

SKRIPSI

**APLIKASI *BIOCHAR* KULIT BUAH KAKAO DAN INOKULASI
ACTINOMYCETES TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KAKAO
(*Theobroma cacao L*) SAMBUNG PUCUK**

ARFINA SHALSABILA

G011 19 1060



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
DEPARTEMAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

SKRIPSI

**APLIKASI *BIOCHAR* KULIT BUAH KAKAO DAN INOKULASI
ACTINOMYCETES TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KAKAO
(*Theobroma cacao L*) SAMBUNG PUCUK**

Disusun dan diajukan oleh

ARFINA SHALSABILA

G011 19 1060



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
DEPARTEMAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**APLIKASI *BIOCHAR* KULIT BUAH KAKAO DAN INOKULASI
ACTINOMYCETES TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KAKAO
(*Theobroma cacao L*) SAMBUNG PUCUK**

ARFINA SHALSABILA

G011 19 1060

**Skripsi Sarjana Lengkap
Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana**

**Pada
Departemen Budidaya Pertanian**

Fakultas Pertanian


Universitas Hasanuddin

Makassar

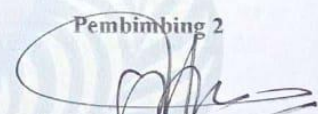
Makassar, 18 April 2023

Menyetujui :

Pembimbing 1

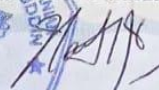

Prof. Dr. Ir. Rusnadi Padiung, M.Sc.
NIP. 19600222 198503 1 002

Pembimbing 2


Prof. Dr. Ir. Nasaruddin, M.S
NIP. 19550106 198312 1 001

**Mengetahui
Ketua Departemen Budidaya Pertanian**




Dr. Hari Iswoyo, SP., MA
NIP. 19760508 200501 1 003

LEMBAR PENGESAHAN

**APLIKASI BIOCHAR KULIT BUAH KAKAO DAN INOKULASI
ACTINOMYCETES TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KAKAO
(*Theobroma cacao* L) SAMBUNG PUCUK**

Disusun dan Diajukan oleh

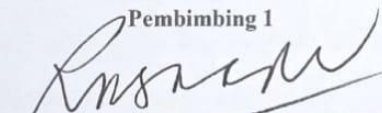
ARFINA SHALSABILA

G011 19 1060

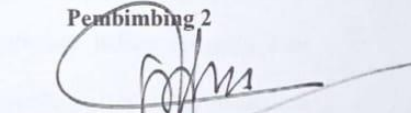
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Masa Studi program Sarjana. Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin pada April 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing 1


Prof. Dr. Ir. Rusnadi Padiung, M.Sc.
NIP. 19600222 198503 1 002

Pembimbing 2


Prof. Dr. Ir. Nasaruddin, M.S
NIP. 19550106 198312 1 001



Studi :

Dr. Achmad Haris Bahrin, M.Si
NIP. 19850811 199403 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arfina Shalsabila

NIM : G011191060

Program Studi : Agroteknologi

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa tulisan saya berjudul:

**“Aplikasi Biochar Kulit Buah Kakao dan Inokulasi Actinomyces terhadap
Pertumbuhan Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L) Sambung Pucuk”**

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

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

Makassar, 18 April 2023



Arfina Shalsabila

ABSTRAK

ARFINA SHALSABILA (G011191060) Aplikasi *Biochar* Kulit Buah Kakao dan Inokulasi *Actinomyces* Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kakao (*Theobroma Cacao L*) Sambung Pucuk. Dibimbing oleh **RUSNADI PADJUNG** dan **NASARUDDIN**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh pemberian *biochar* kulit buah kakao dengan *Actinomyces* terhadap pertumbuhan kakao sambung pucuk. Penelitian ini dilaksanakan dari September 2022 sampai Januari 2023, di *Plantation Nursery* Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Kecamatan Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Penelitian ini dilaksanakan dalam bentuk percobaan faktorial 2 faktor menggunakan Rancangan Acak Kelompok sebagai rancangan lingkungannya. Percobaan terdiri atas 2 faktor, faktor pertama adalah pemberian *biochar* kulit buah kakao yang terdiri dari 3 taraf yaitu tanpa pemberian *biochar*, *biochar* 1 kg/pohon dan *biochar* 2 kg/pohon. Sedangkan faktor kedua adalah pemberian *Actinomyces* yang terdiri dari 4 taraf yaitu tanpa *Actinomyces*, *Actinomyces* 20 ml/Pohon, *Actinomyces* 40 ml/Pohon, dan *Actinomyces* 60 ml/Pohon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara pemberian *biochar* kulit buah kakao 1 kg/pohon dengan *Actinomyces* 60 ml/pohon berpengaruh terhadap LMA ($0,233 \text{ g/cm}^2$). Perlakuan *biochar* kulit buah kakao 2 kg/pohon memberikan hasil tertinggi pada parameter pertambahan diameter batang (1,08 mm), pertambahan jumlah daun (5,17 helai), luas daun ($15,2 \text{ cm}^2$), indeks luas daun (0,49), klorofil a ($206,1 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}$), klorofil b (yaitu $85,1 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}$), klorofil total ($286,7 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}$), dan intersepsi cahaya (2610,0 Lux). Perlakuan *Actinomyces* 60 ml/pohon memberikan hasil tertinggi pada parameter pertambahan jumlah daun (5,15 helai), luas daun ($15,0 \text{ cm}^2$), dan indeks luas daun (0,483).

Kata kunci: *Biochar*, kulit buah kakao, kakao, *actinomyces*

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam atas berkat hidayah-Nya sehingga penulis mampu untuk menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam tak lupa penulis kirimkan kepada Rasulullah SAW beserta para keluarga sahabat dan para pengikutnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Aplikasi Biochar Kulit Buah Kakao dan Inokulasi *Actinomyces* Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L) Sambung Pucuk ”** ssebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program sarjana (S1) program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa adanya bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan izinkan penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada :

1. Kedua orang kami, Muhammad Alwi Hasan dan Rosma, saudariku Aryanti S.KM, Arlina S.T, Arfani Fathiyah dan seluruh keluarga besar kami yang selalu memberikan semangat, doa, dukungan, serta kasih sayang kepada penulis yang tidak terhingga
2. Prof. Dr. Ir. Rusnadi Padjung, M.Sc Pembimbing I dan Prof. Dr. Ir. Nasaruddin, MS selaku pembimbing II yang telah menyempatkan waktunya untuk memberikan arahan, bimbingan, serta masukan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian hingga skripsi ini terselesaikan.
3. Dr. Ir. Abd. Haris Bahrin, M.SI, Dr.Ir Asmiaty sahur, M.P dan Dr. Tigin Dariati, SP, MES, selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak saran yang membangun dan masukan kepada penulis sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.
4. Dr. Hari Iswoyo, SP., MA selaku ketua Departemen Budidaya Pertanian Pertanian Universitas Hasanuddin, Dr.Ir. Abd Haris B, M.Si., Selaku Ketua Prodi Agroteknologi, beserta seluruh dosen dan staf budiaya pertanian.
5. Reynaldi Laurenze, S.P dan Muslihah Icha F, S.P yang telah banyak membantu dan memberikan arahan kepada penulis sampai penelitian dan skripsi ini selesai.

6. Sahabat-sahabat seperjuangan di *Plantation Nursery* Andi Nur Afni Ramadhani, Herlinda Yana Sari, Firda Anwar, Nufita, dan Anna Moslihat Jamil. Terima kasih untuk kebersamaan dan hal-hal hebat yang telah dilalui bersama.
7. Sahabat-sahabat perkuliahan Wina Damayanti, Firayunita, Risma Nurul Safitri, Nurhikma Awalia Bahri, dan Kak Chalil Gibran Muryadi yang senantiasa menyemangati, membantu, dan kebersamaan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Teman-teman Agroteknologi angkatan 2019 yang tidak bisa penulis tuliskan namanya satu persatu
9. Reza Pahlevi, Yusril, Wulan dan Dinul yang telah banyak membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian.
10. Serta seluruh pihak yang telah memberikan semangat dan dukungan dari awal penelitian yang tidak dapat penulis tuliskan namanya satu persatu.

Akhir kata, penulis berdoa atas segala macam kebaikan, bantuan, perhatian dan bimbingan yang telah diberikan penulis ucapkan terima kasih. Semoga Allah SWT membalas kebaikannya dengan berkat yang jauh lebih besar.

Makassar, 18 April 2023

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Hipotesis.....	4
1.3 Tujuan dan Kegunaan.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Karakteristik Pertumbuhan Tanaman Kakao.....	6
2.2 Kakao Sambung Puculk.....	8
2.3 <i>Biochar</i>	10
2.4 <i>Actinomycetes</i> dan Peranannya.....	13
BAB III. METODOLOGI.....	15
3.1 Tempat dan waktu.....	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.3 Rancangan Penelitian.....	15
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	16
3.5 Parameter Pengamatan.....	19
3.6 Analisis data.....	21
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Hasil.....	22
4.2 Pembahasan.....	44
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Nilai Konstanta Klorofil a, b, dan c	21
2.	Rata-Rata Pertambahan Diameter Batang (mm) pada Perlakuan <i>Biochar</i> dan Inokulasi <i>Actinomycece</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	23
3.	Rata-Rata Pertambahan Jumlah Daun (Helai) pada Perlakuan <i>Biochar</i> dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	25
4.	Rata-rata Luas Daun (cm ²) pada Perlakuan <i>Biochar</i> dan Inokulasi <i>Actinomycece</i> pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	27
5.	Rata-Rata Indeks Luas Daun pada Perlakuan <i>Biochar</i> dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan.....	29
6.	Rata-rata LMA daun (g/cm ²) pada perlakuan <i>biochar</i> dan inokulasi <i>Actinomyces</i> pada tanaman kakao umur 6 bulan.....	31
7.	Rata-Rata Kandungan Klorofil a (μmol.m ⁻²) pada Perlakuan <i>Biochar</i> dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan.....	35
8.	Rata-rata Kandungan Klorofil b (μmol.m ⁻²) pada Perlakuan <i>Biochar</i> dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan.....	36
9.	Rata-rata Klorofil Total (μmol.m ⁻²) pada Perlakuan <i>Biochar</i> dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan.....	37
10.	Rata-Rata Intersepsi Cahaya Oleh Tajuk Tanaman pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	39

Lampiran

1a.	Rata-Rata Pertambahan Tinggi Tanaman Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan.....	54
1b.	Sidik Ragam Tanaman Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	54

2a. Rata-rata diameter batang tanaman pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	55
2b. Sidik Ragam Diameter Tanaman Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	55
2c. Sidik Ragam Hasil Transformasi Data \sqrt{x} Rata-rata Pertambahan Diameter Tanaman Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	56
3a. Rata-Rata Jumlah Daun Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	57
3b. Sidik Ragam Jumlah Daun Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan.....	57
4a. Rata-Rata Luas Daun Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	58
4b. Sidik Ragam Luas Daun Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	58
5a. Rata-Rata Indeks Luas Daun Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan.....	59
5b. Sidik Ragam Indeks Luas Daun Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	59
6a. Rata-Rata LMA Daun Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	60
6b. Sidik Ragam LMA Luas Daun Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	60
7a. Rata-Rata Luas Bukaan Stomata Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	61
7b. Sidik Ragam Luas Bukaan Stomata Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	61
8a. Rata-Rata Kerapatan Stomata Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan.....	62

8b.	Sidik Ragam Kerapatan Stomata Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	62
9a.	Rata-Rata Kandungan Klorofil a Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	63
9b.	Sidik Ragam Kandungan Klorofil a Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	63
10a.	Rata-Rata Kandungan Klorofil b Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	64
10b.	Sidik Ragam Kandungan Klorofil b Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan....	64
11a.	Rata-Rata Kandungan Klorofil Total Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan....	65
11b.	Sidik Ragam Klorofil Total Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	65
12a.	Rata-Rata Intersepsi Cahaya Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	66
12b.	Sidik Ragam Intersepsi Cahaya Pada Perlakuan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao dan Inokulasi <i>Actinomyces</i> Tanaman Kakao Umur 6 Bulan....	66
13.	Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah Sebelum Penelitian.....	67
14.	Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah Setelah Penelitian	68

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Grafik Rata-Rata Pertambahan Tinggi Tanaman (cm) dengan Perlakuan Biochar Kulit Buah Kakao dan Inokulasi Actinomycetes pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan.....	22
2.	Grafik Korelasi Rata-Rata Pertambahan Diameter Batang (mm) dengan Berbagai Konsentrasi Actinomycetes pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	24
3.	Grafik Korelasi Pertambahan Jumlah Daun (helai) dengan Berbagai Konsentrasi Actinomycetes Pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan.....	26
4.	Grafik Korelasi Luas Daun (cm ²) dengan Berbagai Konsentrasi Actinomycetes pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	28
5.	Grafik Korelasi Indeks Luas Daun dengan Berbagai Konsentrasi Actinomycetes Pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	30
6.	Grafik Korelasi LMA Daun (g/cm ²) dengan Berbagai Konsentrasi Actinomycetes pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	32
7.	Grafik Rata-Rata Luas Bukaan Stomata µm ² dengan Perlakuan Biochar dan Inokulasi Actinomycetes pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan.....	33
8.	Grafik Rata-Rata Kerapatan Stomata µm ² dengan Perlakuan Biochar dan Inokulasi Actinomycetes pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	34
9.	Grafik Korelasi Kandungan Klorofil a (µmol.m ⁻²) dengan Berbagai Konsentrasi Actinomycetes pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	35
10.	Grafik Korelasi Kandungan Klorofil b (µmol.m ⁻²) dengan Berbagai Konsentrasi Actinomycetes pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	37
11.	Grafik Korelasi Kandungan Klorofil Total (µmol.m ⁻²) dengan Berbagai Konsentrasi Actinomycetes pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	38
12.	Grafik Korelasi Intersepsi Cahaya dengan Berbagai Konsentrasi Actinomycetes pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan	39
13.	Infeksi Actinomycetes pada Akar Tanaman Kakao Umur 6 Bulan.....	40

Lampiran

1. Denah Penelitian	69
2. Tanaman Kakao S2 Sebelum Pindah Tanam dan Kondisi Lahan Penelitian.....	69
3. Proses Pembuatan <i>Biochar</i> Kulit Buah Kakao	69
4. <i>Biochar</i> Kulit Kakao yang Telah di Haluskan di Aplikasikan ke Lubang Tanam	70
5. Pemindahan Bibit Kakao dari Polybag ke Lubang Tanaman di Lapangan dan Pengaplikasian <i>Actinomyces</i>	70
6. Pengamatan Jumlah Daun, Diameter Batang, dan Tinggi Tanaman	71
7. Pengambilan Sampel Stomata Daun Serta Pengamatan Luas Bukaan Stomata dan Kerapatan Stomata	71
8. Pengambilan Sampel Daun, Pengukuran Luas Daun, dan Penimbangan Berat Kering Daun Setelah di Oven.....	72
9. Pengukuran Jumlah Klorofil Dengan Menggunakan CCM.....	72
10. Pengukuran Intersepsi Cahaya Oleh Tajuk Tanaman Dengan Menggunakan Lux Meter.....	72
11. Hasil Pengamatan Stomata Daun	73
12. Infeksi <i>Actinomyces</i> Pada Akar Kakao	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Kakao adalah salah satu dari beberapa komoditas hasil perkebunan yang yang berpengaruh terhadap perekonomian di Indonesia. Biji kakao beserta olahannya merupakan salah satu komoditas ekspor penghasil devisa negara selain minyak dan gas. Kakao memiliki kontribusi yang sangat penting bagi struktur perekonomian Indonesia terutama sebagai penyedia lapangan kerja nasional karena mampu menyerap tenaga kerja yang besar. Semakin tingginya tingkat ekspor dan konsumsi kakao Indonesia dan dunia menunjukkan bahwa potensi pasar kakao masih tinggi di pasar internasional.

Secara nasional pada tahun 2020 luas areal perkebunan kakao tercatat 1.528.400 ha (Badan Pusat Statistik, 2020). Provinsi Sulawesi Selatan menempati posisi kedua sebagai provinsi penghasil biji kakao terbesar di Indonesia. Terdapat kecenderungan penurunan produksi kakao di Sulawesi Selatan pada kurun waktu 2018-2020 yaitu 125 ton, 118.775 ton, dan 106,582 ton (Badan Pusat Statistik, 2021). Produksi kakao di Sulawesi Selatan cenderung mengalami penurunan diakibatkan oleh berbagai macam faktor, diantaranya adalah degradasi lahan dan tingkat kualitas lahan. Penggunaan bahan kimia yang berlebihan menyebabkan terjadi degradasi lahan sehingga kadar bahan organik dalam tanah menurun. penurunan kadar bahan organik dalam tanah menjadikan pertumbuhan tanaman tidak maksimal (Nasaruddin, 2022).

Salah satu cara yang dapat dilakukan guna mengelola dan memperbaiki pertumbuhan awal tanaman yaitu dengan pemanfaatan pupuk alami dan penggunaan mikroba. Tanah yang cocok untuk pertumbuhan tanaman harus memiliki kondisi fisik, kimia dan biologis yang baik sehingga dapat menyokong produktivitas tanaman secara maksimal. Upaya yang dapat dilakukan guna memperbaiki kesuburan tanah dan ekosistem lahan diantaranya adalah penggunaan *biochar* dari kulit buah kakao dan dibantu oleh aktivitas bakteri antara lain *Actinomycetes*.

Biochar adalah bahan organik hasil proses pembakaran tak sempurna dengan oksigen terbatas. Sampah hasil pertanian yang sulit untuk didekomposisi dapat dikonversi menjadi pembenah tanah misalnya kulit buah kakao. Limbah kulit buah kakao yang dibuang di areal perkebunan dapat menimbulkan masalah pencemaran tanah. Limbah kulit buah kakao memiliki potensi untuk dijadikan sebagai pembenah tanah jika diolah menjadi *biochar*. *Biochar* dapat menjadi solusi dalam meningkatkan penyimpanan air dalam tanah sehingga dapat digunakan secara maksimal oleh tanaman, terutama di musim kemarau yang menyebabkan kekeringan sehingga tanaman kekurangan asupan air. Hasil penelitian Nurida dan Rahman (2011) membuktikan bahwa di lahan kering pemberian formula pembenah tanah *biochar* mampu memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, antara lain dengan meningkatnya persentase pori air tersedia, C-organik, P-tersedia, K total, KTK dan respirasi mikroorganisme di dalam tanah.

Aplikasi *biochar* pada lahan pertanian mampu memberikan peningkatan pada kapasitas tukar kation tanah (KTK), kation utama, fosfor dan N total. Dengan

memanfaatkan *biochar* sebagai bahan pembenah tanah maka *biochar* akan berikatan langsung dengan unsur hara sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Arham *et al.*, 2020 membuktikan bahwa *biochar* kulit buah kakao dapat memberikan pengaruh terhadap kesuburan kimia pada lahan. Kandungan hara pada *biochar* kulit buah kakao dapat memberikan dampak yang baik terhadap kesuburan tanah yang ditunjukkan dengan adanya perubahan reaksi pH, kandungan C-organik, KTK, N-total, P, K, Ca dan Mg pada lahan sebelum pengaplikasian dan setelah pengaplikasian *biochar* kulit buah kakao.

Selain penggunaan bahan organik, mikroorganisme tanahpun memegang peranan penting untuk mengoptimalkan lahan-lahan kritis yang makin hari potensinya semakin menurun karena pemakaian pupuk anorganik dan pestisida yang berlebihan dan berkelanjutan. Jenis mikroorganise yang sering digunakan yaitu bakteri *Actinomycetes*. Bakteri *Actinomycetes* di dalam tanah mempunyai peranan penting untuk mempermudah proses dekomposisi bahan-bahan organik kompleks misalnya lignin, selulosa dan bahan berpati lainnya. *Actinomycetes* juga memiliki kemampuan menjaga akar tanaman dari inveksi jamur patogn karena dapat membentuk antibiotik dan enzim ekstra seluler yang dapat merombak dinding sel jamur (Fitriana, 2021).

Penggunaan *Actinomycetes* dapat memproduksi metabolit sekunder dan dapat berperan menjadi agen biokontrol tanah. *Actinomycetes* dapat mengkolonisasi jaringan tanaman inang dan tidak bersaing dengan musuh alami. Pengaplikasian *Actinomycetes* bisa dilakukan mudah karena sporanya memiliki

kemampuan yang tahan panas dan kekeringan (Sahur, 2021). Penelitian yang dilakukan Sahur *et al.*, (2018), memperlihatkan hasil mikroba *Actinomyces* mampu meningkatkan pertumbuhan dan nutrisi tanaman serta menguntungkan kolonisasi akar kedelai. Inokulasi dengan kedua jenis mikroorganisme tersebut menunjukkan efek sinergis terhadap parameter peningkatan pertumbuhan tanaman dan perolehan hara. Hasil penelitian ini mendukung penggunaan *Actinomyces* sebagai pemacu pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini diperlukan untuk mengetahui dan mempelajari efek pemberian perlakuan *biochar* kulit buah kakao dan aplikasi inokulasi *Actinomyces* terhadap pertumbuhan tanaman kakao sambung pucuk belum menghasilkan dalam upaya peningkatan kualitas kakao dan kesuburan tanah

1.2 Hipotesis Penelitian

1. Terdapat interaksi antara pemberian *biochar* kulit buah kakao dengan inokulasi *Actinomyces* yang dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman kakao sambung pucuk belum menghasilkan.
2. Terdapat satu dosis pemberian *biochar* kulit buah kakao yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan tanaman kakao sambung pucuk belum menghasilkan.
3. Terdapat satu konsentrasi pemberian *Actinomyces* yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan tanaman kakao sambung pucuk belum menghasilkan.

1.3 Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh interaksi aplikasi pemberian *biochar* kulit buah kakao dan inokulasi *Actinomyces* yang dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman kakao.

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai bahan informasi tentang penggunaan *biochar* kulit buah kakao serta penggunaan inokulasi *Actinomyces* untuk mendukung meningkatnya kesuburan tanah pada lahan-lahan kritis yang dapat menunjang meningkatnya pertumbuhan pada tanaman kakao.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Pertumbuhan Tanaman Kakao

Tanaman kakao tergolong tanaman dikotil sehingga sistem perakarannya termasuk tanaman yang berakar tunggang. Pada awal pertanamannya, kakao di budidayakan dengan cara generatif. Tanaman kakao yang tumbuh melalui pembiakan secara generatif akan tumbuh dengan membentuk akar tunggang dan sedikit bercabang. Setelah 3-4 bulan akan muncul cincin akar lateral pertama. Akar lateral berkembang pada akar tunggang (Nasaruddin *et al.*, 2021). Tanaman kakao yang dibudidayakan dengan cara vegetatif pada awal pertumbuhannya tidak membentuk akar tunggang, namun membentuk banyak akar serabut. Semakin lama tanaman dewasa akan membentuk 2 akar yang mirip dengan akar tunggang (Lukito, 2010).

Kakao mempunyai tipe batang berbentuk bulat dan berkayu dengan arah tumbuh yang tegak. Tanaman kakao mempunyai batang dengan tipe percabangan simpodial yaitu batang utamanya sulit dibedakan dengan cabangnya karena bentuk dan ukurannya hampir sama. Tanaman kakao mempunyai 2 bentuk cabang vegetatif. Cabang pertamanya memiliki arah tumbuh keatas (orthotrop) dan cabang lainnya memiliki arah pertumbuhan ke samping (plagiotrop). Pada awalnya tanaman kakao muda hanya memiliki batang orthotrop, namun setelah kakao berumur kurang lebih 1 tahun (tinggi 0.9 – 1.5m) cabang orthotronya akan berhenti bertumbuh dan membentuk jorket. Jorket merupakan tempat transisi percabangan

dari tipe cabang orthotrop ke plagiotrop. Transisi perubahan cabang seperti ini menjadi ciri khas tersendiri dari tanaman kakao (Syakir *et al.*, 2012).

Daun kakao adalah daun tunggal yang pada tangkai daunnya hanya memiliki satu helai daun yang berbentuk bulat memanjang. Tangkai daun memiliki bentuk silinder serta bersisik halus (bergantung tipenya), pangkal bulat, ujung daun runcing atau meruncing. Beberapa daun ada yang halus, tipis dan mengkilat, sementara pada kondisi ekstrem yang lain helai daun luas, tebal dan terasa kasar saat disentuh. Berbagai kombinasi karakteristik ini dapat digunakan untuk membedakan varietas atau genotipe tertentu (Pamungkas, 2016). Selain dari bentuk daun salah satu pembeda antara tanaman tua dan muda adalah kisaran warna yang di perlihatkan oleh daun flush. Daun flush umumnya mengandung pigmen merah. Asosiasi pigmen merah ini juga dinyatakan sebagai pigmen pada tangkai daun dan daun aksial. Dengan cara ini adanya alel pigmen merah dapat diidentifikasi pada tanaman muda karena pigmen tangkai daun biasanya ada dalam genotipe dengan buah-buahan hijau (Nasaruddin *et al.*, 2021).

Bunga merupakan organ tanaman yang sering diamati sebagai penciri dan sifat tanaman. Pada umumnya bunga tanaman kakao dibedakan atas bunga kauliflora dan bunga ramiflora. Bunga kauliflora adalah bunga yang terdapat pada batang utama yang akan menghasilkan buah kauliflora, sedang bunga ramiflora adalah buah pada cabang yang akan menghasilkan buah ramiflora. Beberapa genotipe menghasilkan bunga lebih banyak pada cabang dan relatif sedikit bunga yang terbentuk pada batang utama. Bunga-bunga dari genotipe kakao yang berbeda menunjukkan keragaman penampilan secara umum. Perbedaan penting antara

populasi tertentu yang sering digunakan sebagai sifat tanaman tertentu atau darimana tanaman tersebut berasal penampilan bunga secara keseluruhan dihasilkan oleh kombinasi masing-masing bagian bunga secara Individu. Variasi ukuran bagian-bagian bunga secara individu terjadi sebagai akibat pengaruh lingkungan seperti faktor iklim yang mungkin mengakibatkan adanya variasi ukuran bunga yang tidak normal (Nasaruddin *et al.*, 2021).

Buah kakao yang terbentuk setelah bunga berhasil dibuahi yang muncul pada bantalan buah yang telah gugur. Karakter buah memainkan peran penting dalam membedakan genotipe individu dalam kaitannya dengan posisi buah pada keragaman spesies. Wama buah kakao memiliki variabilitas yang cukup besar. Warna buah pada dasarnya bernuansa hijau. Variabilitas warna buah kakao dari rentang warna hijau sapai merah kecoklatan. Pigmentasi merah akibat anthocyanin ditumpangkan pada dasar hijau. Ungkapan dan distribusi pigmentasi pada permukaan buah dipengaruhi oleh jumlah cahaya yang diterima buah selama perkembangannya (Nasaruddin *et al.*, 2021). Setelah buah kakao matang akan terjadi perubahan pada warna kulitnya, dari warna hijau ke kuning, ataupun warna merah menjadi *orange*. Terdapat 4 kriteria kelas kematangan buah (KKB), perubahan warna kuning pada alur buah, kuning pada alur buah dan punggung alur buah, kuning pada seluruh permukaan buah, dan kuning tua pada seluruh permukaan buah (Siregar *et al.*, 2003).

2.2 Kakao Sambung Pucuk

Grafting atau sering dikenal dengan sambung pucuk ialah teknik penyambungan dengan menggabungkan dua individu klon tanaman kakao yang

berlainan menjadi satu kesatuan dan tumbuh menjadi tanaman baru. Teknologi ini menggunakan bibit kakao sebagai batang bawah yang disambung dengan entres dari kakao unggul sebagai batang atas. Bibit batang bawah siap disambung pada umur 2,5–3 bulan (Limbongan dan Djufry, 2013).

Perbanyakan vegetatif yang dilakukan dengan sambung pucuk, sebaiknya menggunakan bibit berumur 3 bulan, diambil dari cabang pleiotropik yang sehat dan belum bertunas, berwarna coklat kehijauan, berdiameter ± 1 cm. Batang bawah dipotong rata, sisakan 3 helai daun persambungan, mengambil 3 pucuk pangkal dan dipotong miring dikedua sisinya sehingga batang runcing pada ujung batang bawah yang di belah, mata rantai di ikat dengan tali dan batangnya ditutup dengan kantong plastik. Pengamatan dilakukan setelah 10-15 hari, pada ujung ruas mata tunas dibiarkan tumbuh dengan panjang ± 2 cm, kemudian mata tunas dibuka tanpa melepas ikatan, mata tunas dibuka setelah mata tunas berumur 3 bulan dan bibit siap dipindahkan ke lapangan setelah 7 bulan (Arista, 2017).

Keberhasilan Sambung pucuk (*grafting*) tanaman kakao selain dipengaruhi oleh kompatibilitas di antara tanaman sebagai batang bawah dengan batang atas juga dipengaruhi oleh teknik sambung yang diterapkan maupun pelaksanaannya. Penggunaan klon unggul perlu diikuti dengan perbaikan media tumbuh terutama perbaikan tanah dan ketersediaan unsur hara. Klon-klon unggul tersebut meliputi klon kakao Sulawesi 01, klon Sulawesi 02 Sca 6, klon MCC 01, dan klon MCC 02. Klon MCC 02 merupakan klon kakao dengan tingkat produktivitas tinggi yaitu 3,1 ton/ha dan tahan terhadap hama PBK, penyakit VSD dan busuk buah (Kementan, 2014).

Teknik sambung pucuk (*grafting*) memiliki kelebihan yaitu dapat memperbaiki sifat tanaman, bisa di aplikasikan untuk banyak jenis tanaman, memperbaiki tanaman yang rusak. Untuk mengoptimalkan keberhasilan penyambungan, terlebih dahulu harus memperhatikan kesesuaian ukuran batang atas dan batang bawah (kompatibilitas), jaringan kambium kedua jenis harus bersinggungan dan tidak terlalu berdepet, dilaksanakan ketika kondisi fisiologis tepat (tunas segera akan tumbuh), penyambungan pucuk harus segera dilaksanakan setelah batang atas diambil dari pohon induk dan tunas yang tumbuh dibatang bawah harus dibuang (Suhartanto dan Gunawan, 2012).

2.3 Biochar

Biochar adalah bahan organik yang mengandung karbon hitam yang bersumber dari biomassa pertanian. Pembuatan *biochar* melalui proses pembakaran dengan suhu 200 - 700°C pada keadaan oksigen terbatas sehingga membentuk bahan organik dengan konsentrasi karbon 70 - 80%. Pemanfaatan *biochar* sebagai pembenah tanah dan sumber energi, penting untuk dikembangkan lebih luas agar dapat digunakan dalam meningkatkan kesuburan tanah melalui peningkatan kapasitas tukar kation (KTK) dan retensi hara sehingga dapat meningkatkan produktivitas lahan (Herlambang, 2017).

Biochar merupakan residu pirolisis berbentuk arang yang mengandung karbon tinggi. *Biochar* memiliki kemampuan dalam memperbaiki kualitas tanah karena memiliki kemampuan untuk meningkatkan pH, meningkatkan aktivitas biota dalam tanah serta mengurangi pencemaran, meretensi air, dan meretensi hara. Namun, *biochar* tidak mampu secara langsung menyediakan unsur hara bagi

tanaman, namun secara tidak langsung *biochar* mampu mengurangi hilangnya unsur hara dengan cara pelindian, sehingga peningkatan efisiensi pemupukannya memungkinkan untuk dilakukan. *Biochar* adalah bahan organik alternatif yang dapat digunakan untuk memperbaiki kesuburan tanah ramah lingkungan, murah, dan berkelanjutan (Maftu'ah dan Nursyamsi, 2015).

Biochar dapat difungsikan sebagai bahan yang dapat meningkatkan kesuburan tanah melalui perbaikan kondisi fisik dan kimia (bahan amelioran organik) bukan sebagai pupuk. *Biochar* dapat meningkatkan produktivitas lahan, serta membantu dalam meningkatkan efisiensi pemupukan. *Biochar* juga dapat difungsikan sebagai bahan pencampuran (*bulking agent*) untuk pengomposan yang berguna dalam menyempurnakan proses humifikasi dan kualitas akhir kompos. Pengaplikasian *biochar* juga bisa mengurangi pencemaran air dan meningkatkan penyimpanan karbon tanah (Utomo *et al.*, 2016).

Biochar bisa dibuat atau didapat dari limbah pertanian seperti kulit buah-buahan, tempurung kelapa, sekam dan limbah industry lainnya. Kulit buah kakao merupakan salah satu dari banyaknya limbah pertanian yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku *biochar*. Limbah kulit buah kakao ini belum dimanfaatkan dengan baik oleh petani. Kebanyakan petani hanya membuang atau hanya mengubur limbah kulit buah kakao tanpa mengolahnya terlebih dahulu menjadi bahan organik yang berkualitas. Limbah kulit buah kakao akan menjadi masalah jika tidak ditangani dengan baik karena limbah kulit buah kakao ini mencapai sekitar 60% dari total produksi buah (Haryanti *et al.*, 2018).

Kulit buah kakao bisa dibuat sebagai *biochar* karena memiliki kandungan lignin, selulosa dan hemiselulosa. Penelitian Shalsabila *et al.*, 2017 memperoleh hasil yang menyatakan bahwa pengaplikasian *biochar* kulit buah kakao dapat meningkatkan sifat kimia tanah seperti pH, N, P, K,CN dan KTK sebesar 17%. *Biochar* kulit buah kakao berpengaruh secara cepat terhadap sifat kimia tanah, namun untuk sifat fisika tanah membutuhkan waktu yang lebih lama.

Pada lahan yang cenderung kering, memiliki tingkat kemasaman tanah yang cukup tinggi yang umumnya disebabkan oleh tingginya konsentrasi aluminium. Konsentrasi aluminium dalam tanah yang tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat dan menurunkan kemampuan lahan dalam memproduksi pangan. Penggunaan *biochar* dapat mengurangi pencucian pestisida dan unsur hara yang akhirnya berdampak baik pada meningkatnya kualitas lingkungan (Nurida *et al.*, 2013).

Perbaikan kualitas lahan karena penambahan *biochar* haruslah berimplikasi pada peningkatan produktivitas tanaman. Produktivitas tanaman pangan seperti padi gogo terbukti meningkat setelah diberikan *biochar*. Peningkatan produktivitas tanaman dibandingkan tanpa diberi *biochar* sangat bervariasi. Pada tanah Alfisol yang tergolong cukup baik, peningkatan produktivitas padi gogo hanya 6,27%. Dampak pemberian *biochar* kedalam tanah terbukti berpengaruh pada produktivitas tanaman, namun konsentrasi yang diberikan juga harus tepat sehingga dapat teraplikasikan dengan baik (Haefele *et al.*, 2011).

2.4 *Actinomycetes* dan peranannya

Aktivitas memperbaiki kesuburan fisik, kimia dan biologi tanah dapat dilakukan dengan memanfaatkan mikroorganisme. Salah satu dari beberapa jenis mikroorganisme yang dapat berikatan dengan akar tanaman yaitu *Actinomycetes*. *Actinomycetes* adalah salah satu bakteri yang memiliki banyak kemampuan, antara lain sebagai pelarut fosfat, organisme yang tahan terhadap jamur tanaman dan pemacu pertumbuhan tanaman. selain itu penggunaan *Actinomycetes* juga memiliki kemampuan dalam menekan jumlah etilen yang berlebihan pada tanaman (Fitriana, 2021).

Actinomycetes merupakan bakteri gram positif yang sifatnya aerob dan mempunyai bentuk yang hamoir sama dengan fungi karna bermiselium. *Actinomycetes* mempunyai kadar Guanin dan sitosin yang relatif tinggi. *Actinomycetes* merupakan kelompok sumber daya mikroba terbesar yang dapat menghasilkan dan memproduksi antibiotik serta bioaktif nonantibiotika seperti senzi, antioksidasi reagen *actinomycetes* dan imunologi. *Actinomycetes* juga disebut dengan *filamentous bacteria* karena morofolgi *actinomyeces* mirip dengan cendawan berflamen karena membentuk miselium dan spora, tetapi komposisi dinding selnya dan struktur selnya lebih mirip bakteri (Putri *et al.*, 2018).

Actinomycetes adalah bakteri yang tersebar luas dan hidup bebas di tanah dan air. *Actinomycetes* dapat berasosiasi dengan tanaman tingkat tinggi. Populasi *Actinomycetes* telah teridentifikasi sebagai salah satu kelompok utama populasi tanah. *Actinomycetes* bersifat aerob, pertumbuhan lambat, menghendaki suhu sekitar 25 - 37°C, berukuran besar dan cenderung membentuk rantai atau filament.

Actinomycetes mempunyai distribusi pertumbuhan luas berbentuk filamen dalam tanah dan koloni di permukaan akar maupun rizosfer (Kurniawan, 2020).

Actinomycetes memiliki peran penting pada proses perombakan bahan organik kompleks menjadi bahan organik yang lebih sederhana sehingga dapat digunakan langsung oleh organisme lain. *Actinomycetes* memiliki keistimewaan yaitu cenderung berasosiasi dengan suatu lapisan permukaan padat. *Actinomycetes* dapat digunakan sebagai pupuk hayati maupun aktivator karena kemampuannya untuk memperbaiki sifat tanah yang dapat meningkatkan kesuburan dan kesehatan tanah (c).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sahur *et al.*, (2018), menunjukkan bahwa mikroba *Actinomycetes* mampu meningkatkan pertumbuhan dan nutrisi tanaman serta menguntungkan kolonisasi akar kedelai. Inokulasi dengan kedua jenis mikroorganisme tersebut menunjukkan efek sinergis terhadap parameter peningkatan pertumbuhan tanaman dan perolehan hara. Hasil penelitian ini mendukung penggunaan *Actinomycetes* sebagai pemacu pertumbuhan tanaman.