

**PERTUMBUHAN BIBIT DUA KLON TANAMAN KAKAO
(*Theobroma cacao* L.) AKIBAT PEMBERIAN
BIOCHAR ALANG-ALANG**

(Skripsi)

Oleh

**Yashinta Ul Karimah
NPM 2014121023**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNGG
2024**

**PERTUMBUHAN BIBIT DUA KLON TANAMAN KAKAO
(*Theobroma cacao* L.) AKIBAT PEMBERIAN
BIOCHAR ALANG-ALANG**

Oleh

Yashinta Ul Karimah

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PERTUMBUHAN BIBIT DUA KLON TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.) AKIBAT PEMBERIAN *BIOCHAR* ALANG-ALANG

Oleh

YASHINTA UL KARIMAH

Kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan Indonesia yang produksinya mengalami penurunan yang disebabkan banyak faktor salah satunya adalah banyak tanaman yang sudah tidak produktif. Kegiatan *replanting* dengan bibit berkualitas dari perbanyakan sambung pucuk perlu dilakukan untuk meningkatkan produksi. Oleh karena itu, stok batang bawah berkualitas diperlukan melalui perbanyakan generatif. Pemilihan klon unggul Sulawesi 1 dan MCC 02 serta penambahan *biochar* alang-alang menjadi alternatif solusi dalam meningkatkan pertumbuhan bibit batang bawah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan pertumbuhan dua klon bibit kakao akibat pemberian berbagai dosis *biochar* alang-alang. Penelitian ini dilaksanakan mulai Februari 2024 sampai Juni 2024 dengan persiapan dimulai sejak Desember 2023 di Labuhan Dalam, Bandar Lampung. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK) pola faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah campuran media *biochar* alang-alang (B) yang terdiri dari 5 taraf yaitu 0 g kg⁻¹ (B₀), 9 g kg⁻¹ tanah (B₁), 12 g kg⁻¹ tanah (B₂), 15 g kg⁻¹ tanah (B₃), dan 18 g kg⁻¹ tanah (B₄). Faktor kedua adalah klon yang terdiri dari 2 jenis yaitu Klon Sulawesi 1 (K₁) dan Klon MCC 02 (K₂). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan Klon Sulawesi 1 dengan aplikasi *biochar* alang-alang dosis 12 g kg⁻¹ tanah merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan bibit kakao, terutama pada variabel pertambahan tinggi tanaman, diameter batang, bobot tajuk basah maupun kering, dan nilai indeks kualitas bibit kering dengan perbedaan yang nyata apabila dibandingkan dengan tanpa aplikasi *biochar* alang-alang. Pada Klon MCC 02, aplikasi *biochar* alang-alang dosis 18 g kg⁻¹ tanah mampu meningkatkan jumlah daun, bobot akar segar, dan nilai indeks kualitas bibit basah.

Kata kunci: *biochar*, alang-alang, klon kakao

ABSTRACT

GROWTH OF TWO CLONES OF COCOA PLANT (*Theobroma cacao* L.) AS A RESULT OF *IMPERATA CYLINDRICA* BIOCHAR APPLICATION

By

YASHINTA UL KARIMAH

*Cocoa is one of Indonesia's plantation commodities whose production has declined due to several factors, one of which is that many plants are no longer productive. Replanting activities using high-quality seedlings from grafting need to be carried out to increase production. Therefore, a stock of high-quality rootstocks is necessary through generative propagation. The selection of superior clones, Sulawesi 1 and MCC 02, along with the addition of biochar from cogon grass, is an alternative solution to improve the growth of these rootstock seedlings. This study aims to determine differences growth of two clones of cocoa seedlings due to application of various doses of *Imperata cylindrica* biochar. The study was conducted from February 2024 to June 2024, with preparation starting in December 2023 in Labuhan Dalam, Bandar Lampung. The design used was a randomized block design (RBD) with a factorial pattern consisting of two treatment factors. The first factor was the *Imperata cylindrica* biochar media mixture (B) with 5 levels: 0 g kg⁻¹ (B₀), 9 g kg⁻¹ soil (B₁), 12 g kg⁻¹ soil (B₂), 15 g kg⁻¹ soil (B₃), and 18 g kg⁻¹ soil (B₄). The second factor was the clone type, consisting of 2 types: Sulawesi 1 Clone (K₁) and MCC 02 Clone (K₂). The results showed that the use of Sulawesi 1 clone with the application of *Imperata cylindrica* biochar at a dose of 12 g kg⁻¹ soil is the best treatment in improving the growth of cocoa seedlings, especially in the variables of plant height, stem diameter, wet and dry crown weight, and dry seedling quality index value with significant differences when compared with no application of *Imperata cylindrica* biochar. In clone MCC 02, the application of *Imperata cylindrica* biochar at a dose of 18 g kg⁻¹ soil was able to increase the number of leaves, fresh root weight, and wet seedling quality index value.*

Keywords: biochar, Imperata cylindrica, cocoa clon

Judul Skripsi : **PERTUMBUHAN BIBIT DUA KLON
TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.)
AKIBAT PEMBERIAN *BIOCHAR* ALANG
ALANG**

Nama Mahasiswa : **Yashinta Ul Karimah**

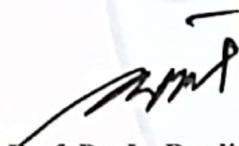
Nomor Pokok Mahasiswa : 2014121023

Jurusan : Agroteknologi

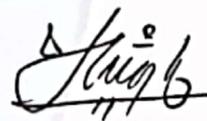
Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI:

1. Komisi Pembimbing,

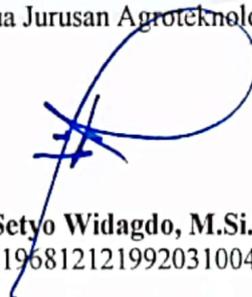


Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S.
NIP 196108261986031001



Ir. Rugayah, M.P.
NIP 196111071986032002

2. Ketua Jurusan Agroteknologi,

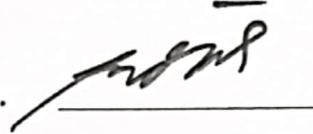


Ir. Setyo Widagdo, M.Si.
NIP 196812121992031004

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji,

Ketua : Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S.



Sekretaris : Ir. Rugayah, M.P.



Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 8 November 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Pertumbuhan Bibit Dua Klon Tanaman Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Akibat Pemberian *Biochar* Alang-Alang" merupakan hasil karya saya sendiri bukan karya orang lain. Adapun bagian-bagian tertentu pada skripsi ini, saya kutip dari karya orang lain dan telah saya tuliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan kaidah, norma, dan etika penulisan karya tulis ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terdapat temuan bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan sanksi akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 10 Desember 2024
Penulis,



Yashinta Ul Karimah
NPM 2014121023

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Maja. Kecamatan Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung pada 17 Maret 2002. Penulis merupakan anak tunggal dari pasangan Bapak Setiyo Nugroho dan Ibu Kasinem. Pada 2014, penulis menyelesaikan pendidikan dasar di MIN 1 Lampung Selatan dan menyelesaikan pendidikan menengah pertama di MTsN 1 Lampung Selatan pada 2017. Pada 2020, penulis menyelesaikan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Kalianda dan melanjutkan studi pendidikan Strata 1 di Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) serta mendapatkan beasiswa Kartu Indonesia Pintar Kuliah (KIPK) pada 2020.

Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Bumi Hantatai, Kecamatan Bandar Negeri Suoh, Kabupaten Lampung Barat pada 2023. Penulis juga telah melaksanakan kegiatan Magang dan Studi Independen Bersertifikat (MSIB) Batch 4 dalam Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) di PT. Bumitama Gunajaya Agro Kalimantan Barat dengan posisi *Agronomy Assistant* pada periode Februari-Juni 2023. Penulis pernah menjadi asisten dosen untuk Mata Kuliah Kimia Dasar, Fisiologi Tumbuhan, dan Kewirausahaan pada 2023. Penulis aktif dalam Organisasi Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (PERMA AGT) Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada Periode 2022 sebagai anggota Bidang Pengembangan Minat dan Bakat (PMB) dan Organisasi Koperasi Mahasiswa (KOPMA) Universitas Lampung sebagai staf Pengembangan Sumber Daya Manusia (PSDM) pada Periode 2020/2021.

PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT, dengan segala rasa syukur dan kerendahan hati
ku persembahkan karya ini kepada:

Kedua orang tuaku: Bapak Karnoto dan Ibu Kasinen, dan nenek tercinta Ibu
Ngadiem yang senantiasa memberikan kasih sayang, cinta, nasihat, motivasi, dan
pengorbanan serta doa yang tiada henti.

Seluruh keluarga besar, sahabat, dan teman-teman
yang senantiasa memberikan semangat, doa, dan motivasi.

Keluarga besar Agroteknologi 2020 dan
Almamater tercinta, Universitas Lampung.

“Sesungguhnya beserta kesulitan terdapat
kemudahan”
(Q.S Al-Insyirah : 5-6)

“Cukuplah Allah (menjadi penolong) bagi kami dan
Dia sebaik-baik pelindung”
(Q.S Ali' Imran : 173)

“Orang terkaya adalah orang yang menerima pembagian
(takdir) dari Allah dengan senang hati”
(Ali bin Husein)

*“You can never cross the ocean until you have
the courage to lose sight of the shore”*
(Christopher Columbus)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu wa Ta'alla* yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung. Penulis menyampaikan ucapan terimakasih dengan setulus hati kepada berbagai pihak yang terlibat dalam pelaksanaan penelitian maupun dalam penyusunan skripsi ini, yaitu kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Ir. Setyo Widagdo, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S., selaku Ketua Bidang Teknologi Produksi Perkebunan Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung, sekaligus Dosen Pembimbing Utama yang senantiasa memberikan arahan, dukungan, bimbingan, dan motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
4. Ir. Rugayah, M.P., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Pembantu yang senantiasa memberikan masukan, nasihat, semangat, bimbingan, dan motivasi kepada penulis selama masa perkuliahan sampai skripsi ini mampu diselesaikan dengan baik;
5. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Dosen Penguji yang senantiasa memberikan masukan dan saran-saran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik;
6. Ir. Sugiarno, M.S., selaku Dosen Teknologi Produksi Perkebunan yang telah menyediakan tempat dan fasilitas selama penulis melakukan penelitian;

7. Seluruh Dosen Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
8. Kedua orang tua: Bapak Karnoto dan Ibu Kasinem, dan nenek tercinta Ibu Ngadiem atas dukungan fisik dan materi, kasih sayang, cinta, nasihat, serta doa yang selalu diberikan kepada penulis;
9. Seluruh Keluarga Besar dan adik-adik tercinta: Nur Aqilatul Basyiroh dan Nusaibah Az-Zahra yang telah memberikan dukungan, doa, dan semangat kepada penulis;
10. Rekan penelitian: Lusnia Trisna Sasami, Dinda Pramiswara, Trisa Kartika, Fatihatul Khimasari, Talita Nur Husnina, dan A'yunin Wamepa yang telah membantu dalam penelitian dan memberikan dukungan kepada penulis;
11. Sahabat dan teman-teman penulis: Aswa Fahmi Pramono, Feny Yestia Zahra, Putri Sabina, dan Deva Septia Sri Luffi yang telah menemani dan memberikan dukungan kepada penulis;
12. Keluarga Besar Agroteknologi Angkatan 2020 atas kebersamaan dalam melewati suka-duka perkuliahan serta motivasi dan dukungannya.

Semoga bantuan dan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis menjadi pahala dan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Semoga skripsi ini dapat menjadi manfaat baik bagi penulis ataupun pembaca.

Bandar Lampung, 10 Desember 2024
Penulis,

Yashinta Ul Karimah

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Kerangka Pemikiran	5
1.5 Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Tanaman Kakao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	8
2.2 Pembibitan Kakao.....	10
2.3 Klon Kakao	12
2.3.1 Klon <i>Masamba Cocoa Clon</i> (MCC) 01	12
2.3.2 Klon <i>Masamba Cocoa Clon</i> (MCC) 02	13
2.3.3 Klon Sulawesi 1	14
2.3.4 Klon Sulawesi 2	14
2.4 <i>Biochar</i>	15
III. METODELOGI PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.3 Metode Penelitian	18
3.4 Analisis Data.....	20
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	20
3.5.1 Persiapan tempat	20
3.5.2 Penyemaian benih	21

3.5.3	Persiapan media tanam dan aplikasi perlakuan	22
3.5.4	Pindah tanam	23
3.5.5	Pemeliharaan	24
3.5.6	Pemanenan bibit	25
3.6	Variabel Pengamatan	25
3.6.1	Variabel utama	25
3.6.2	Variabel Pendukung	27
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1	Hasil	29
4.1.1	Hasil analisis tanah awal	29
4.1.2	Hasil analisis <i>biochar</i> alang-alang	30
4.1.3	Hasil penelitian	31
4.2	Pembahasan	40
V.	SIMPULAN DAN SARAN	43
5.1	Simpulan	43
5.2	Saran	43
	DAFTAR PUSTAKA	44
	LAMPIRAN	51

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Analisis Tanah Awal	29
2. Hasil Analisis Kandungan <i>Biochar</i> Alang-Alang	30
3. Persyaratan Teknis Minimal Mutu Pembenh Tanah <i>Biochar</i>	30
4. Data Pertambahan Tinggi Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	51
5. Data Transformasi Akar Kuadrat Variabel Pertambahan Tinggi Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	52
6. Uji Homogenitas Ragam Variabel Pertambahan Tinggi Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	53
7. Uji Aditivitas Variabel Pertambahan Tinggi Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	53
8. Data Pertambahan Diameter Batang Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	54
9. Data Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ Pertambahan Diameter Batang Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	55
10. Uji Homogenitas Ragam Pertambahan Diameter Batang Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	56
11. Uji Aditivitas Variabel Pertambahan Diameter Batang Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	56
12. Data Pengamatan Variabel Penambahan Jumlah Daun Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	57
13. Data Transformasi Akar Kuadrat Penambahan Jumlah Daun Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	58
14. Uji Homogenitas Ragam Variabel Penambahan Jumlah Daun Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	59
15. TUji Aditivitas Variabel Penambahan Jumlah Daun Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	59
16. Data Pengamatan Bobot Tajuk Segar Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	60

17.	Data Transformasi Kuadrat Bobot Tajuk Segar Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	61
18.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Bobot Tajuk Segar Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	62
19.	Uji Aditivitas Variabel Bobot Tajuk Segar Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	62
20.	Data Pengamatan Variabel Bobot Akar Segar Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	63
21.	Data Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ Variabel Bobot Akar Segar Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	64
22.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Bobot Akar Segar Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	65
23.	Uji Aditivitas Variabel Bobot Akar Segar Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	65
24.	Data Pengamatan Variabel Bobot Tajuk Kering Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	66
25.	Data Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ Variabel Bobot Tajuk Kering Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	67
26.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Bobot Tajuk Kering Dua Klon Bibit Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	68
27.	Uji Aditivitas Bobot Tajuk Kering Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	68
28.	Data Pengamatan Variabel Bobot Akar Kering Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	69
29.	Data Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ Variabel Bobot Akar Kering Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	70
30.	Uji Homogenitas Ragam Bobot Akar Kering Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	71
31.	Uji Aditivitas Variabel Bobot Akar Kering Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	71
32.	Data Pengamatan Variabel Panjang Akar Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	72
33.	Data Trasformasi Akar Kuadrat Variabel Panjang Akar Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	73
34.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Panjang Akar Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	74
35.	Uji Aditivitas Panjang Akar Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	74

36.	Data Pengamatan Indeks Kualitas Bibit Basah Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	75
37.	Data Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ Variabel Indeks Kualitas Bibit Basah Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	76
38.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Indeks Kualitas Bibit Basah Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	77
39.	Uji Aditivitas Variabel Indeks Kualitas Bibit Basah Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	77
40.	Data Pengamatan Variabel Indeks Kualitas Bibit Kering Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	78
41.	Data Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ Variabel Indeks Kualitas Bibit Kering Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	79
42.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Indeks Kualitas Bibit Kering Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	80
43.	Uji Aditivitas Variabel Indeks Kualitas Bibit Kering Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	80
44.	Data Pengamatan Indeks Kehijauan Daun Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	81
45.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Indeks Kehijauan Daun Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	82
46.	Uji Aditivitas Variabel Indeks Kehijauan Daun Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	82
47.	Uji Korelasi Antara Variabel Utama dan Indeks Kehijauan Daun Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	83
48.	Uji Korelasi Antara Variabel Utama dan Indeks Kualitas Bibit Basah Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	83
49.	Uji Korelasi Antara Variabel Utama dan Indeks Kualitas Bibit Kering Dua Klon Bibit Kakao Akibat Pemberian <i>Biochar</i> Alang-alang	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram alir kerangka pemikiran.	7
2. Tata letak satuan percobaan.	19
3. Tempat pembibitan: (a) alas bata dan (b) sungkup plastik.	20
4. Penyemaian benih: (a) pembersihan <i>pulp</i> dan kulit biji kakao,	21
5. Proses pembuatan <i>biochar</i>	22
6. Persiapan tanah: (a) pengeringan tanah dan (b) pengayakan tanah.	23
7. Aplikasi <i>biochar</i> : (a) penimbangan bahan dan (b) pencampuran bahan	24
8. Proses pindah tanam bibit kakao ke <i>polybag</i>	24
9. Pengaruh dosis <i>biochar</i> alang-alang terhadap pertambahan tinggi pada bibit dua klon kakao (\pm SE): (a) Klon Sulawesi 1 dan (b) Klon MCC 02.....	31
10. Pengaruh dosis <i>biochar</i> alang-alang terhadap pertambahan diameter batang pada bibit dua klon kakao (\pm SE): (a) Klon Sulawesi 1 dan (b) Klon MCC 02	32
11. Pengaruh dosis <i>biochar</i> alang-alang terhadap penambahan jumlah daun pada bibit dua klon kakao (\pm SE): (a) Klon Sulawesi 1 dan (b) Klon MCC 02.....	33
12. Pengaruh dosis <i>biochar</i> alang-alang terhadap bobot tajuk pada bibit dua klon kakao (\pm SE): (a) Klon Sulawesi 1 dan (b) Klon MCC 02	34
13. Pengaruh dosis <i>biochar</i> alang-alang terhadap bobot akar segar pada bibit dua klon kakao (\pm SE): (a) Klon Sulawesi 1 dan (b) Klon MCC 02.....	35
14. Pengaruh dosis <i>biochar</i> alang-alang terhadap bobot tajuk kering pada bibit dua klon kakao (\pm SE): (a) Klon Sulawesi 1 dan (b) Klon MCC 02.....	35

15.	Pengaruh dosis <i>biochar</i> alang-alang terhadap bobot akar segar pada bibit dua klon kakao (\pm SE): (a) Klon Sulawesi 1 dan (b) Klon MCC 02.....	37
16.	Pengaruh dosis <i>biochar</i> alang-alang terhadap panjang akar pada bibit dua klon kakao (\pm SE): (a) Klon Sulawesi 1 dan (b) Klon MCC 02	37
17.	Pengaruh dosis <i>biochar</i> alang-alang terhadap indeks kehijauan daun bibit dua klon kakao (\pm SE): (a) Klon Sulawesi 1 dan (b) Klon MCC 02.	38
18.	Pengaruh klon dan dosis <i>biochar</i> alang-alang terhadap indeks kualitas bibit basah dua klon kakao (\pm SE): (a) Klon Sulawesi 1 dan (b) Klon MCC 02.....	39
19.	Pengaruh perbedaan klon dan dosis <i>biochar</i> alang-alang terhadap indeks kualitas bibit kering dua klon kakao (\pm SE): (a) Klon Sulawesi 1 dan (b) Klon MCC 02.	39
20.	Tampilan bibit kakao dengan perlakuan klon dan dosis <i>biochar</i> alang-alang	84
21.	Tampilan akar bibit kakao dengan perlakuan perbedaan klon dan dosis <i>biochar</i> alang-alang.....	85
22.	Tampilan sampel bibit dua klon kakao akibat pemberian <i>biochar</i> alang-alang dengan dosis berbeda sebagai sampel untuk penimbangan bobot.....	86
23.	Peletakan <i>polybag</i> pada petak percobaan.....	86

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas pada sub sektor perkebunan di Indonesia. Produksi kakao di Indonesia berdasarkan seluruh status perusahaan berada pada angka 688.210 ton pada 2021. Badan Pusat Statistik (2022) mencatat bahwa produksi tersebut mengalami penurunan sebesar 4,5% dibandingkan produksi pada 2020 yaitu sebesar 720.660 ton. Produksi kakao di Provinsi Lampung pada 2021 juga mengalami penurunan dari 57.511 ton di 2020 menjadi 56.588 ton di 2021. Penurunan produksi ini dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya adalah banyaknya tanaman yang sudah memasuki usia tidak produktif atau sudah tua. Oleh karena itu, diperlukan bibit berkualitas untuk kegiatan peremajaan (*replanting*) tanaman dengan mengganti tanaman yang sudah tua dengan tanaman baru sebagai upaya peningkatan produksi.

Bibit kakao berkualitas dapat diperoleh dari berbagai teknik perbanyakan tanaman, salah satunya adalah teknik sambung pucuk. Sambung pucuk adalah penggabungan dua jenis klon kakao dengan sifat unggul yang berbeda dengan menyambungkan batang bawah kakao dengan batang atas (*entres*) untuk mendapatkan kedua sifat unggul klon tersebut (Limbongan dan Djufry, 2013). Oleh karena itu, diperlukan bibit kakao berkualitas dengan pertumbuhan baik untuk dijadikan batang bawah melalui perbanyakan generatif atau menggunakan biji. Bibit kakao yang akan dijadikan batang bawah harus berkualitas. Namun, persoalan yang dihadapi pada proses pembibitan kakao sebagai stok batang bawah adalah pertumbuhannya tidak optimal. Hal tersebut dipengaruhi oleh banyak

faktor salah satunya adalah rendahnya kualitas media tanam yang digunakan. Menurut Desiana *et al.* (2013), rendahnya kualitas media tanam terjadi karena kandungan unsur hara yang rendah sehingga menghambat pertumbuhan bibit. Selain itu, minimnya tanah *top soil* di lapangan yang memiliki tingkat kesuburan tinggi sehingga media tanam yang digunakan untuk pembibitan berasal dari tanah-tanah *sub soil*. Permasalahan dari tanah *sub soil* sendiri adalah tingkat kesuburannya yang rendah karena kandungan unsur hara dan bahan organik yang rendah daripada tanah *top soil* (Sitompul *et al.*, 2014).

Faktor lain yang mempengaruhi rendahnya pertumbuhan bibit adalah pemilihan jenis klon tanaman yang digunakan. Perbedaan klon mempengaruhi pertumbuhan tanaman dari segi genetik sehingga harus menggunakan klon unggul dan bermutu. Contoh klon unggul kakao yang telah dilepas oleh pemerintah adalah MCC 01, MCC 02, ICCRI 03, ICCRI 04, Sulawesi 1, Sulawesi 2, dan lain sebagainya. Pemilihan klon yang tepat akan berpengaruh pada ketahanan tanaman dari hama, penyakit, iklim, dan sebagainya serta tingkat produksi ketika tanaman tersebut telah menghasilkan (Prasmatiwi *et al.*, 2022).

Penambahan bahan pembenah tanah menjadi salah satu alternatif solusi dalam mengatasi permasalahan tanah *sub soil* yang digunakan sebagai media pembibitan. Bahan pembenah tanah (amelioran) merupakan bahan yang dapat memperbaiki kondisi tanah seperti struktur tanah, kemampuan menahan air, dan meningkatkan unsur hara di dalam tanah (Dariah *et al.*, 2015). Salah satu amelioran yang dapat digunakan sebagai tambahan dalam media tanam pembibitan kakao adalah *biochar*. *Biochar* merupakan bahan pembenah tanah yang terbuat dari sisa-sisa limbah pertanian yang dibakar secara pirolisis atau tidak sempurna karena tanpa adanya oksigen dengan suhu yang tinggi (Hanisah *et al.*, 2020). Menurut Nurida (2014), *biochar* bermanfaat dalam meningkatkan kemampuan tanah dalam mengikat air atau retensi sehingga ketersediaan air dalam media tanam akan terjaga. Selain itu, aplikasi *biochar* juga mampu dalam

menurunkan kemasaman tanah, meningkatkan KTK (Kapasitas Tukar Kation) tanah, menaikkan dan menstabilkan kadar C-organik tanah, dan dapat pula meningkatkan kandungan unsur hara N dan P.

Biochar dapat dibuat dari berbagai jenis bahan organik baik dari limbah biomassa pertanian, salah satunya adalah alang-alang. Alang-alang merupakan salah satu jenis gulma golongan rumput dari famili Poaceae yang banyak dijumpai pada lahan pertanian (Fitriyah *et al.*, 2019). Selain sebagai gulma yang mampu berkompetisi dengan tanaman utama, alang-alang juga menjadi salah satu sumber bahan organik pada lahan pertanian sehingga banyak dijadikan kompos maupun mulsa organik. Namun, alang-alang yang dijadikan mulsa atau kompos dapat mengalami *regrowth* atau tumbuh kembali. Hal tersebut terjadi karena gulma-gulma golongan rumput termasuk alang-alang memiliki alat perkembangbiakan berupa biji yang dapat mengalami dormansi sehingga apabila diletakkan pada kondisi lahan terbuka atau dijadikan mulsa maka dormansi tersebut akan berhenti dan akhirnya biji tersebut dapat tumbuh dan berkecambah (Murti *et al.*, 2015). Oleh karena itu, salah satu upaya untuk menanggulangi hal tersebut adalah dengan membuat alang-alang menjadi *biochar*.

Faktor lain yang dapat dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan pertumbuhan dari bibit kakao yaitu dengan memilih dan memperhatikan jenis klon yang akan digunakan. Menurut Shara *et al.* (2014), perbedaan jenis klon berpengaruh pada kemampuan tanaman dalam menyerap nutrisi dari media tanam dan kemampuan tanaman dalam melakukan fotosintesis karena adanya perbedaan karakteristik fisiologi maupun morfologi sehingga berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Jenis klon unggul kakao yang telah dilepas oleh pemerintah antara lain Klon Sulawesi 1 dan 02. Klon Sulawesi 1 dan MCC 02 merupakan jenis klon yang berasal dari Sulawesi Selatan. Klon Sulawesi 1 dilepas oleh Kementerian Pertanian pada 2008, sedangkan Klon MCC 02 dilepas sebagai klon unggul pada 2014. Kedua klon ini memiliki produktivitas yang tinggi, yaitu 2.500 ton/ha untuk Klon Sulawesi 1 dan 3.132 ton/ha untuk Klon MCC 02. Selain itu, Sulawesi

1 dan MCC 02 memiliki keunggulan yang relatif lebih tahan terhadap serangan penyakit VSD (Vaskular Streak Dieback), hama penggerek buah (PBK), dan busuk buah dibandingkan jenis klon yang lain (Susilo *et al.*, 2015).

Berdasarkan uraian di atas, bahwa media tanam dan pemilihan jenis klon dapat berperan dalam menghasilkan pertumbuhan bibit tanaman kakao yang lebih berkualitas sebagai stok batang bawah. Kriteria bibit kakao untuk dijadikan stok batang bawah yaitu bibit memiliki tinggi diatas 30 cm, jumlah daun diatas 10 helai, diameter batang dibawah kotiledon minimal 3,5 mm, dan di bawah kotiledon minimal 3 mm (Akmal *et al.*, 2022). Gunawan (2014) menambahkan bahwa calon stok batang bawah harus sama dari segi genetik agar kompatibel, batang bawah harus terbebas dari serangan hama dan penyakit, vigor, memiliki sistem perakaran yang baik sehingga daya adaptasi terhadap kondisi lingkungannya juga baik. Oleh karena itu, dilakukanlah penelitian “Pertumbuhan Bibit Dua Klon Tanaman Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Akibat Pemberian *Biochar* Alang-alang”. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bibit tanaman kakao dengan perlakuan *biochar* alang-alang dengan berbagai dosis dan penggunaan Klon Sulawesi 1 dan MCC 02. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diketahui pengaruh dari *biochar* alang-alang dan klon yang dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan bibit tanaman kakao.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah apakah terdapat perbedaan pertumbuhan dua klon bibit kakao sebagai stok batang bawah akibat pemberian berbagai dosis *biochar* alang-alang.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan pertumbuhan dua klon bibit kakao sebagai stok batang bawah akibat pemberian berbagai dosis *biochar* alang-alang.

1.4 Kerangka Pemikiran

Produksi kakao di Indonesia mengalami penurunan yang disebabkan oleh banyak faktor salah satunya adalah usia tanaman yang sudah tua atau tidak produktif lagi. Hal tersebut harus diatasi dengan tindakan penggantian tanaman yang sudah tidak produktif dengan tanaman baru atau *replanting*. Oleh karena itu, diperlukan bibit kakao berkualitas untuk kegiatan *replanting* tersebut yang dapat banyak dihasilkan dari perbanyakan secara klonal salah satunya adalah sambung pucuk (Sembiring *et al.*, 2019). Oleh sebab itu, diperlukan bibit untuk batang bawah dengan pertumbuhan baik yang didapatkan melalui perbanyakan generatif.

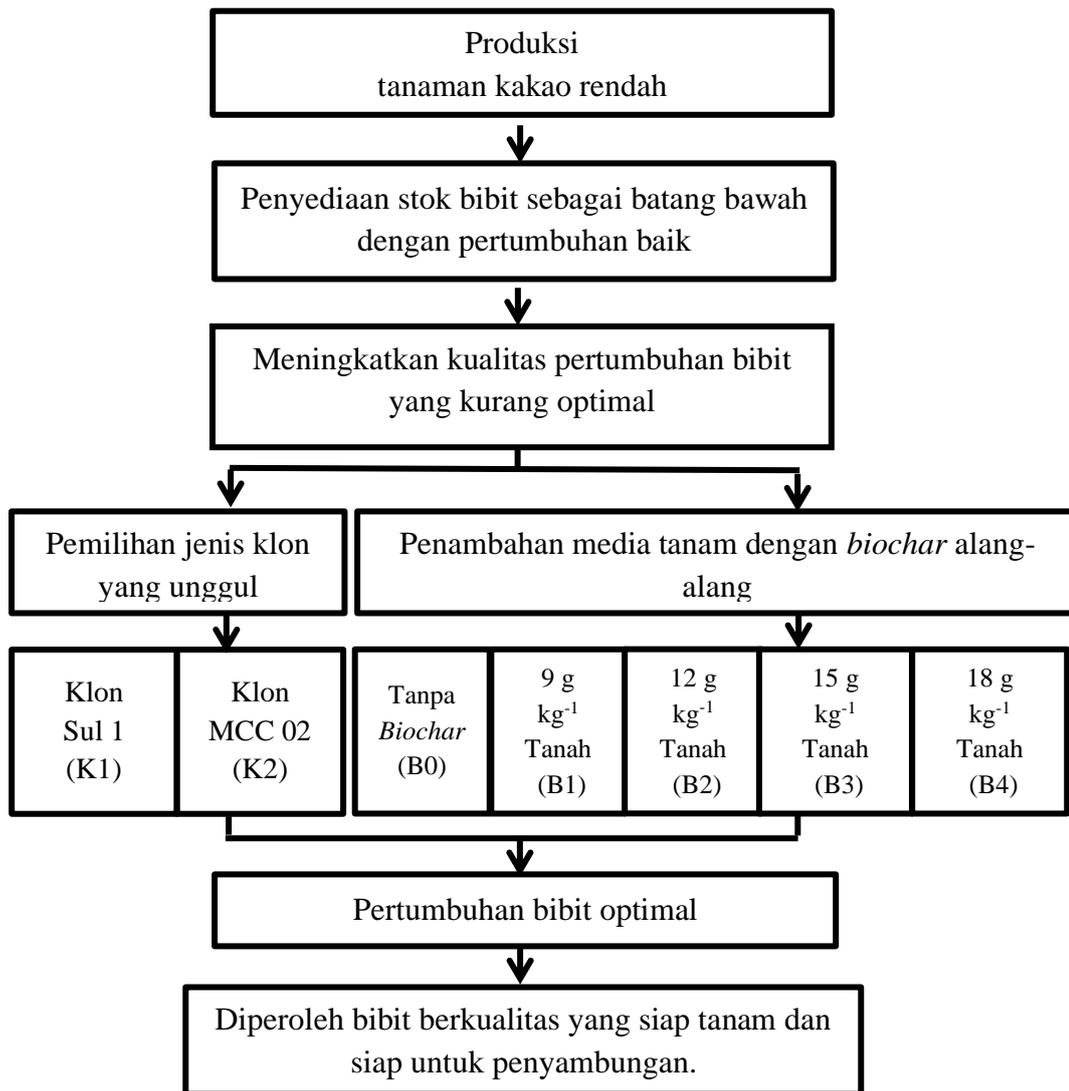
Upaya yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan pertumbuhan bibit kakao sebagai stok batang bawah sehingga memiliki pertumbuhan yang baik adalah penggunaan media tanam yang berkualitas. Umumnya, media tanam yang baik untuk pembibitan adalah tanah *top soil* (lapisan atas). Menurut Hanafiah (2005), tanah lapisan atas (*top soil*) merupakan tanah yang sangat baik sebagai media pertumbuhan tanaman karena tanah pada lapisan ini mengandung banyak unsur hara dan bahan organik yang berasal dari proses dekomposisi sisa-sisa makhluk hidup. Saat ini, keberadaan tanah *top soil* mulai menurun sehingga media pembibitan yang dipakai berasal dari tanah pada lapisan *sub soil* (lapisan bawah). Tanah *sub soil* adalah tanah yang berada pada lapisan horizon B tempat tumbuhnya perakaran tanaman (Darmawijaya, 1992). Namun, tanah *sub soil* memiliki tingkat kesuburan yang rendah dibandingkan dengan tanah *top soil* yang disebabkan oleh rendahnya kandungan bahan organik dan unsur hara (Isywahyudi *et al.*, 2018).

Aplikasi *biochar* dilaporkan mampu memperbaiki sifat dari tanah *sub soil* agar dapat menyerupai sifat dari tanah *top soil* sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman, termasuk pertumbuhan bibit tanaman kakao. Hasil penelitian Iswahyudi *et al.* (2018), *biochar* tempurung kelapa mampu menghasilkan pertumbuhan tertinggi pada variabel tinggi tanaman, diameter batang, panjang akar, dan bobot basah bibit kakao umur 90 hst dibandingkan

dengan *biochar* sekam padi dan *biochar* serbuk gergaji. Bahrun *et al.* (2018) melaporkan bahwa penggunaan *biochar* kulit kakao dengan dosis 9 g kg^{-1} tanah menunjukkan hasil terbaik dalam meningkatkan tinggi bibit, jumlah daun, luas daun, dan bobot akar kering pada bibit kakao bila dibandingkan dengan kontrol.

Pemilihan jenis klon juga mempengaruhi pertumbuhan dan kualitas bibit tanaman dari segi genetik yang merupakan faktor internal. Shara *et al.* (2014) melaporkan bahwa perbedaan jenis klon berpengaruh pada pertumbuhan bibit karet untuk parameter tinggi tanaman, panjang akar, jumlah daun, luas daun, berat basah, dan berat kering bibit dimana Klon GT 1 dan Klon BPM 24. Hasil penelitian Agusta *et al.* (2022) juga menyatakan bahwa Klon MCC 01 memiliki pertumbuhan yang baik pada parameter tinggi bibit, diameter batang, jumlah daun, berat basah dan berat kering bibit dibandingkan dengan Klon ICCRI 03.

Berdasarkan uraian di atas, penggunaan bahan pembenah tanah berupa *biochar* dan penggunaan klon unggul diduga mampu meningkatkan pertumbuhan dan kualitas bibit tanaman kakao melalui perbaikan kualitas media tanam dan mutu genetik tanaman. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan digunakan *biochar* berbahan baku alang-alang dengan dosis 0 g kg^{-1} tanah, 9 g kg^{-1} tanah, 12 g kg^{-1} tanah, 15 g kg^{-1} tanah, dan 18 g kg^{-1} tanah, serta klon unggul Sulawesi 1 dan MCC 02. Melalui penelitian ini, diharapkan akan diperoleh dosis *biochar* dan jenis klon terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan dan kualitas bibit tanaman kakao sebagai stok batang bawah. Skema kerangka pemikiran pada penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir kerangka pemikiran.

1.5 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah terdapat perbedaan pertumbuhan dua klon bibit tanaman kakao sebagai stok batang bawah akibat pemberian berbagai dosis *biochar* alang-alang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Kakao merupakan tanaman yang berasal dari Amerika Selatan yang telah berkembang di kawasan tropis termasuk Indonesia. Kakao mengandung senyawa alkanoid berupa Theobromine yang tidak memiliki warna dan bau sebagai mekanisme pertahanan diri tanaman kakao (Hartati, 2012) dan termasuk ke dalam keluarga Sterculiaceae. Menurut Jassin dan Isma (2014), kakao merupakan tanaman yang termasuk ke dalam Divisi Magnoliophyta, Kelas Magnoliopsida, Sub Kelas Dilleniidae, Ordo Malvales, Keluarga Sterculiaceae, Genus *Theobroma*, dan Spesies *Theobroma cacao*.

Kakao memiliki sistem perakaran tunggang dengan akar-akar serabut yang berkembang disekitar permukaan tanah. Sistem perakaran kakao adalah perakaran dangkal yang disebabkan oleh banyaknya akar lateral yang berkembang di dekat permukaan tanah yaitu 30-50 cm. Batang tanaman kakao adalah batang tegak dengan tinggi berkisar antara 1,8-3 m serta ditumbuhi cabang-cabang primer. Terdapat 2 jenis bentuk cabang pada tanaman kakao yaitu cabang orthotrop dan cabang plagiotrop. Cabang orthotrop adalah cabang yang tumbuh mengarah ke atas, sedangkan cabang plagiotrop adalah cabang yang tumbuh dengan mengarah ke samping. Tempat percabangan orthotrop dan plagiotrop ini disebut sebagai jorket yang hanya ada pada tanaman kakao (Martono, 2014).

Kakao memiliki dua persendian (articulation) yaitu pada pangkal dan ujung tangkai daun sehingga daun tanaman mampu bergerak menyesuaikan arah sinar matahari. Pertulangan daun kakao adalah menyirip dengan bentuk helaian bulat memanjang (*oblongus*), ujung daun runcing (*acuminatus*), dan pangkal daun

meruncing (*acutus*) (Karmawati *et al.*, 2010). Kakao memiliki bunga dengan warna putih, keunguan, dan merah yang disusun oleh lima daun kelopak, lima daun mahkota, dan sepuluh tangkai sari. Bunga kakao tumbuh pada batang dan cabang tempat bekas ketiak daun karena kakao merupakan tanaman *cauliforra* (Lukito, 2010). Buah kakao memiliki variasi warna tergantung dari jenisnya. Ketika masih muda yaitu merah, hijau, merah kehijauan, dan sebagainya, sedangkan setelah masak buah kakao berubah warna menjadi kuning ataupun kuning kemerahan. Kakao memiliki permukaan buah beralur yang terdiri dari kulit buah, plasenta dan biji. Biji kakao memiliki bentuk bulat seperti telur dan agak pipih dengan lapisan lendir berwarna putih dan berasa manis yang disebut *pulp* (Martono, 2014).

Kakao dapat tumbuh baik pada daerah-daerah dengan ketinggian 0-600 meter di atas permukaan laut. Curah hujan yang ideal untuk pertanaman kakao adalah 1500-2000 mm per tahun dengan sebaran merata. Apabila curah hujan sangat tinggi maka potensi kakao mengalami serangan penyakit busuk buah akan semakin tinggi (Rahayu, 2014). Kondisi tanah yang dikehendaki oleh tanaman kakao agar tumbuh baik adalah tanah yang gembur dengan drainase yang baik. Tingkat pH atau keasaman tanah yang ideal untuk kakao adalah 6-7 atau pada pH tanah netral. Suhu rata-rata harian yang sesuai untuk pertumbuhan kakao adalah antara 25-27 °C. Suhu udara ini dapat mempengaruhi flush, pembungaan, dan kondisi daun dari tanaman kakao dengan fluktuasi suhu yang tidak terlalu besar. Intensitas cahaya bagi tanaman kakao berkisar antara 50–70%. Oleh sebab itu, penanaman kakao memerlukan pohon pelindung yang biasanya berasal dari famili leguminosae agar kakao mendapatkan penyinaran yang optimum (Ilham *et al.*, 2018).

Kakao sendiri memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan memiliki manfaat bagi tubuh. Biji kakao memiliki kandungan senyawa antioksidan alami yang berupa polifenol golongan flavonoid terutama katekin dan epikatekin yang bermanfaat bagi kesehatan kardiovaskular (Sari *et al.*, 2015). Senyawa ini mempunyai aktivitas antioksidatif yang kuat dengan sifat-sifat fisiologis yaitu menghambat

aktivitas α -amilase, α -glukosidase. Manfaat lain dari polifenol kakao adalah melindungi tubuh dari radikal bebas, mengurangi stress dan depresi, penyakit jantung, tekanan darah tinggi, anti kanker, menurunkan kolesterol dan resiko serangan jantung (Pirman *et al.*, 2018).

2.2 Pembibitan Kakao

Pembibitan adalah suatu proses mengembangkan benih menjadi bibit yang siap untuk ditanam pada lahan. Pembibitan merupakan langkah awal dalam penentuan tingkat pertumbuhan dan produktivitas tanaman, termasuk kakao. Pembibitan kakao dapat dilakukan secara generatif maupun vegetatif. Pembibitan kakao secara vegetatif dapat dilakukan dengan cara stek, okulasi, dan kultur jaringan. Pembibitan secara generatif dilakukan menggunakan benih. Benih kakao merupakan benih rekalsitran yaitu benih yang tidak dapat disimpan lama dalam kadar air yang rendah sehingga benih kakao dapat mengalami kemunduran dan viabilitasnya cepat menurun (Nengsih, 2018). Oleh sebab itu, daya simpan biji kakao yang akan dijadikan benih maksimal 20 hari apabila biji tersebut masih di dalam pod. Apabila telah dikeluarkan dari pod, benih kakao akan dapat berkecambah dalam waktu 3-4 hari (Rahardjo, 2012).

Ukuran dan letak biji pada kakao mempengaruhi kecepatan biji dalam berkecambah, persentase perkecambahan, dan pertumbuhan kecambah (Iremiren *et al.*, 2007). Letak biji kakao yang tingkat viabilitasnya rendah berada pada bagian posterior. Biji kakao yang dipilih untuk dijadikan benih adalah biji kakao yang berada di tengah. Hal tersebut disebabkan oleh biji kakao yang terletak di tengah memiliki ukuran yang besar. Menurut Sutopo (2002), biji yang memiliki ukuran besar mengandung lebih banyak cadangan makanan dibandingkan dengan biji yang berukuran kecil sehingga energi yang digunakan selama proses perkecambahan semakin banyak tersedia. Biji kakao yang akan dikecambahkan harus dibersihkan dari *pulp* atau daging buah. Hal tersebut bertujuan untuk mempercepat proses perkecambahan karena akan mempercepat proses imbibisi dan mencegah biji terkena serangan jamur yang dapat menyebabkan busuk pada

biji (Fauzi *et al.*, 2017). Pembersihan *pulp* dapat dilakukan secara mekanik dengan menggunakan abu gosok dan dapat pula dilakukan secara kimiawi dengan perendaman menggunakan CaCO_3 .

Penggunaan media tanam sangat berpengaruh pada pertumbuhan dalam kegiatan pembibitan kakao. Media tanam yang baik bagi pertumbuhan bibit kakao adalah tanah *top soil* (Buwono dan Ariani, 2016). Tanah *top soil* adalah tanah-tanah lapisan atas yang memiliki tingkat kesuburan tinggi karena banyak mengandung bahan organik, unsur hara, dan memiliki solum yang tebal (Nurhasanah *et al.*, 2016). Penggunaan media tanam dengan kandungan bahan organik yang tinggi akan sangat menguntungkan bagi pertumbuhan bibit tanaman kakao.

Keterbatasan tanah *top soil* mendorong para petani menggunakan tanah *sub soil* sebagai media pembibitan. Namun, ketersediaan unsur hara dan bahan organik pada tanah *sub soil* tergolong rendah sehingga dapat diberikan bahan tambahan lain untuk mencukupi kekurangan tersebut (Iswahyudi, 2018)

Pemeliharaan bibit kakao yang dilakukan antara lain penyiraman, pemupukan, penyiangan gulma, dan pengendalian hama penyakit. Penyiraman bibit dilakukan untuk mencegah kekeringan pada bibit. Penyiraman saat musim kemarau dilakukan sebanyak 2 kali sehari, sedangkan untuk pada musim hujan penyiraman dilakukan menyesuaikan dengan keadaan media tanam pada *polybag*. Pemupukan bibit dilakukan 14 hari sampai dengan bibit berusia 4 bulan. Penyiangan gulma dilakukan dengan cara manual dengan mencabut gulma yang tumbuh pada *polybag* dengan tangan. Pengendalian hama dan penyakit dapat dilakukan menyesuaikan dengan tingkat serangan dan jenisnya (Juliansah *et al.*, 2023).

Salah satu metode perbanyakan kakao yang banyak dilakukan adalah dengan sambung pucuk (*top grafting*). Sambung pucuk (*top grafting*) merupakan metode perbanyakan kakao secara generatif-vegetatif dengan penggabungan 2 jenis klon sebagai batang atas (*entres*) dan batang bawah untuk mendapatkan bibit kakao yang memiliki kombinasi sifat dari klon-klon tersebut (Sembiring *et al.*, 2019). Bibit kakao yang dihasilkan dari metode sambung pucuk dapat berproduksi lebih

cepat dibandingkan dengan perbanyakan kakao lainnya. Menurut Basri (2009), prinsip dasar dari sambung pucuk adalah penyatuan kambium batang atas dan batang bawah, dimana kambium yang aktif dari kedua batang tersebut akan membentuk jaringan parenkim dan akan terbentuk kambium baru. Oleh karena itu, batang atas dan batang bawah harus kompatibel.

Entres (batang atas) yang digunakan pada kegiatan sambung pucuk harus memiliki 3-5 mata tunas, berwarna hijau kecoklatan, memiliki 3-4 helai daun, memiliki diameter yang sama dengan batang atas, bebas hama dan penyakit, serta merupakan klon dengan tingkat produksi yang tinggi (Juang et al., 2023). Batang bawah yang digunakan pada sambung pucuk adalah perakarannya baik dan berasal dari perbanyakan generatif (biji), memiliki adaptasi yang baik terhadap lingkungan, kompatibel dengan calon entresnya, bebas hama dan penyakit, bibit memiliki tinggi diatas 30 cm, jumlah daun diatas 10 helai, diameter batang dibawah kotiledon minimal 3,5 mm, dan di bawah kotiledon minimal 3 mm (Akmal *et al.*, 2022).

2.3 Klon Kakao

Klon merupakan tanaman yang diperbanyak dari bagian-bagian vegetatif dari pohon induk yang memiliki sifat-sifat unggul sehingga memiliki gabungan sifat unggul dari tanaman induknya (Tumpal dan Suhendry, 2013). Beberapa klon kakao lindak yang telah dilepas oleh Kementerian Pertanian sebagai klon unggul antara lain, Klon MCC 01, Klon MCC 02, Klon Sulawesi 1, dan Klon Sulawesi 2.

2.3.1 Klon *Masamba Cocoa Clon* (MCC) 01

Masamba Cocoa Clon (MCC) 01 merupakan salah satu jenis klon unggul yang berasal dari Kabupaten Luwu Utara, Provinsi Sulawesi Selatan dan telah dilepas sebagai klon unggul pada 2014 oleh Kementrian Pertanian. Klon ini memiliki produktivitas yang tinggi, yaitu 3.672 ton/ha (Susilo *et al.*, 2015). Klon MCC 01 memiliki karakteristik buah muda berwarna hijau dan apabila masak buah akan

berwarna kuning. Buah dari Klon MCC 01 memiliki ujung yang runcing berbentuk oval dengan permukaan kulit yang kasar serta terdapat alur buah yang dalam. Rata-rata produksi buah per pohon dari klon ini sebesar 63,9 buah per pohon dengan berat biji rata-rata 1,01 g. Daun dari Klon MCC 01 berbentuk panjang dan permukaan daun yang halus dengan ujung daun runcing dan pangkal daun bulat. Daunnya berwarna hijau ketika dewasa dengan flush berwarna merah jambu dan tangkai berwarna hijau. Bunga dari klon ini memiliki tangkai berwarna hijau keputihan, sepala berwarna putih, staminodia berwarna coklat, dan keadaan staminodia mekar atau terbuka. Klon MCC 01 adalah jenis klon yang rentan terserang hama PBK karena permukaan buah yang kasar disertai dengan alur yang dalam sehingga menjadi tempat terbaik hama PBK dalam menempatkan telurnya (Junaedi *et al.*, 2017).

2.3.2 Klon Masamba Cocoa Clon (MCC) 02

Masamba Cocoa Clon (MCC) 02 merupakan klon unggul sama seperti MCC 01 yang berasal dari Kabupaten Luwu Utara, Provinsi Sulawesi Selatan dan telah dilepas sebagai klon unggul pada 2014 oleh Kementerian Pertanian. Akan tetapi, produktivitasnya lebih rendah dibandingkan dengan Klon MCC 01 yaitu hanya sebesar 3.132 ton/ha. Namun, klon ini lebih tahan terhadap serangan hama PBK bila dibandingkan dengan MCC 01. Hal tersebut karena Klon MCC 02 memiliki permukaan kulit buah yang halus dan licin serta alur buah yang tidak terlalu dalam. Hal ini menyebabkan hama PBK sulit untuk meletakkan telur pada buah (Syatrawati dan Asmawati, 2015). Buah kakao Klon MCC 02 memiliki karakteristik yaitu berbentuk oval dengan ujung buah runcing dan pangkal buah berbentuk bulat memiliki botolan net. Warna buah mudanya adalah merah dan apabila telah masak berubah warna menjadi jingga. Daun klon ini memiliki warna hijau tua ketika dewasa dan flush berwarna merah dengan bentuk panjang, ujung daun runcing, pangkal daun bulat, tangkai berwarna hijau kecoklatan, permukaan kulit daun agak kasar, dan memiliki bekas daun yang tidak nampak. Bunga Klon MCC 02 memiliki warna tangkai berwarna merah keunguan, sepala

berwarna merah keputihan, staminodia berwarna coklat dan keadaannya mekar atau terbuka (Junaedi *et al.*, 2017).

2.3.3 Klon Sulawesi 1

Klon Sulawesi 01 merupakan klon generasi ketiga hasil introduksi dan banyak dikembangkan di Indonesia melalui program Gerakan Peningkatan Produktivitas dan Mutu Kakao Nasional (Gernas). Apabila dibandingkan dengan Klon MCC 01 dan MCC 02, klon ini memiliki tingkat produksi yang lebih rendah yaitu hanya 1800-2500 ton/ha. Klon Sulawesi 1 memiliki karakteristik yaitu agak tahan terhadap penyakit *vascular streak dieback* (VSD). Selain itu, klon jenis dianggap mampu memanfaatkan energi matahari secara cukup efisien sehingga lebih tahan terhadap naungan (Regazzoni, 2015) dan lebih toleran terhadap cekaman kekeringan (Towaha dan Wardiana, 2015). Klon Sulawesi 1, memiliki buah berbentuk lonjong dengan ujung buah yang runcing. Buah muda klon ini berwarna merah dan apabila masak berwarna jingga. Kulit buahnya agak kasar dengan adanya alur buah. Daun klon ini memiliki bentuk runcing dengan pangkal yang bulat. Warna flushnya merah muda dan apabila telah dewasa berwarna hijau, tangkai daun hijau kecoklatan dan permukaan daunnya halus. Bunga klon ini tangkainya berwarna putih kemerahan dengan warna sepala merah pucat, dan staminodia berwarna coklat yang dalam keadaan mekar (Junaedi, 2017). Klon Sulawesi 1 mampu melakukan *self-pollination* atau penyerbukan sendiri dan juga *cross-pollination*. Habitus tajuk Klon Sulawesi 1 berukuran sedang dan batang yang sedang dengan percabangan intensif sehingga tanaman tampak rimbun dan cepatnya laju pertunasan (Akmal dan Arzam, 2022).

2.3.4 Klon Sulawesi 2

Sulawesi 02 merupakan kakao unggul yang telah dilepas oleh kementerian pertanian pada 2008. Klon jenis ini memiliki produksi yang cukup tinggi yaitu sebesar 1800-2750 ton/ha. Klon Sulawesi 2 memiliki ketahanan moderat terhadap PBK, VSD, dan hama PBK (*Conopomorpha cramerella*). Klon Sulawesi 2

memiliki bunga berwarna merah muda dan mampu melakukan penyerbukan *self-pollination* atau penyerbukan sendiri dan juga *cross-pollination*. Buahnya berbentuk lonjong berwarna jingga ketika masak dan saat masih muda berwarna ungu, memiliki tekstur permukaan yang kasar, ujung buah runcing, dan alur buah yang dangkal (Kusuma *et al.*, 2019). Daun klon ini memiliki bentuk lebar dan pendek, berwarna hijau dengan flush yang berwarna merah gelap, permukaannya bergelombang dan tulang-tulang daunnya tampak jelas. Batangnya memiliki buluh halus, habitus tajuknya sedang dengan percabangan semi intensif dan sifatnya vertikal, serta posturnya sedang (Pranowo dan Wardiana, 2016).

2.4 Biochar

Biochar merupakan bahan yang berasal dari limbah biomassa yang biasanya limbah pertanian yang dibuat dengan cara dibakar pada suhu antara 300 °C-600 °C tanpa atau dengan udara yang sangat sedikit atau biasa disebut dengan proses pirolisis (Prasetyo *et al.*, 2020). Penambahan *biochar* pada tanah akan mempengaruhi kemampuan tanah dalam menahan unsur hara, air dan CO₂ agar tidak lepas ke udara, serta mampu meningkatkan aktivitas organisme di dalam tanah (Utomo, 2012). Selain itu, penambahan *biochar* dapat meningkatkan porositas dan pH tanah, serta dapat memperbaiki sifat kimia, fisik, dan biologi tanah (Sasmita, 2017). Menurut Ferry *et al.* (2022), penambahan *biochar* pada tanah yang terdegradasi dapat memperbaiki struktur tanah, kemampuan menahan air sehingga mengurangi erosi, dan memperkaya karbon organik di dalam tanah sehingga pH tanah akan meningkat dan secara tidak langsung mampu meningkatkan produksi tanaman. *Biochar* tahan terhadap proses dekomposisi karena resisten terhadap mikroorganisme (Tang *et al.*, 2013) dan tidak membutuhkan jumlah sebanyak penggunaan pupuk kandang sehingga efisien dalam aplikasi serta efek yang ditimbulkannya bertahan lebih lama.

Biochar memiliki karakteristik yang bergantung pada proses pembuatannya atau proses pirolisis, bahan baku, dan penanganan pasca pembuatannya. *Biochar* memiliki luas permukaan dan porositas yang tinggi yang mampu meretensi unsur

hara dan menjadi habitat mikroorganisme tanah (Chan *et al.*, 2017). Leng *et al.* (2021) menjalesakan bahwa luas permukaan dan volume total pori *biochar* biasanya berada dalam kisaran 8–132 m²/g dan 0,016–0,083 cm³/g. *Biochar* terdiri dari berbagai jenis pori, mulai dari ukuran nanometer hingga puluhan mikrometer. Pori-pori ini dapat dibagi menjadi tiga kelompok sesuai dengan standar dari *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC): mikropori (<2 nm), mesopori (2–50 nm), dan makropori (>50 nm). *Biochar* mampu meningkatkan kesuburan tanah dengan menaikkan pH pada tanah asam, kapasitas tukar kation tanah (KTK), peningkatan aktivitas mikroba tanah dan meretensi unsur hara (Qian *et al.*, 2015). Chan *et al.*, (2017) menambahkan *biochar* juga mampu menaikkan karbon organik, natrium (Na), kalium (K), serta kalsium (Ca) yang dapat dipertukarkan, serta fosfor (P) yang dapat diekstraksi, dan menurunkan aluminium (Al) yang dapat dipertukarkan. *Biochar* juga mampu menyerap karbon dari atmosfer dan memindahkannya ke penyimpanan jangka panjang di dalam tanah, yang dikenal sebagai *Capture Storage Carbon* (CSC) sehingga *biochar* berpotensi berperan dalam upaya global untuk mengurangi emisi karbon dioksida (CO₂) (Roberts *et al.*, 2010). *Biochar* mengandung air yang apabila kadarnya rendah dapat mempercepat penyerapan hara dan air. Kadar karbon dalam *biochar* dipengaruhi oleh kadar abu dan zat menguap (*volatile*) yang apabila jumlahnya tinggi maka jumlah semakin sedikit (Pratiwi *et al.*, 2021)

Limbah biomassa yang sering dijadikan *biochar* biasanya adalah kulit kakao, sekam padi, kulit kopi, ranting kayu hasil pemangkasan, dan lain sebagainya yang biasanya memiliki kandungan selulosa dan lignin yang tinggi. Bahan baku tersebut akan mempengaruhi sifat fisik dan kimia dari *biochar* itu sendiri sehingga dalam pembuatnya dapat disesuaikan dengan jenis tanaman yang akan diaplikasikan *biochar* (Pratiwi *et al.*, 2021). Hasil penelitian Putriani *et al.* (2022) menyebutkan bahwa *biochar* sekam padi contohnya memiliki sifat kimia yaitu kadar air 8,7% dengan pH 6,92, C-organik 29,38%, N-total 0,28%, C/N 104,92%, dan P total 0,34%. *Biochar* batang singkong memiliki karakteristik sifat kimia berupa kadar air 10% dengan pH 10,16, C-organik 58,53%, N-total 0,52%, C/N 112,56%, dan P total 0,76%. Hasil Penelitian Yu *et al.* (2017) menyebutkan

bahwa *biochar* yang dibuat dari rumput gajah memiliki kandungan nutrisi yang tinggi dibandingkan dengan *biochar* yang dibuat dengan kayu pohon cemara dan memiliki kapasitas tukar kation yang tinggi sehingga dapat menahan unsur hara di dalam tanah dengan baik dengan kemampuan menahan air sebesar 268%. Selain itu, *biochar* juga mengandung senyawa asam-asam alami seperti asam fulvat dan asam humat (Jamieson *et al.*, 2013)

Perbedaan penggunaan teknik pirolisis juga dapat mempengaruhi karakteristik *biochar* yang dihasilkan. Menurut Iskandar dan Rofiatin (2017), pirolisis merupakan suatu peristiwa terkonversinya senyawa organik di dalam biomassa melalui pemanasan tanpa oksigen atau dengan oksigen yang sangat sedikit sehingga bagian volatile dalam biomassa tersebut akan terlepas dan karbon yang ada tetap tinggal di dalam biomassa tersebut. Sasmita *et al.* (2017) menyebutkan bahwa *biochar* yang dihasilkan dari suhu pirolisis yang rendah memiliki kandungan volatile sehingga akan berdampak negatif pada pertumbuhan tanaman. Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk pembuatan *biochar*, yaitu metode manual, Klin dan Retort. Metode-metode tersebut memiliki kelebihan-kelebihan tertentu untuk biomassa yang berbeda (Hidayat *et al.*, 2018)

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai Februari 2024 sampai Juni 2024 dengan persiapan dimulai sejak Desember 2023. Penelitian ini dilakukan di Labuhan Dalam, Bandar Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *polybag* berukuran 8 cm x 25 cm, paranet, sungkup plastik, alat tulis, kamera, selang, meteran atau penggaris, jangka sorong digital, oven, cangkul, timbangan digital, wajan, parang, dan korek api. Adapun bahan-bahan yang digunakan, yaitu benih kakao Klon Sulawesi 1 dan Klon MCC 02, alang-alang, abu gosok, tanah *sub soil*, pupuk NPK Mutiara, fungisida insektisida, dan kertas.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) pola faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah campuran media *biochar* alang-alang (B) yang terdiri dari 5 taraf yaitu 0 g kg⁻¹ (B₀), 9 g kg⁻¹ tanah (B₁), 12 g kg⁻¹ tanah (B₂), 15 g kg⁻¹ tanah (B₃), dan 18 g kg⁻¹ tanah (B₄). Faktor kedua adalah klon yang terdiri dari 2 jenis yaitu Klon Sulawesi 1 (K₁) dan Klon MCC 02 (K₂). Percobaan ini, terdiri dari tiga kelompok dengan total 30 satuan percobaan. Pengelompokan dilakukan berdasarkan tinggi tanaman. Masing-masing perlakuan terdiri dari tiga tanaman sehingga jumlah total tanaman adalah

90 tanaman. Selanjutnya sampel diacak dan disusun sesuai dengan tata letak yang disajikan pada Gambar 2. Rincian kombinasi perlakuan pada penelitian ini sebagai berikut:

B_0K_1 = tanpa *biochar* + Klon Sulawesi 1;

B_0K_2 = tanpa *biochar* + Klon MCC 02;

B_1K_1 = 9 g kg⁻¹ tanah + Klon Sulawesi 1;

B_1K_2 = 9 g kg⁻¹ tanah + Klon MCC 02;

B_2K_1 = 12 g kg⁻¹ tanah + Klon Sulawesi 1;

B_2K_2 = 12 g kg⁻¹ tanah + Klon MCC 02;

B_3K_1 = 15 g kg⁻¹ tanah + Klon Sulawesi 1;

B_3K_2 = 15 g kg⁻¹ tanah + Klon MCC 02;

B_4K_1 = 18 g kg⁻¹ tanah + Klon Sulawesi 1;

B_4K_2 = 18 g kg⁻¹ tanah + Klon MCC 02.

Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3
B_4K_1	B_3K_1	B_2K_1
B_3K_2	B_4K_2	B_3K_2
B_2K_1	B_0K_2	B_1K_1
B_0K_1	B_4K_1	B_4K_2
B_1K_1	B_0K_1	B_0K_2
B_1K_2	B_2K_1	B_1K_2
B_4K_2	B_1K_1	B_0K_1
B_0K_2	B_2K_2	B_4K_1
B_2K_2	B_1K_2	B_2K_2
B_3K_1	B_3K_2	B_3K_1

Gambar 2. Tata letak satuan percobaan.

Keterangan:

K_1 = Klon Sulawesi 1

K_2 = Klon MCC 02

B_0 = Tanpa *biochar* alang-alang

B_1 = *Biochar* alang-alang dosis 9 g kg⁻¹tanah

B_2 = *Biochar* alang-alang dosis 12 g kg⁻¹tanah

B_3 = *Biochar* alang-alang dosis 15 g kg⁻¹tanah

B_4 = *Biochar* alang-alang dosis 18 g kg⁻¹tanah

3.4 Analisis Data

Data yang diperoleh diuji homogenitas ragamnya dengan menggunakan Uji Bartlett dan aditivitasnya diuji dengan Uji Tukey. Selanjutnya, dilakukan analisis data dengan membandingkan nilai standar error.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan yaitu dimulai dari persiapan tempat, penyemaian benih, persiapan media tanam dan aplikasi perlakuan, pindah tanam, pemeliharaan, hingga pemanenan.

3.5.1 Persiapan tempat

Area pembibitan dibersihkan dari gulma dan kemudian diberi paranet agar lahan pembibitan ternaungi. Setelah itu, disusun bata sebagai alas untuk menaruh *polybag* sebanyak 4 buah untuk setiap kelompok yang diberi jarak 10 cm antarkelompok. Setelah itu, dibuat sungkup plastik dari berukuran 120 cm x 200 cm agar *polybag* yang berisi bibit kakao tidak terkena air hujan secara langsung. Persiapan tempat pembibitan kakao disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tempat pembibitan: (a) alas bata dan (b) sungkup plastik.

3.5.2 Penyemaian benih

Media penyemaian benih kakao adalah pasir yang telah dicuci hingga bersih dari lumpur. Pasir yang telah dibersihkan, kemudian dimasukkan ke dalam wadah penyemaian. Benih kakao disemai terlebih dahulu dibersihkan daging buah dan kulit bijinya dengan menggunakan abu gosok. Setelah itu dicuci bersih menggunakan air dan direndam dengan larutan fungisida selama 10 menit. Kemudian benih kakao ditanam dalam posisi tegak dan bagian yang runcing menghadap ke atas seperti yang disajikan pada Gambar 4. Penyemaian ini dilakukan selama tiga minggu dengan penyiraman sebanyak sehari sekali agar media penyemaian tetap lembab. Setelah tiga minggu, dilakukan pindah tanam ke dalam *polybag*.



Gambar 4. Penyemaian benih: (a) pembersihan *pulp* dan kulit biji kakao, (b) media penyemaian, dan (c) tempat penyemaian benih kakao.

3.5.3 Persiapan media tanam dan aplikasi perlakuan

Persiapan media tanam dan aplikasi perlakuan terdiri dari beberapa tahapan diantaranya pembuatan *biochar* alang-alang, persiapan tanah, dan pencampuran media tanam.

3.5.3.1 Pembuatan *biochar* alang-alang

Pembuatan *biochar* alang-alang dilakukan menggunakan cara yang dilakukan oleh Yu *et al.* (2017). Pembuatan *biochar* alang-alang diawali dengan penyiapan alat dan bahan, yaitu alang-alang, parang, wajan, kertas, dan korek. Alang-alang yang akan dijadikan *biochar* terlebih dahulu dicacah menggunakan parang dengan ukuran ± 15 cm. Setelah itu, alang-alang dikering-anginkan selama 1 minggu agar mempermudah pembakaran. Kemudian, alang-alang kering dimasukkan ke dalam wajan hingga menggunung dan pada bagian tengahnya dibuat lubang untuk memasukkan api. Selanjutnya, dibuat api dengan membakar kertas dan dimasukkan ke tengah gundukan alang-alang tadi yang kemudian ditimbun dengan alang-alang lagi agar api tidak keluar seperti yang disajikan pada Gambar 5. Kemudian, diamkan hingga alang-alang terbakar perlahan dan menjadi arang. Setelah seluruh alang-alang menjadi arang, dilakukan penyiraman dengan air untuk menghentikan proses pembakaran agar tidak menjadi abu. *Biochar* alang-alang yang basah kemudian ditiriskan agar kering dan siap digunakan.



Gambar 5. Proses pembuatan *biochar*.

3.5.3.2 Persiapan tanah

Tanah yang digunakan adalah tanah *sub soil* karena tanah lapisan ini yang paling banyak tersedia saat ini dan menjadi campuran *biochar* rumput sesuai dengan dosis yang telah ditentukan. Tanah yang digunakan digemburkan dengan cara diayak terlebih dahulu untuk memisahkan batu-batuan dan dikering-anginkan agar mudah dilakukan pencampuran seperti yang disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Persiapan tanah: (a) pengeringan tanah dan (b) pengayakan tanah.

3.5.3.3 Pencampuran media tanam

Aplikasi *biochar* dilakukan langsung sebagai media tanam untuk pembibitan kakao dengan dosis yang telah ditentukan dan tanah yang telah disiapkan.

Aplikasi *biochar* pada media tanam disajikan pada Gambar 7.

3.5.4 Pindah tanam

Pindah tanam dilakukan setelah penyemaian bibit kakao selama 21 hari. Bibit dipilih dengan tinggi yang seragam untuk dimasukkan ke dalam satu kelompok. Pemindahan dilakukan secara hati-hati dengan menggunakan tangan agar tidak merusak bibit. Proses pindah tanam disajikan pada Gambar 8.



Gambar 7. Aplikasi *biochar*: (a) penimbangan bahan dan (b) pencampuran bahan sesuai dosis.



Gambar 8. Proses pindah tanam bibit kakao ke *polybag*.

3.5.5 Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi penyiraman yang dilakukan setiap 2 hari atau menyesuaikan kondisi media tanam. Selain itu, dilakukan penyulaman dengan mengganti bibit yang mati atau pertumbuhannya abnormal. Bibit yang disulam berasal dari bibit yang telah disiapkan pada plot sisipan sebanyak satu ulangan. Pemupukan setiap 2 minggu sekali menggunakan pupuk NPK Mutiara. Pemupukan dilakukan menggunakan metode kocor dengan konsentrasi 15 g/l, yang mana setiap *polybag* dipupuk dengan volume 100 ml. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara manual dan secara kimiawi tergantung dengan tingkat serangannya.

3.5.6 Pemanenan bibit

Pemanenan bibit dilakukan pada 90 hst (hari setelah tanam) dengan membongkar dua sampel bibit dari setiap perlakuan untuk mengambil data bobot tajuk kering, bobot akar kering, bobot tajuk segar, dan bobot akar segar bibit.

3.6 Variabel Pengamatan

Penelitian ini terdiri dari dua macam variabel penelitian, yaitu variabel utama dan variabel pendukung. Variabel utama dalam penelitian ini yaitu penambahan tinggi bibit, penambahan diameter batang, penambahan jumlah daun, bobot tajuk dan akar segar, bobot tajuk dan akar kering, dan panjang akar, sedangkan variabel pendukung dalam penelitian ini yaitu indeks kehijauan daun, indeks kualitas bibit, dan analisis kandungan *biochar* alang-alang.

3.6.1 Variabel utama

Variabel utama dalam penelitian ini antara lain penambahan tinggi bibit, penambahan jumlah daun, penambahan diameter batang, bobot tajuk segar, bobot akar segar, bobot tajuk kering, bobot akar kering, dan panjang akar. Rincian masing-masing variabel utama penelitian adalah sebagai berikut.

3.6.1.1 Pertambahan tinggi bibit (cm)

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan setiap 30 hst, 60 hst, dan 90 hst. Tinggi tanaman diukur mulai dari permukaan media tanam hingga titik tumbuh bibit kakao. Pertambahan tinggi tanaman dihitung dengan mengurangkan data tinggi akhir pengamatan dengan data awal pengamatan.

3.6.1.2 Penambahan jumlah daun (helai)

Penambahan jumlah daun bibit dihitung dengan cara mengurangi data akhir pengamatan dengan data awal pengamatan jumlah daun. Perhitungan akhir jumlah daun dilakukan saat bibit berumur 90 hst.

3.6.1.3 Penambahan diameter batang (mm)

Diameter batang diukur pada ketinggian 10 cm dari permukaan media tanam saat bibit berumur 90 hst (akhir percobaan) dengan menggunakan jangka sorong digital. Data penambahan diameter bibit didapatkan dengan mengurangi data akhir dan data awal pengamatan diameter batang.

3.6.1.4 Bobot tajuk segar (g)

Bobot tajuk segar ditimbang saat bibit telah berusia 90 hst. Bobot tajuk didapat dengan melakukan pembongkaran bibit dan menimbang bagian bibit dari ujung daun hingga pangkal batang dengan menggunakan timbangan digital.

3.6.1.5 Bobot akar segar (g)

Bobot akar segar ditimbang saat bibit telah berusia 90 hst. Bobot segar akar diperoleh dengan menimbang akar bibit yang telah dibongkar menggunakan timbangan analitik.

3.6.1.6 Bobot tajuk kering (g)

Bobot tajuk kering bibit diperoleh dengan pengovenan tajuk bibit pada suhu 70 °C selama 2 x 24 jam. Selanjutnya tajuk yang telah kering ditimbang bobotnya dengan menggunakan timbangan digital.

3.6.1.7 Bobot akar kering (g)

Bobot akar kering diperoleh setelah akar mengalami pengovenan akar bibit pada suhu 70 °C selama 2 x 24 jam. Selanjutnya tajuk yang telah kering ditimbang bobotnya dengan menggunakan timbangan digital.

3.6.1.8 Panjang akar (cm)

Panjang akar diukur mulai dari pangkal akar sampai ujung akar primer yang terpanjang. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan penggaris saat bibit berusia 90 hst.

3.6.2 Variabel Pendukung

Variabel pendukung yang diamati dalam penelitian ini adalah indeks kehijauan daun, indeks kualitas bibit, dan analisis kandungan *biochar* alang-alang. Rincian masing-masing variabel pendukung adalah sebagai berikut.

3.6.2.1 Indeks kehijauan daun (*Greenness index*)

Indeks kehijauan daun dengan menggunakan aplikasi *Color Meter Free* pada android untuk mengetahui nilai RGB pada daun bagian tengah. Bibit diletakkan di atas meja, kemudian pengukuran dilakukan dengan jarak kamera ke daun ± 20 cm dengan penyinaran di bawah sinar matahari. Pengamatan warna daun dilakukan sebelum pembongkaran bibit. Setelah itu, dilakukan perhitungan nilai indeks kehijauan daun dengan rumus Xue dan Su (2017) berikut:

$$Greenness\ index = \frac{(2,0 \times Green) - (Red + Blue)}{(2,0 \times Green) + (Red + Blue)}$$

3.6.2.2 Indeks kualitas bibit (IKB)

Indeks kualitas bibit merupakan suatu parameter untuk bibit siap tanam di lapangan. Indeks kualitas bibit dihitung dengan menggunakan rumus modifikasi Hanisah *et al.* (2020) yang terdiri dari Indeks Kualitas Bibit Segar (IKBS) dan Indeks Kualitas Bibit Kering (IKBK). Kedua indeks ini dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$IKBS = \frac{\text{Bobot segar bibit (tajuk + akar)}}{\left(\frac{\text{tinggi}}{\text{diameter}} + \frac{\text{bobot tajuk segar}}{\text{bobot akar segar}} \right)}$$

$$IKBK = \frac{\text{Bobot kering bibit (tajuk + akar)}}{\left(\frac{\text{tinggi}}{\text{diameter}} + \frac{\text{bobot tajuk kering}}{\text{bobot akar kering}} \right)}$$

Nilai indeks kualitas bibit kering agar siap ditanam di lapangan menurut Wulandari dan Susanti (2012) adalah $\geq 0,09$, sedangkan nilai indeks kualitas bibit basah minimum adalah $\geq 0,30$. Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian No. 09 tahun 2013, kriteria bibit kakao yang siap tanam di lapangan adalah bibit yang telah beumur 8-9 bulan, memiliki tinggi 40-50 cm, jumlah daun minimal 12 lembar, diameter tunas barunya $\pm 0,7$ cm dengan bibit sehat yang bebas dari serangan hama dan penyakit.

3.6.2.3 Analisis kandungan *biochar* alang-alang

Analisis dilakukan di Laboratorium Penguji Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian Lampung untuk mengetahui karakteristik sifat kimia pada sampel *biochar* alang-alang yang telah dibuat, yaitu nilai C-Organik, N-total, P-total, K-total, C/N ratio, dan nilai pH.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan penelitian ini adalah penggunaan Klon Sulawesi 1 dengan aplikasi *biochar* alang-alang dosis 12 g kg^{-1} tanah merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan bibit kakao, terutama pada variabel pertambahan tinggi tanaman, diameter batang, bobot tajuk basah maupun kering, dan nilai indeks kualitas bibit basah dengan perbedaan yang nyata apabila dibandingkan dengan tanpa aplikasi *biochar* alang-alang. Pada Klon MCC 02, aplikasi *biochar* alang-alang dosis 18 g kg^{-1} tanah mampu meningkatkan jumlah daun, bobot akar segar, dan nilai indeks kualitas bibit basah.

5.2 Saran

Penelitian ini perlu dilanjutkan untuk melihat pengaruh dosis *biochar* alang-alang pada pertumbuhan dua klon kakao. Penelitian lanjutan ini perlu dilakukan untuk melihat pengaruh perlakuan tersebut pada durasi waktu yang lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, F. B., Fatimah, T., dan Rahmawati, R. 2022. Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Klon ICCRI 03 dan MCC 01 pada Beberapa Lama Penyimpanan Benih. *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture*. 85-93.
- Akmal, A., dan Arzam, T. S. 2022. Karakterisasi Klon Lokal Kakao untuk Bahan Batang Bawah pada Sambung Pucuk yang dikembangkan Kabupaten Luwu Sulawesi Selatan. *Agropet*. 19(2): 24-29.
- Ali, L., Xiukang, W., Naveed, M., Ashraf, S., Nadeem, S. M., Haider, F. U., dan Mustafa, A. 2021. Impact Of *Biochar* Application On Germination Behavior And Early Growth Of Maize Seedlings: Insights From A Growth Room Experiment. *Applied Sciences*. 11(24) : 1-3.
- Aung, A., Han, S. H., Youn, W. B., Meng, L., Cho, M. S., dan Park, B. B. 2018. *Biochar* Effects On The Seedling Quality Of *Quercus Serrata* And *Prunus Sargentii* In a Containerized Production System. *Forest Science And Technology*. 14(3) : 112-118.
- Badan Pusat Statistik. 2022. *Statistik Kakao Indonesia 2021*. BPS. Jakarta. 76 hlm.
- Bahrin, A., Fahimuddin, M. Y., Safuan, L. O., Kilowasid, L. M. H., and Singh, R. 2018. Effects of Cocoa Pod Husk *Biochar* on Growth of Cocoa Seedlings in Southeast Sulawesi-Indonesia. *Asian J. Crop Sci*. 10(1): 22-30.
- Bakar, M. S. A., and Titiloye, J. O. 2013. Catalytic Pyrolysis of Rice Husk for Bio-Oil Production. *Journal of analytical and applied pyrolysis*. 103: 362-368.
- Basri, Z. 2009. Kajian Metode Perbanyakan Klonal pada Tanaman Kakao. *Media Libtang*. 2(1) : 07-14.
- Buwono, G. R. dan Ariani, E. 2016. Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L) dengan Pemberian Abu Janjang Kelapa Sawit dan Pupuk NPK pada Medium Gambut. *JOM Faperta UR*. 3(2): 1-16.

- Chan, K. Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., dan Joseph, S. 2007. Agronomic Values of Greenwaste *Biochar* as a Soil Amendment. *Soil Research*. 45(8): 629-634.
- Chan, K. Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., and Joseph, S. 2008. Using Poultry Litter *Biochars* as Soil Amendments. *Soil Research*. 46(5): 437-444.
- Dariah, A., Sutono, S., Nurida, L., Hartatik, W., dan Pratiwi, E. 2015. Pembenh Tanah untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 9(2): 67-84.
- Darmawijaya. 1992. *Klasifikasi Tanah, Dasar Teori Bagi Peneliti Tanah Dan Pelaksanaan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 405 hlm.
- Deenik, J. L., Diarra, A., Uehara, G., Campbell, S., Sumiyoshi, Y., dan Antal Jr, M. J. 2011. Charcoal ash and volatile matter effects on soil properties and plant growth in an acid Ultisol. *Soil Science*. 176(7) : 336-345.
- Desiana, C., Banuwa, I. S., Evizal, R., dan Yusnaini, S. 2013. Pengaruh Pupuk Organik Cair Urin Sapi dan Limbah Tahu Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*. 1(1): 113-119.
- Fauzi, A., Faisal, F., dan Rafli, M. 2017. Dampak Letak Buah Pada Pohon dan Perlakuan Benih Terhadap Perkecambahan Benih Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Agrium*. 14(1): 1-7.
- Ferry, Y., Herman, M., Tarigan, E. B., dan Pranowo, D. 2022. Improvements of Soil Quality and Cocoa Productivity with Agricultural Waste *Biochar*. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 974(1): 1-7.
- Fitriyah, F., Hidayat, S., Bakar, M. S. A., dan Phusunti, N. 2019. Pyrolysis of Alang-Alang (*Imperata cylindrica*) as Bioenergy Source in Banten Province Indonesia. *Jurnal Kebijakan Pembangunan Daerah*: 3(1): 60-78.
- Gunawan, E. 2014. *Perbanyakan Tanaman*. Jakarta: Agromedia Pustaka. 112 hlm.
- Haase DL. 2007. *Morphological and Physiological Evaluations of Seedling Quality*. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-50. 7 hlm.
- Hanafiah, KA. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada : Jakarta. 360 hlm.
- Hanisah, H., Evizal, R., Yelli, F., dan Sugiarno, S. 2020. Pengaruh Formulasi *Biochar* dan Limbah Kulit Kopi terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi. *Jurnal Agrotropika*. 19(2): 102-109.

- Hartati, I. 2012. Prediksi Kelarutan Theobromine pada Berbagai Pelarut Menggunakan Parameter Kelarutan Hildebrand. *Momentum*. 8(1): 11-16.
- Heriyanto, N. M., dan Siregar, C. A. 2004. Pengaruh pemberian serbuk arang terhadap pertumbuhan bibit *Acacia mangium* Willd. di Persemaian. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 1(1) : 78-88
- Hidayat, B., Rauf, A., Sabrina, T., dan Ali, J. 2018. Potential of Some Biomass as *Biochar* for Heavy Metal Adsorbent. *Journal Of Asian Scientific Research*. 8(11): 293-300.
- Ilham I, Nuddin, A., dan Malik, A. A. 2018. Analisis Sistem Informasi Geografis Dalam Perwilayahan Komoditas Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Kabupaten Enrekang. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 3(2): 203-211.
- Iremiren, G.O. Famaye, A.O., and Oloyede, A.A. 2007. Effects of Pod Sizes and Bean Positions in Pod on The Germination and Seedling Growth of Cocoa (*Theobroma cacao*). *African Crop Science Conference Proceedings*. 8: 1979-1982.
- Ippolito, J.A., Novak, J.M., Busscher, W.J., Ahmedna, M., Rehrh, D., and Watts, D.W. 2012. Switchgrass *Biochar* Affects Two Aridisols. *J. Environ. Qual.* 41: 1123–1130.
- Iskandar, T., dan Rofiatin, U. 2017. Karakteristik *Biochar* Berdasarkan Jenis Biomassa dan Parameter Proses *Pyrolysis*. *Jurnal Teknik Kimia*. 12(1): 28-35.
- Iswahyudi, I., Risyad, S., dan Ulfia, U. 2018. Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L) pada Media Tanah *Sub soil* yang Diberikan *Biochar* dan Pupuk Organik Granul. *Jurnal Penelitian Agrosamudra*. 5(2): 15-24.
- Jamieson, T., Eric, S., and Celine, G. 2014. Characterization Of *Biochar* Derived Dissolved Organic Matter Using UV–Visible Absorption And Excitation–Emission Fluorescence Spectroscopies. *Chemosphere*. 103(2014) : 197-204.
- Jassin, E., dan Isma, Y. 2014. Efektifitas Kinerja Mesin Ball Mill Pada Formula Cokelat Berdasarkan Perbandingan Suhu dan Rpm (Rotation Per Minute). *Jurnal Galung Tropika*. 3(2): 116-126.
- Juang, I., Bolly, Y. Y., dan Jeksen, J. 2023. Sosialisasi Alternatif Perbanyakan Tanaman Kakao pada Fase Pembibitan Menggunakan Metode Sambung Pucuk. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 4(3): 235-239.

- Juliasih, N. K. A., Arsana, I. N., dan Adi, N. N. S. P. 2023. Budidaya Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Cau Chocolates Bali. *Jurnal Widya Biologi*. 13(2): 103-114.
- Junaedi, J., Thamrin, S., Darwisah, B., dan Yana, R. N. 2017. Identifikasi Klon Unggul Kakao di Desa Tarengge Kecamatan Wotu Kabupaten Luwu Timur. *Agrokompleks*. 16(1): 23-26.
- Junenti, Nikmah, dan Bachrun, L. 2023. Pengaruh Pupuk Npk dan Klon terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L). *AGRISIA-Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 16(1): 16-25.
- Karmawati E., Mahmud, Z., Syakir, M., Munarso, J., Ardana, I. K., dan Rubiyo. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kakao*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor. 94 hlm.
- Keputusan Peraturan Menteri Pertanian No. 261/KPTS/SR. 310/M/4/2019. 2019. *Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah*. Jakarta. 18 hlm.
- Khair, H., Hasyim, H., dan Ardinata, R. 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan Beberapa Benih Asal Klon Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Pembibitan. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 17(3): 218-226.
- Kusuma, A. A., Rosniawaty, S., dan Maxiselly, Y. 2019. Pengaruh Asam Humat dan Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) Belum Menghasilkan Klon Sulawesi 1. *Kultivasi*. 18(1): 793-799.
- Lehmann, J. 2007. Bio-energy in The Black. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 5(7): 381-387.
- Leng, L., Xiong, Q., Yang, L., Li, H., Zhou, Y., Zhang, W., Huang, H. 2021. An Overview on Engineering The Surface Area and Porosity of *Biochar*. *Science of The Total Environment*. 763(2021): 1-18.
- Lima, S.L., Marimon,-J. B. H., Petter, F.A., Tamiozzo, S., Buck, G.B. and Marimon, B.S. 2013. Bichar as Substitute for Organic Matter in The Composition of Substrats for Seedlings. *Acta Scientiarum*. 35(3): 333-341.
- Limbongan, J. dan Djufry, F. 2013. Pengembangan Teknologi Sambung Pucuk sebagai Alternatif Pilihan Perbanyak Bibit Kakao. *Jurnal Litbang Pertanian*. 32(4): 166-172.
- Martono, B. 2014. *Karakteristik Morfologi dan Kegiatan Plasma Nutfah Tanaman Kakao*. *Inovasi Teknologi Bioindustri Kakao*. 1(2):15-27.

- Murti, D. A., Sriyani, N., dan Utomo, S. D. 2015. Efikasi Herbisida Parakuat Diklorida terhadap Gulma Umum pada Tanaman Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz.). *Jurnal Agrotek Tropika*. 3(3): 341-347.
- Nengsih, Y. 2018. Teknik Pengemasan Benih Kakao (*Theobroma cacao* L) dalam Penyimpanan. *Jurnal Media Pertanian*. 3(2): 89-98.
- Nurhasanah, V., Wardati, W., dan Islan, I. 2016. Pengaruh Perbandingan Medium Topsoil Dengan Effluent dan Pemberian Pupuk NPK pada Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) di Pembibitan Utama. *Jurnal Media Pertanian*. 3(1):1-12.
- Nurida, N. L. 2014. Potensi Pemanfaatan *Biochar* untuk Rehabilitasi Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan Edisi Khusus*. 8(3): 57-68.
- Peraturan Menteri Pertanian Nomor 09/Permentan/OT.140/1/2013. 2013. Pedoman Teknis Pembangunan Kebun Induk dan Kebun Entres Kakao. 40 hlm.
- Pirman, P., Yusuf, M., Utami, M., Rahmawati, R., dan Alam, S. 2018. Evaluasi Sensori dan Karakterisasi Sifat Fisikokimia Minuman Instan Kaya Polifenol dari Biji Kakao Pilihan. In *Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*. 3(1): 143-148.
- Pranowo, D., dan Wardiana, E. 2016. Kompatibilitas Lima Klon Unggul Kakao sebagai Batang Atas dengan Batang Bawah Progeni Half-Sib Klon Sulawesi 01. *J. TIDP*. 3(1): 29–36.
- Prasetyo, Y., Hidayat, B., dan Sitorus, B. 2020. Karakteristik Kimia *Biochar* dari Beberapa Biomassa dan Metode Pirolisis. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*. 23(1): 17-20.
- Prasmatiwi, F. E., Evizal, R., Ivayani, I., Wibowo, L., dan Rahmawati, W. 2022. Pendampingan Lapangan Rehabilitasi Kebun Kakao di Kecamatan Bulok, Tanggamus. *Jurnal Pengabdian Fakultas Pertanian Universitas Lampung*. 1(2): 316-326.
- Pratiwi, D., Syakur, S., dan Darusman, D. 2021. Karakteristik *Biochar* pada Beberapa Metode Pembuatan dan Bahan Baku. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 6(3): 210-216.
- Putriani, S. S., Yusnaini, S., Septiana, L. M., dan Dermiyati, D. 2022. Aplikasi *Biochar* dan Pupuk P terhadap Ketersediaan dan Serapan P pada Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* Saccharata Sturt.) Di Tanah Ultisol. *Jurnal Agrotek Tropika*. 10(4): 615-626.

- Qian, K., Kumar, A., Zhang, H., Bellmer, D., and Huhnke, R. 2015. Recent Advances in Utilization of *Biochar*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 42(2015): 1055–1064.
- Rahardjo, P. 2012. Pengaruh Pemberian Sekam Padi sebagai Bahan Desikan pada Penyimpanan Biji terhadap Daya Tumbuh dan Pertumbuhan Bibit Kakao. *Pelita Perkebunan*. 28(2): 91-99.
- Rahayu, A., T.Hardiyanti., dan P.Hidayat. 2014. Pengaruh Polyethylene Glycol 6000 dan Lama Penyimpanan terhadap Mutu Benih Kakao. *Pelita Perkebunan*. 30(1): 15-24.
- Regazzoni, O., Sugito, Y., Suryanto, A., dan Prawoto, A.A. 2015. Efisiensi Penggunaan Energi Matahari Klon Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) yang Diusahakan di Bawah Tiga Spesies Tanaman Penaung. *Pelita Perkebunan*. 31(1): 21–29.
- Roberts, K., Gloy, B.A., Joseph, S., Scott, N.R., Lehmann, J., 2010. Life Cycle Assessment of *Biochar* Systems: Estimating The Energetic, Economic, and Climate Change Potential. *Environ. Sci. Technol.* 44: 827–833.
- Sari, P., Utari, E., Praptiningsih, Y., dan Maryanto, M. 2015. Karakteristik Kimia-Sensori dan Stabilitas Polifenol Minuman Cokelat-Rempah. *Jurnal Agroteknologi*. 9(01): 54-66.
- Sasmita, K. D., Anas, I., Anwar, S., Yahya, S., dan Djajakirana, G. 2017. Application of *Biochar* and Organic Fertilizer on Acid Soil as Growing Medium for Cacao (*Theobroma cacao* L.) Seedlings. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*. 36(5): 261-273.
- Sembiring, D. S. P. S., Sihaloho, N. K., dan Alasia, R. 2019. Keberhasilan Sambung Pucuk Kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan Pemberian Abu Vulkanik Sinabung dan Limbah Pabrik Tahu. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*. 22(1): 1-10.
- Shara, D., Izzati, M., dan Prihastanti, E. 2014. Perkecambah Biji dan Pertumbuhan Bibit Batang Bawah Karet (*Havea brasiliensis* Muell Arg.) dari Klon dan Media yang Berbeda. *Jurnal Akademika Biologi*. 3(4): 60-74.
- Sitompul, H. F., Simanungkalit, T., dan Mawarni, L. L. 2014. Respons Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma Cacao* L.) terhadap Pemberian Pupuk Kandang Kelinci dan Pupuk NPK (16: 16: 16). *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*. 2(3): 1064-1071.
- Sudomo, A. dan Santosa, H. B. 2011. Pengaruh Media Organik dan Tanah Mineral terhadap Pertumbuhan dan Indeks Mutu Bibit Mindi (*Melia*

- Azedarach L.). *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 8(3): 263–271.
- Sukmawati, S. 2020. Karakterisasi Sifat Kimia *Biochar* dari Tongkol Jagung, Cangkang dan Tandan Kosong Kelapa Sawit: Bahan Organic Menjanjikan dari Limbah Pertanian. *Agroplanta: Jurnal Ilmiah Terapan Budidaya dan Pengelolaan Tanaman Pertanian dan Perkebunan*. 9(2): 25-37.
- Susilo, A.W., Anita-Sari, I., dan Imran. 2015. Yield Performance of Locally Selected Cocoa Clones in North Luwu. *Pelita Perkebunan*. 31(3): 152–162.
- Sutopo, L. 2002. *Teknologi Benih*. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 237 hlm.
- Syatrawati, S., dan Asmawati, A. 2017. Tingkat Serangan Hama Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella* Snellen) pada Lima Klon Kakao Lokal. *Agroplanta: Jurnal Ilmiah Terapan Budidaya dan Pengelolaan Tanaman Pertanian dan Perkebunan*. 6(1): 25-29.
- Tang, J., W. Zhu, R. Kookana dan A. Katayama. 2013. Characteristics of *Biochar* and its Application in Remediation of Contaminated Soil. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 116: 653-659.
- Towaha, J., dan Wardiana, E. 2015. Evaluasi Tingkat Toleransi 35 Genotipe Kakao terhadap Periode Kering. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*. 2(3): 133–142.
- Tumpal H.S. S. dan Suhendry, I., 2013. *Budi Daya dan Teknologi Karet*. Cetakan 1. Penebar Swadaya. Jakarta. 242 hlm.
- Wang, Y., Pan, F., Wang, G., Zhang, G., Wang, Y., Chen, X., & Mao, Z. 2014. Effects of *Biochar* on Photosynthesis and Antioxidative System of *Malus Hupehensis* Rehd. Seedlings under Replant Conditions. *Scientia Horticulturae*. 175: 9–15.
- Widyastuti, L. S., Parapasan, Y., dan Same, M. 2021. Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) pada Berbagai Jenis Klon dan Jenis Pupuk Kandang. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*. 9(2): 109-118.
- Xue, J., dan Su, B. 2017. Significant Remote Sensing Vegetation Indices: a Review of Developments and Applications. *Journal of sensors*. 1(2017): 1-17.
- Yu, O.-Y., Harper, M., Hoepfl, M., and Domermuth, D. 2017. Characterization of *Biochar* and Its Effects on The Water Holding Capacity of Loamy Sand Soil: Comparison of Hemlock *Biochar* and Switchblade Grass *Biochar* Characteristics. *Environmental Progress and Sustainable Energy*. 36(5): 1474–1479.