberelin yang paling tinggi dibandingkan dengan isolat yang lain, sehingga untuk tahap berikutnya akan dibuat pupuk organik berbasis isolat *Penicillium ochrochloron*. Isolat lainnya yaitu *Bacillus* (Masniawaty *et al.*, 2019) yang mampu menghasilkan giberelin, dan pelarut fosfat, serta terdapat asam humat (Rahim *et al.*, 2019) yang mampu menghasilkan hormon giberelin dan *sargassum* memiliki kandungan hormon pemacu pertumbuhan yang tinggi seperti auksin, giberelin dan sitokinin (Prasedya *et al.*, 2019). Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan aktifitas fisiologis dan pertumbuhan pada bibit eboni dari berbagai *biofertilizer*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu: apakah terdapat pengaruh terhadap karakter morfologi dan fisiologi bibit eboni (*Diospyros celebica*) pada berbagai macam *biofertilizer*?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *biofertilizer* yang memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap karakter morfologi dan fisiologi bibit eboni.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini nantinya diharapkan menjadi acuan dalam pemanfaatan alternatif *biofertilizer* yang memberikan dampak optimal untuk pertumbuhan bibit eboni sehingga dapat diaplikasikan oleh masyarakat untuk menggantikan pupuk kimia dan mengurangi terjadinya degradasi lingkungan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Eboni

Eboni merupakan pohon penghasil kayu indah dan bernilai komersil relatif tinggi (*fancy wood*). Kayu eboni sangat artistik dengan teras kayunya yang berwarna hitam dengan garis-garis coklat dan coklat kemerahan, mengkilap, halus, dan awet. Tergolong ke dalam kayu ekspor, produk ini banyak dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan mebel, perkakas rumah tangga, hiasan dinding, alat musik, kipas, kayu lapis mewah, bahan bangunan atau barang kerajinan lainnya. Kayu eboni yang banyak diekspor pada masa lalu berasal dari daerah-daerah di Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, dan Maluku Utara (Soerianegara, 1967). Di Jepang, kayu eboni menjadi tolak ukur status sosial seseorang (Riswan, 2002), sehingga ekspor kayu eboni ke negara Jepang tergolong tinggi.

Benih eboni termasuk benih yang rekalsitran yang akan mati kalau kadar airnya diturunkan sebelum kering dan tidak tahan disimpan di tempat bersuhu rendah (Sutarno *et al*, 1997). Sadjad (1993) menyatakan bahwa agar pertumbuhannya baik diperlukan biji bermutu fisik tinggi, yaitu bersih, tidak tercampur kotoran seperti pasir, tanah, tangkai atau daun kering, serta bebas dari campuran biji abnormal. Biji bermutu fisik tinggi juga memiliki penampakan seragam baik bentuk, ukuran, berat, dan

volumenya. Biji harus beraroma baik, karena biji beraroma apek memberi kesan bahwa biji tersebut mati. Biji perlu mempunyai mutu fisiologi yang mencerminkan kemampuannya untuk dapat hidup normal dalam kisaran keadaan alam yang cukup luas, mampu tumbuh cepat, merata, dan dapat disimpan. (Heriyanto dan Sutiyono, 2001) melaporkan, bahwa persentase tumbuh biji juga dipengaruhi oleh ukuran biji. Biji yang berukuran besar dan berat pada umumnya menghasilkan perkecambahan biji yang lebih baik dibandingkan dengan biji yang berukuran kecil dan tidak seragam.

Eboni termasuk jenis pohon semi toleran sehingga dalam masa persemaiannya harus agak teduh. Biji baru harus segera disemaikan langsung ke wadah atau polybag yang telah diisi media tumbuh (Alrasyid, 2002). Pada umumnya bibit berumur 8-10 bulan dengan tinggi bibit kisaran $\pm 25-30$ cm sudah cukup kuat ditanam di lapangan (Paembonan dan Nurkin, 2002). Pembuatan bibit menggunakan anakan alam maka pengumpulannya dilakukan dengan cara cabutan. Tinggi anakan yang dikumpulkan untuk dijadikan bibit maksimal 15 cm. Bibit selama $\pm 4-5$ bulan harus di sapih terlebih dahulu sebelum ditanam (Alrasyid, 2002)

Eboni mempunyai tipe perkecambahan *epigeous*. Selama berkecambah, persediaan makanan di transfer ke ujung akar, selanjutnya keeping biji (cotyledon) timbul ke atas permukaan tanah, kemudian tanggal dan pada saat bersamaan dua daun pertama tumbuh, seolah-olah menggantikan kotiledon yang sudah lepas. Biji bersifat rekalsitran dan daya perkecambahan akan turun dengan cepat jika tidak segera disemaikan. Biji yang disemaikan 1 hari setelah dikumpulkan

menghasilkan persentase perkecambahan 85%. Benih yang disimpan dalam tepung arang yang basah selama 12 hari memiliki persentase perkecambahan sebesar 70%, dan jika disemaikan setelah 20 hari menurunkan persentase perkecambahan menjadi 28% (Riswan, 2002).

Pemisahan benih dari buah dapat dilakukan dengan cara perendaman di air. Benih yang telah dipisahkan dan dibersihkan dari daging buah, kemudian dikeringkan dengan suhu kamar. Masa perkecambahan dapat diperpendek waktunya dan persentase perkecambahan dapat ditingkatkan jika biji direndam selama 24 jam sebelum di semai (Soerianegara, 1967).

Pertumbuhan awal pada saat masih semai sangat lambat. Pada umur 2 tahun pertumbuhan sangat cepat. Pengamatan pertumbuhan tinggi di bawah tegakan jati di Jawa memperlihatkan pertumbuhan tinggi mencapai 30-100 cm dengan rata-rata pertambahan tinggi 90 cm per tahun hingga berumur 10 tahun dan pertumbuhan diameter mencapai rata-rata 1,5 cm per tahun. Pertambahan diameter mengalami penurunan hingga umur lebih dari 10 tahun (Alrsyid, 1985 dalam (Restu, 2007)).

B. *Biofertilizer* (Pupuk Hayati)

Biofertilizer juga dapat didefinisikan sebagai inokulan berbahan aktif organisme hidup yang berfungsi untuk menambah hara tertentu atau memfasilitasi tersedianya hara dalam tanah bagi tanaman. Penyediaan hara ini terjadi melalui hubungan simbiotik dengan tanaman tertentu maupun secara nonsimbiotik. *Biofertilizer* digunakan sebagai nama

kolektif untuk semua kelompok fungsional mikroba tanah yang dapat berfungsi sebagai penyedia hara dalam tanah, sehingga dapat tersedia bagi tanaman (Simanungkalit *et al.*, 2006).

Biofertilizer (Pupuk Hayati) terdiri atas beberapa kelompok mikroba antara lain, mikroba-mikroba yang dapat menambat unsur hara nitrogen dari atmosfer seperti beberapa mikroba dari genus *rhizobium*, *Azotobacter* dan *Azospirillum*. Mikroba-mikroba yang berperan sebagai dekomposer seperti *Saccharomyces*, *Chytophaga*, *Cellulomonas*, *Cellvibrio* dan *Lactobacillus plantarum*. Beberapa bakteri dari genus *Bacillus*, *Pseudomonas lourescens* dan *Pseudomonas putida* yang dapat melarutkan fosfat dalam tanah (Rohmanah, 2016).

Biofertilizer mampu meningkatkan efisiensi serapan hara, memperbaiki pertumbuhan dan hasil serta meningkatkan ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit. *Biofertilizer* juga berperan dalam memengaruhi ketersediaan unsur hara makro dan mikro, kinerja sistem enzim, meningkatkan metabolisme, pertumbuhan dan hasil tanaman (Simanungkalit *et al.*, 2006). *Biofertilizer* biasanya diaplikasikan pada biji (*seed treatment*), permukaan tanaman, atau koloni rhizosfer pada tanah untuk mendorong pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan pasokan atau ketersediaan nutrisi primer pada tanaman inang. Mikroorganisme yang terdapat pada *biofertilizer* dengan mudah akan mengkonversi bahan organik kompleks dalam senyawa sederhana dan memelihara habitat alami tanah. *Biofertilizer* mampu meningkatkan efisiensi serapan hara,

memperbaiki pertumbuhan dan hasil produksi, serta meningkatkan ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit (Haggag *et al.*, 2014).

Simbiosis antara mikroba dan tanaman merupakan simbiosis mutualisme, tanaman inang mendapatkan tambahan unsur hara yang diperlukan, sedangkan mikroba mendapatkan bahan organik untuk aktivitas dan pertumbuhannya. Pupuk hayati berperan dalam mempengaruhi ketersediaan unsur hara makro, efisiensi hara, kinerja sistem enzim, meningkatkan metabolisme, pertumbuhan, hasil tanaman dan ramah lingkungan (Agung dan Rahayu, 2004). Penggunaan pupuk hayati dan biopestisida dianjurkan untuk digunakan secara berkelanjutan karena sistem yang ramah lingkungan (Muraleedharan *et al.*, 2010).

Teknologi pengkayaan hayati tanah pada awalnya dilakukan dengan memindahkan tanah yang kaya hayati tanah fungsional (*soil transfer*). Teknologi ini dilakukan dengan memindahkan sejumlah tanah yang diyakini mengandung organisme tanah fungsional untuk memperbaiki kesuburan tanah, sehingga terjadi pengkayaan organisme tanah beserta habitat alaminya (hara dan energi). Kondisi keseimbangan ekosistem tanah relatif tidak terganggu, namun memerlukan biaya yang besar untuk pengangkutan tanah dan nilai perbaikan tidak maksimal (Subowo *et al.*, 2013).

Pengembangan biofertilizer secara kultur dengan mengekstrak (menginokulasi) organisme tanah yang memiliki kemampuan memperbaiki kesuburan tanah yang diperbanyak menggunakan media spesifik. Inokulan hasil perbanyakan ini diaplikasikan di lapangan untuk

pengembangan komoditi tertentu tanpa mempertimbangkan kondisi daya dukung tanah. Jaminan aktivitas organisme fungsional target tidak dapat dipertanggungjawabkan dan sangat tergantung kesiapan tanah menyediakan hara dan energi dan daya adaptasi organisme. Teknologi produksi biofertilizer makroorganisme dari cacing tanah dilakukan dengan melakukan budidaya (rearing) (Subowo *et al.*, 2013).

Pengembangan *biofertilizer* secara kultura ini dapat dilakukan dengan menggunakan organisme tunggal ataupun campuran dari beberapa jenis mikroba (konsorsia). *Biofertilizer* dengan organisme tunggal memiliki kemudahan dalam memilih media pembawa (carrier) serta dalam aplikasinya mudah diarahkan sesuai target fungsional yang diperlukan. Nilai fungsional yang diperoleh terbatas hanya untuk fungsional organisme tersebut. *Biofertilizer* konsorsia di buat dengan target untuk memberikan nilai fungsional yang lebih lengkap sesuai permasalahan lapangan dan komoditi target. Masalah yang dihadapi adalah perpaduan/kompatibilitas di antara organisme yang dipadukan serta pilihan media yang tepat, sehingga organisme yang ada dapat tetap hidup dan mampu memberikan fungsinya dengan baik (Subowo *et al.*, 2013).

Kurun waktu 10 tahun terakhir, teknologi aplikasi *biofertilizer* dengan diikuti pengkayaan hara dan energi serta bahan amelioran yang mampu meningkatkan ketahanan tanaman dari serangan hama penyakit. Teknologi *biofertilizer* diharapkan aktivitas hayati tanah target memiliki jaminan/dukungan untuk dapat berfungsi sebagai mana seharusnya.

Masalah yang mungkin timbul adalah terdesaknya organisme tanah fungsional positif natif oleh organisme baru (introduksi), dan pada saat lain apabila pasokan hara dan energi yang dibutuhkan untuk organisme baru ini tidak tersedia akan mengalami kemerosotan populasi. Hasil aplikasi pupuk hayati diikuti bahan amelioran sebagai sumber energi dan hara serta bahan ikutan lain dapat meningkatkan produksi dan kandungan antioksidan Zn, Ca dan Mg beras pecah kulit (Subowo *et al.*, 2013). Beberapa jenis mikroba yang berfungsi dalam membantu pertumbuhan tanaman sebagai berikut:

1. *Penicillium*

Koloni *Penicillium* sp memiliki pertumbuhan yang sangat cepat dengan warna koloni hijau, kadang-kadang putih. *Penicillium* sp memiliki rantai yang terdiri dari konidia bersel satu yang merupakan sukseksi dari sel konidigenous khusus di sebut phialide. Phialides pada *Penicillium* sp berbentuk botol dan konidia berbentuk bulat, elips, silindris, atau fusiform, berdinding halus atau kasar, dengan warna hilaian atau kehijauan (Purves dan Sadava, 2003).

Penicillium sp adalah genus fungi dari ordo *Hypomycetes*, filum *Ascomycota*, *Penicillium* sp memiliki ciri hifa berseptata dan membentuk badan spora yang disebut konidium. Konidium berbeda dengan sporangim, karena tidak memiliki selubung pelindung seperti sporangium. *Penicillium* sp merupakan jamur yang berkembang biak secara aseksual dengan membentuk konidium

yang berada di ujung hifa. Setiap konidium akan tumbuh menjadi jamur baru, konidium berwarna kehijauan dan dapat hidup di makanan, roti, buah-buahan busuk, kain, atau kulit. Beberapa jenis *Penicillium* sp yang terkenal antara lain *Penicillium notatum* yang digunakan sebagai produsen antibiotik dan *Penicillium camembertii* yang digunakan untuk membuat keju biru (Purves dan Sadava, 2003).

2. *Bacillus*

Bacillus sp. merupakan bakteri gram positif, berbentuk batang yang mempunyai kemampuan membentuk endospora pada kondisi yang kurang menguntungkan. Bakteri ini dapat ditemukan dan dapat diisolasi dari tanah. Bentuk endospora merupakan nilai lebih bagi bakteri yang sangat terkait secara ekologi di dalam tanah. Kemampuannya membentuk endospora menyebabkan bakteri ini relatif lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan dan kritis misalnya radiasi, panas, asam, desinfektan, kekeringan, nutrisi yang terbatas dan dapat dorman dalam jangka waktu yang lama hingga bertahun-tahun. Struktur spora tidak akan terjadi jika sel sedang berada pada fase pembelahan secara eksponensial tetapi akan dibentuk terutama pada kondisi nutrisi esensial misalnya karbon dan nitrogen terbatas. *Bacillus subtilis* sporulasi terjadi sekitar 8 jam dengan melibatkan hingga 200 gen (Madigan *et al.*, 2000). *Bacillus* sp. mempunyai sifat katalase positif sehingga mampu menguraikan peroksida toksik menjadi air dan

oksigen, dan termasuk kelompok PGPR yang memiliki banyak potensi karena mampu memproduksi IAA, melarutkan fosfat, memsekresi siderofor dan berperan sebagai agens biokontrol dengan menginduksi sistem kekebalan tanaman serta menghasilkan antibiotik (*Compant et al., 2005*).

3. Asam Humat

Asam humat ialah fraksi utama dari bahan organik tanah yang merupakan faktor penting untuk pemeliharaan kesuburan tanah (*Bama et al., 2003*). Menurut Suwahyono, (2011), asam humat adalah bagian dari bahan organik yang terdapat dalam tanah. Asam humat membantu menggemburkan tanah, membantu transfer nutrient dari tanah kedalam tanaman serta meningkatkan resistensi air dan membantu pertumbuhan mikroba.

Asam humat adalah hasil akhir dari proses dekomposisi bahan organik, merupakan fraksi yang larut dalam basa (*Kononova, 1966*). Asam humat merupakan bahan koloid terdispersi bersifat amorf, berwarna kuning hingga coklat kehitaman dan mempunyai berat molekul relatif tinggi (*Tan, 1993*). Asam humat bukanlah pupuk, tetapi merupakan bagian dari pupuk. Pupuk adalah sumber hara untuk tanaman dan miktonutrien dari tanah ke tanaman (*Sahala et al., 2006*).

Asam humat biasanya kaya akan karbon, yang berkisar antara 41 dan 57%. Asam humat mengandung kadar oksigen yang tinggi, sedangkan kadar hidrogennya rendah serta mengandung nitrogen. Kadar oksigen sekitar 33-46% dan mengandung 2-5% N. Kemasaman

total atau kapasitas tukar senyawasenyawa humat tanah dikarenakan oleh kehadiran proton yang dapat terdisosiasi atau ion-ion H pada gugus-gugus karboksil dan alifatik dan gugus hidroksil fenolik. Asam humat dicirikan oleh kemasaman total dan kadar karboksil yang lebih rendah daripada asam fulvat (Tan, 1993) .

Menurut Tan (1993), tiga tahap dasar yang terlibat dalam pembentukan asam humat: pembentukan satuan-satuan struktur dari dekomposisi jaringan tanaman, kondensasi dari satuan-satuan tersebut, dan polimerisasi dari produkproduk kondensasi. Hasilnya adalah suatu sistem multi komponen, yang disebut asam humat atau asam fulvat. Keduanya menunjukkan pola struktur yang mirip, tetapi dapat berbeda dalam rincian komposisi struktur dan kimia misalnya asam fulvat mempunyai inti aromatik yang kurang padat, tetapi mempunyai komponen peripheral yang lebih berkembang. Asam fulvat dapat merupakan pendahulu atau produk dekomposisi dari asam humat.

Humus dan bahan humat merupakan komponen tanah yang sangat penting. Bahan humat dengan lempung tanah berperan atas sejumlah aktivitas kimia dalam tanah yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruhnya secara tidak langsung diketahui dapat memperbaiki kesuburan tanah dengan mengubah kondisi fisik, kimia, dan biologi dalam tanah. Secara langsung, bahan-bahan humat dapat merangsang pertumbuhan tanaman melalui pengaruhnya terhadap

metabolisme dan proses fisiologi lainnya. Senyawa humat dan sejenisnya dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman secara langsung dengan mempercepat proses respirasi, dengan meningkatkan permeabilitas sel, atau melalui kegiatan hormon pertumbuhan. Senyawa humat juga berperan serta dalam pembentukan tanah dan berperan penting dalam translokasi atau metabolisme lempung, aluminium, dan besi yang menghasilkan horizon spodik dan horizon argilik (Tan, 1993). Brady dan Weil (2002) dalam Ihdaryanti (2011) menyatakan bahwa asam humat berpengaruh langsung pada pertumbuhan tanaman, diantaranya mempercepat perkecambahan benih, merangsang pertumbuhan akar, mempercepat pemanjangan sel akar, dan mempercepat pertumbuhan tunas dan akar tanaman jika diberikan dalam jumlah yang tepat.

4. *Sargassum sp*

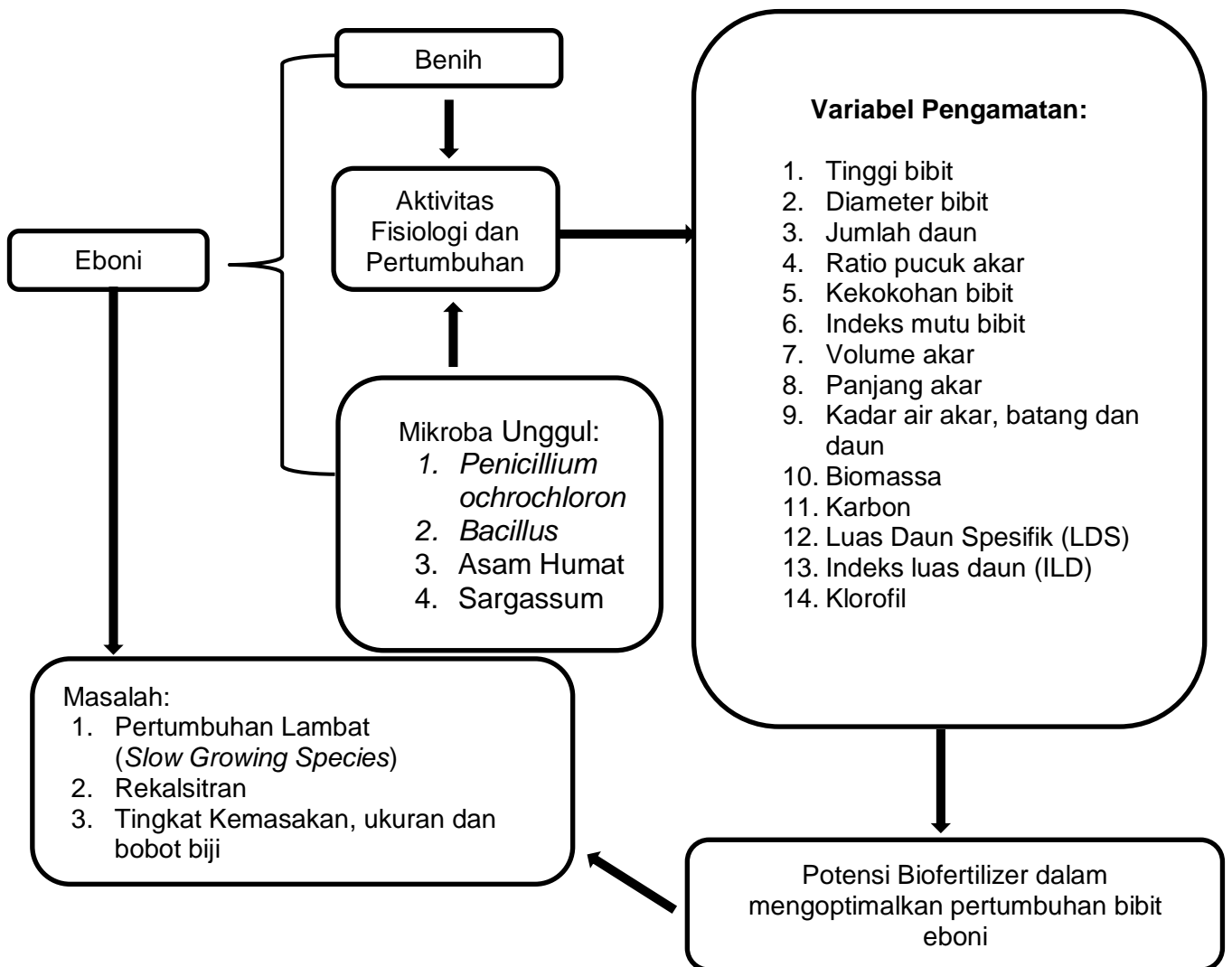
Sargassum sp merupakan tumbuhan Kosmopolitan yang dijumpai tumbuh di perairan kerang dan pantai. *Sargassum* adalah rumput laut penghasil alginofit diperoleh dari kelp yang merupakan rumput laut dari daerah subtropis, sedangkan di perairan Indonesia hanya mempunyai alginofit dari jenis *Sargassum* dan *Turbinaria* (Sulistijo, 2002).

Sargassum sp memiliki thalus silindris dan berduri kecil. Thalus bercabang dan percabangan ini dinamakan *Pinnatus alternates* sedangkan anak percabangannya merupakan daun. Tiap-tiap percabangan terdapat gelembung udara berbentuk bulat yang disebut

Bladder. *Bladder* berfungsi untuk menopang cabang-cabang talus terapung ke arah permukaan air agar mendapatkan intensitas cahaya matahari (Kadi, 2005).

Sargassum sp memiliki kandungan utama karbohidrat berupa serat. *Sargassum* sp juga mengandung protein, sedikit lemak, abu yang sebagian besar merupakan senyawa garam natrium dan kalium. Vitamin-vitamin seperti vitamin A, B1, B2, B12 dan C, betakaroten, mineral seperti kalium, kalsium, fosfor, natrium, zat besi, cobalt, molibdate, boron dan iodium yang berasal dari laut (Anggadiredja *et al.*, 2006).

Sargassum sp. mengandung zat pengatur tumbuh tanaman sehingga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. *Sargassum* sp. juga mengandung gel yang mempunyai kemampuan menyerap air sehingga dapat menambah kelembaban apabila digunakan sebagai pupuk organik (Montano dan Tupas, 1990).



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian