

**PENGARUH APLIKASI *BIOCHAR* DAN *Actinomyces* sp. TERHADAP
PRODUKTIVITAS TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.)
HASIL PEMBIAKAN SECARA STEK**



FAHIKATUN NISA

G012212001

PROGRAM STUDI MAGISTER AGROTEKNOLOGI

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024



Optimized using
trial version
www.balesio.com

**PENGARUH APLIKASI *BIOCHAR* DAN *Actinomyces* sp. TERHADAP
PRODUKTIVITAS TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.)
HASIL PEMBIAKAN SECARA STEK**

FAHIKATUN NISA

G012212001



**PROGRAM STUDI MAGISTER AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**



**PENGARUH APLIKASI *BIOCHAR* DAN *Actinomyces* sp. TERHADAP
PRODUKTIVITAS TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.)
HASIL PEMBIAKAN SECARA STEK**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Magister Agroteknologi

Disusun dan diajukan oleh

FAHIKATUN NISA

G012212001

Kepada

**PROGRAM STUDI MAGISTER AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**



TESIS

**PENGARUH APLIKASI *BIOCHAR* DAN *Actinomycetes* sp. TERHADAP
PRODUKTIVITAS TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.)
HASIL PEMBIAKAN SECARA STEK**

**FAHIKATUN NISA
G012212001**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Magister pada tanggal 4 September 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyesahkan :

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


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


Dr. Ir. Rafiuddin, M.P.
NIP. 19641229 198903 1 003

Ketua Program Studi
Magister Agroteknologi,

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin,




Prof. Dr. Ir. Salehoke, M.Sc.
NIP. 1963123 198811 1 005

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Pengaruh Aplikasi *Biochar* Dan *Actinomyces* Sp. Terhadap Produktivitas Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) Hasil Pembiakan Secara Stek" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Prof. Dr. Ir. H. Nasaruddin, M.S sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Ir. Rafiuddin, M.P sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

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

Makassar, Oktober 2024




FAHIKATUR NISA
G012212001



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Pengaruh Aplikasi *Biochar* dan *Actinomycetes* sp. terhadap Produktivitas Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) Hasil Pembiakan Stek”. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada teladan kaum muslimin baginda Rasullullah Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, para sahabat dan serta ummat-nya yang senantiasa istiqamah menjaga ajaran-nya.

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Magister (S2) pada Program Studi Magister Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna, oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis memohon maaf atas segala kekurangan dan memohon saran dan kritikan. Proses penyusunan tesis ini tidak lepas atas karunia dan pertolongan dari Allah Subhanahu wa ta’ala serta bimbingan, dorongan dan bantuan baik materi maupun non materi dari berbagai pihak, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan baik dan tepat waktu. Perkenankanlah penulis menghaturkan ucapan terima kasih kepada:

1. Keluarga tercinta yaitu Ayahanda H. Muh Agus, Ibunda Hj. Jumrawati, dan saudariku Muftihatur Rahmah yang selalu memberikan dukungan serta semangat tanpa henti dalam setiap langkah penulis.
2. Dosen pembimbing Prof.Dr. Ir. H. Nasaruddin, M.S, dan Dr. Ir. Rafiuddin, M.P, atas segala bimbingan, arahan, masukan, dan motivasi yang telah diberikan selama penelitian dan penyusunan tesis sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Dosen penguji Dr. Ir. Abd. Haris Bahrin, M.Si., Ir. Ifayanti Ridwan Saleh, S.P., M.P., Ph.D dan Dr. Amin Nur, S.P, M.Si., yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan nasihat, masukan, dan saran untuk penelitian dan penyusunan tesis ini.
4. Dosen Program Studi Magister Agroteknologi, Fakultas Pertanian, serta Universitas Hasanuddin atas ilmu bermanfaat yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi.
5. Teman-teman Aldebaran 2017 dan Agroteknologi 2021(2) atas semangat, dukungan, dan doa yang telah diberikan.
6. Saudariku Dwi Surya Ningsih, Reski Aulia, Bapak Takdir Jelani dan Ibu Andi Yuni Yusuf Singke yang telah memberikan kesempatan belajar dan memberikan ilmu pengetahuan serta penyediaan kebun kakao sebagai tempat penelitian berlangsung.
7. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah berjasa memberi segala bantuan, semangat, dan dukungan selama penulis melaksanakan penelitian dan menyelesaikan tesis.

Semoga segala bantuan, bimbingan dan pengajaran yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan dari Allah Subhanahu wa ta’ala. Aamiin.

Makassar, Oktober 2024

Fahikatun Nisa



ABSTRAK

FAHIKATUN NISA. **Pengaruh Aplikasi *Biochar* dan *Actinomyces* sp. Terhadap Produktivitas Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) Hasil Pembiakan Secara Stek** (dibimbing oleh Nasaruddin dan Rafiuddin).

Latar belakang. Produktivitas tanaman kakao di Indonesia mengalami penurunan yang disebabkan oleh berbagai faktor seperti perubahan iklim dan penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus yang mengakibatkan terjadinya degradasi lahan. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui, mempelajari dan menganalisis respons tanaman kakao terhadap pengaplikasian jenis biochar dan mikroba actinomyces dalam meningkatkan produktivitas tanaman kakao. **Metode.** Penelitian dilaksanakan di Desa Watu Toa, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng. penelitian berbentuk percobaan menggunakan rancangan petak terpisah (RPT), petak utama adalah jenis biochar yaitu biochar sekam padi, biochar tempurung kelapa dan biochar tongkol jagung, sedangkan anak petak adalah konsentrasi mikroba actinomyces 0 mL L⁻¹, 30 mL L⁻¹, 60 mL L⁻¹ dan 90 mL L⁻¹. Setiap kombinasi perlakuan terdapat 3 ulangan dan 3 unit tanaman sehingga diperoleh 108 unit percobaan. **Hasil.** Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara biochar tongkol jagung dengan mikroba actinomyces 90 mL L⁻¹ menunjukkan hasil tertinggi terhadap luas bukaan stomata (83,04 μm^2), persentase dompol bunga gugur terendah (32,39 %) dan bobot 100 biji kering (171,68 g), sedangkan biochar tongkol jagung dengan mikroba actinomyces 60 ml menunjukkan hasil tertinggi terhadap jumlah pentil kakao terbentuk (43,11 pentil) dan jumlah buah bertahan (37,67 buah). Perlakuan tunggal *biochar* tongkol jagung menunjukkan hasil tertinggi terhadap luas bukaan stomata (74,07 μm^2), klorofil a (300,86 $\mu\text{mol m}^{-2}$), klorofil b (131,57 $\mu\text{mol m}^{-2}$), klorofil total (426,12 $\mu\text{mol m}^{-2}$), bobot 100 biji kering (167,20 g) dan persentase dompol bunga gugur terendah (43,12 %), sedangkan perlakuan tunggal mikroba actinomyces konsentrasi optimum 84,18 mL L⁻¹ merupakan konsentrasi yang menghasilkan produksi tanaman kakao tertinggi. **Kesimpulan.** Biochar tongkol jagung dengan actinomyces 60 mL L⁻¹ memberikan pengaruh terbaik terhadap produktivitas tanaman kakao.

Kata kunci: *Actinomyces* , *Biochar*, *Kakao*, *Produktivitas*.



ABSTRACT

FAHIKATUN NISA. **Effect of Biochar Application and Actinomycetes sp. on Productivity of Cocoa Plants (*Theobroma cacao* L.) Cultivated by Cuttings** (supervised by Nasaruddin and Rafiuddin).

Background. Cocoa productivity in Indonesia has declined due to various factors such as climate change and the continuous use of inorganic fertilizers, resulting in land degradation. **Aim.** This research aims to determine, study and analyze the response of cocoa plants to the application of biochar types and actinomycetes microbes in increasing the productivity of cocoa plants. **Method.** The research was conducted in Watu Toa Village, Marioriwawo District, Soppeng Regency. The research was in the form of an experiment using a separate plot design (RPT), the main plot was the type of biochar, namely rice husk biochar, coconut shell biochar and corn cob biochar, while the subplots were the concentration of actinomycetes microbes 0 mL L⁻¹, 30 mL L⁻¹, 60 mL L⁻¹ and 90 mL L⁻¹. Each treatment combination has 3 replicates and 3 plant units so that 108 experimental units are obtained. **Results.** The results showed that there was an interaction between corn cob biochar with microbial actinomycetes 90 mL L⁻¹ showed the highest results on the area of stomatal openings (83.04 μm^2), the lowest percentage of fallen flowers (32.39%) and the highest 100 dry weight (171.68 g), while corn cob biochar with microbial actinomycetes 60 mL L⁻¹ showed the highest results on the number of cocoa pods formed (43.11 pods) and number of surviving fruits (37.67 fruits). The sole treatment of corn cob biochar showed the highest results on stomatal opening area (74.07 μm^2), chlorophyll a (300.86 $\mu\text{mol m}^{-2}$), chlorophyll b (131.57 $\mu\text{mol m}^{-2}$), total chlorophyll (426.12 $\mu\text{mol m}^{-2}$), 100 dry seed weight (167.20 g) and the lowest percentage of deciduous flowers (43.12 %), while the single treatment of actinomycetes microbes with a concentration of 84.18 mL L⁻¹ is the concentration that produces the highest cocoa plant production. **Conclusion.** Corn cob biochar with actinomycetes 60 mL L⁻¹ gave the best effect on cocoa plant productivity.

Keywords: *Actinomycetes* , *Biochar*, *Cocoa*, *Productivity*.



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGANTAR.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Landasan Teori.....	3
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan dan Manfaat.....	4
1.4. Hipotesis	4
BAB II METODE PENELITIAN.....	5
2.1. Tempat dan Waktu.....	5
2.2. Alat dan Bahan	5
2.3. Metode Penelitian.....	5
2.4. Pelaksanaan Penelitian.....	5
2.5. Parameter Pengamatan	6
2.6. Analisis Data	8
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	9
3.1. Hasil.....	9
3.2. Pembahasan	30
BAB IV KESIMPULAN	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN	45



DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
1. Rumus klorofil daun	7
2. Rata-rata luas bukaan stomata (μm^2)	10
3. Rata-rata klorofil a ($\mu\text{mol m}^{-2}$)	11
4. Rata-rata klorofil b ($\mu\text{mol m}^{-2}$)	13
5. Rata-rata klorofil total ($\mu\text{mol m}^{-2}$).....	14
6. Rata-rata jumlah dompol bunga terbentuk (dompol)	16
7. Rata-rata persentase dompol bunga gugur (%)	17
8. Rata-rata jumlah pentil buah kakao terbentuk (pentil)	19
9. Rata-rata persentase pentil buah kakao gugur (%).....	20
10. Rata-rata jumlah buah bertahan (buah).....	22
11. Rata-rata jumlah buah yang dipanen (buah)	23
12. Rata-rata bobot 100 biji kering (gram)	26
13. Rata-rata produksi per pohon (gram).....	27
14. Rata-rata produksi per hektar (kg/ha)	29



DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut		Halaman
1.	Rata-rata kerapatan stomata (stomata. mm ⁻²) pada berbagai jenis biochar dan konsentrasi mikroba actinomycetes	9
2.	Grafik korelasi bivariat rata-rata luas bukaan stomata pada berbagai jenis biochar dan konsentrasi mikroba actinomycetes	10
3.	Grafik korelasi bivariat rata-rata klorofil a pada berbagai jenis biochar dan konsentrasi mikroba actinomycetes	12
4.	Grafik korelasi bivariat rata-rata klorofil b pada berbagai jenis biochar dan konsentrasi mikroba actinomycetes	13
5.	Grafik korelasi bivariat rata-rata klorofil total pada berbagai jenis biochar dan konsentrasi mikroba actinomycetes	15
6.	Grafik korelasi bivariat rata-rata jumlah dompol bunga terbentuk pada berbagai jenis biochar dan konsentrasi mikroba actinomycetes	16
7.	Grafik korelasi bivariat rata-rata persentase dompol bunga gugur pada berbagai jenis biochar dan konsentrasi mikroba actinomycetes	18
8.	Grafik korelasi bivariat rata-rata jumlah pentil kakao terbentuk pada berbagai jenis biochar dan konsentrasi mikroba actinomycetes	19
9.	Grafik korelasi bivariat rata-rata persentase pentil kakao gugur pada berbagai jenis biochar dan konsentrasi mikroba actinomycetes	21
10.	Grafik korelasi bivariat rata-rata jumlah buah bertahan pada berbagai jenis biochar dan konsentrasi mikroba actinomycetes	22
11.	Grafik korelasi bivariat rata-rata jumlah buah yang dipanen pada berbagai jenis biochar dan konsentrasi mikroba actinomycetes	24
12.	Rata-rata jumlah biji per buah (biji) pada berbagai jenis biochar dan konsentrasi mikroba actinomycetes	25
13.	Grafik korelasi bivariat rata-rata bobot 100 biji keirng pada berbagai jenis biochar dan konsentrasi mikroba actinomycetes	26
14.	Grafik korelasi bivariat rata-rata produksi per pohon pada berbagai jenis biochar dan konsentrasi mikroba actinomycetes	28
15.	Grafik korelasi bivariat rata-rata produksi per hektar pada berbagai jenis biochar dan konsentrasi mikroba actinomycetes	29



DAFTAR LAMPIRAN

Gambar

Nomor Urut	Halaman
1. Data curah hujan bulanan BPP Maririwawo Tahun 2023	45
2. Denah pengacakan di lapangan	46
3. Proses pelaksanaan penelitian	47
4. Buah kakao setelah dipanen pada berbagai kombinasi perlakuan	48
5. Stomata daun kakao pada berbagai kombinasi perlakuan	49

Tabel

Nomor Urut	Halaman
1. Hasil analisis biochar	50
2. Hasil analisis tanah sebelum perlakuan	50
3. Hasil analisis tanah setelah perlakuan	51
4. a. Rata-rata kerapatan stomata (stomata. mm ²)	52
4. b. Sidik ragam kerapatan stomata	52
5. a. Rata-rata luas bukaan stomata (μm ²)	53
5. b. Sidik ragam luas bukaan stomata	53
6. a. Rata-rata klorofil a (μmol m ⁻²)	54
6. b. Sidik ragam klorofil a	54
7. a. Rata-rata klorofil b (μmol m ⁻²)	55
7. b. Sidik ragam klorofil b	54
8. a. Rata-rata klorofil total (μmol m ⁻²)	56
8. b. Sidik ragam klorofil total	56
9. a. Rata-rata jumlah dompol bunga terbentuk (dompol)	57
9. b. Sidik ragam jumlah dompol bunga terbentuk	57
10. a. Rata-rata persentase dompol bunga gugur (%)	58
10. b. Sidik ragam persentase dompol bunga gugur	58
11. a. Rata-rata jumlah pentil buah kakao terbentuk (pentil)	59
11. b. Sidik ragam jumlah pentil buah kakao terbentuk	59
12. a. Rata-rata persentase pentil buah kakao gugur (%)	60
12. a. Sidik ragam persentase pentil buah kakao gugur	60
12. c. Rata-rata persentase pentil buah kakao gugur (%) setelah transformasi log x ..	61
12. d. Sidik ragam persentase pentil buah kakao gugur setelah transformasi log x ..	61
13. a. Rata-rata jumlah buah bertahan (buah)	62
13. b. Sidik ragam jumlah buah bertahan	62
13. c. Rata-rata jumlah buah bertahan setelah transformasi $\sqrt{x}$	63
13. d. Sidik ragam jumlah buah bertahan setelah transformasi $\sqrt{x}$	63
13. e. Rata-rata jumlah buah yang dipanen (buah)	64
13. f. Sidik ragam jumlah buah yang dipanen	64
13. g. Rata-rata jumlah buah yang dipanen setelah transformasi $\sqrt{x}$	65
13. h. Sidik ragam jumlah buah yang dipanen setelah transformasi $\sqrt{x}$	65



15. a. Rata-rata jumlah biji per buah (biji)	66
15. b. Sidik ragam jumlah biji per buah	66
16. a. Rata-rata bobot 100 biji kering (gram)	67
16. b. Sidik ragam bobot 100 biji kering.....	67
17. a. Rata-rata produksi per pohon (gram)	68
17. b. Sidik ragam produksi per pohon	68
17. c. Rata-rata produksi per pohon setelah transformasi log x	69
17. d. Sidik ragam produksi per pohon setelah transformasi log x.....	69
18. a. Rata-rata produksi per hektar (kg/ha).....	70
18. b. Sidik ragam produksi per hektar	70
18. c. Rata-rata produksi per hektar setelah transformasi log x	71
18. d. Sidik ragam produksi per hektar setelah transformasi log x.....	71



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sektor pertanian mempunyai peranan yang cukup penting dalam kegiatan perekonomian di Indonesia, hal ini dapat dilihat dari kontribusinya terhadap produk domestik bruto (PDB) yang cukup besar yaitu 12,40 % pada tahun 2022, menempati urutan kedua setelah sektor industri pengolahan sebesar 18,34 %. Salah satu sub sektor yang cukup besar potensinya adalah perkebunan. Kontribusi sub sektor perkebunan tahun 2022 yaitu sebesar 3,76 % terhadap total PDB dan 30,30 % terhadap sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan atau merupakan urutan pertama pada sektor tersebut (Badan Pusat Statistik, 2023). Salah satu komoditi Perkebunan yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi adalah tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.). Tanaman kakao menjadi salah satu komoditas unggulan yang memberikan kontribusi signifikan terhadap pendapatan petani serta perekonomian lokal.

Indonesia termasuk negara yang memiliki potensi besar sebagai penghasil kakao di dunia karena sebagian besar wilayahnya berada pada garis khatulistiwa yang sesuai untuk budidaya kakao. Indonesia sebagai salah satu produsen kakao terbesar dunia dalam 5 tahun mengalami penurunan jumlah produksi dan luas areal. Luas lahan kakao di Indonesia tahun 2022 mencapai 1.421.009 hektar dengan produksi 650.612 ton (Badan Pusat Statistik, 2023). Pada tahun 2021 Indonesia berada pada peringkat ke-6 dunia dan pada tahun 2022 Indonesia berada pada peringkat ke-7 sebagai negara produsen kakao terbesar dunia (ICCO, 2023). Selain itu, produktivitas tanaman kakao di Indonesia jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan negara produsen kakao utama di dunia.

Besarnya kontribusi yang dihasilkan oleh Indonesia melalui pengembangan tanaman kakao tersebut sebagian besar berasal dari pulau Sulawesi. Sulawesi Selatan merupakan salah satu sentra penghasil kakao terbesar ketiga setelah Sulawesi Tengah dan Sulawesi Tenggara dengan luas areal 175.5 ha dan produksi 82.5 ton (Badan Pusat Statistik, 2024). Produktivitas tanaman kakao di Sulawesi Selatan dalam 5 tahun terakhir terus mengalami penurunan. Pada tahun 2018 produktivitas tanaman kakao di Sulawesi Selatan sebesar 807 kg/ha, mengalami penurunan pada tahun 2019 sebesar 756 kg/ha (Badan Pusat Statistik, 2020), dan pada tahun 2020 sebesar 776 kg/ha, tahun 2021 sebesar 753 kg/ha (Badan Pusat Statistik, 2022) dan 725 kg/ha pada tahun 2022 (Badan Pusat Statistik, 2023).

Rendahnya produktivitas tanaman kakao ini disebabkan karena adanya erosi, perubahan iklim, praktik pengolahan lahan yang tidak tepat, hingga eksploitasi hara adinya degradasi lahan di areal pertanaman kakao tersebut bukan menjadi tidak efektif meskipun pemupukan yang diberikan an sehingga dalam hal ini pupuk hanya akan menjenuhkan tanah diserap oleh tanaman (Utomo *et al.*, 2010). Kondisi lahan yang tidak langsung akan mempengaruhi hasil produksi kakao (Nurqadri



Perbaikan kualitas tanah yang rusak dapat dilakukan dengan penambahan bahan organik seperti biochar. Biochar adalah bahan organik kaya karbon yang dihasilkan melalui pirolisis biomassa seperti kayu, sisa tanaman, atau pupuk kandang. Pembuatan biochar dengan cara pirolisis (pembakaran tidak sempurna) dilakukan dengan menggunakan alat pembakaran atau pirolisator sehingga diperoleh arang yang mengandung karbon tinggi dan dapat diaplikasikan sebagai pembenah tanah (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2012; Situmeang, 2020). Biochar dapat meningkatkan kesuburan tanah, penyerapan karbon dan aktivitas mikroba. Biochar memiliki beberapa manfaat bagi pertanian, termasuk potensinya untuk meningkatkan penyimpanan karbon tanah dan mitigasi perubahan iklim. Hal ini dapat mengurangi mineralisasi karbon organik tanah dan menstabilkan substrat organik segar yang tidak stabil, sehingga meningkatkan penyimpanan karbon tanah. Selain itu, biochar dapat meningkatkan efisiensi penggunaan karbon oleh mikroba dan mendorong pembentukan residu mikroba yang stabil dari substrat labil yang ditambahkan ke dalam tanah (Kalu *et al.*, 2024). Biochar dapat melindungi substrat organik eksogen dan turunan mikroba dari pembusukan, sehingga meningkatkan ikatan organo-mineral yang kuat dan meningkatkan penyimpanan karbon tanah (Pan *et al.*, 2021).

Penggunaan biochar memberikan dampak yang baik terhadap ketersediaan air, unsur hara tanah yang akan membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman. *Biochar* dapat menjaga keseimbangan C dan N dalam tanah untuk jangka waktu yang panjang, juga dapat meningkatkan serapan P dan N, serta meningkatkan KTK dan pH tanah (Gani, 2009; Situmeang, 2020). Aplikasi *biochar* dapat mengurangi penggunaan pupuk sintesis melalui keberimbangan penggunaan pupuk organik dan pupuk anorganik. Biochar dapat diberikan secara bertahap, tergantung pada target tingkat aplikasi, ketersediaan cadangan *biochar* dan sistem pengelolaan tanah. Efek positif dari pengaplikasian biochar ke tanah akan meningkat seiring waktu (Adhi, 2013; Situmeang, 2020). Menurut Nurmallasari *et al* (2022), aplikasi biochar tempurung kelapa dengan dosis 5 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan luas daun tanaman kedelai. Aplikasi *biochar* tempurung kelapa dengan dosis 5 ton ha⁻¹ menunjukkan hasil terbaik terhadap jumlah dompol bunga terbentuk (Laurenze *et al.*, 2023). Hasil penelitian Hadiawati *et al* (2019) menyatakan bahwa *biochar* sekam padi 5 ton/ha menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik dan berkontribusi terhadap produksi tanaman padi.

Keberadaan biochar ini belum dapat menggantikan peran pupuk dalam menyediakan unsur hara bagi tanaman sehingga diperlukan penambahan mikroba tanah yang mampu mendepolimerisasi dan melepaskan unsur-unsur seperti nitrogen, fosfor dan belerang, yang terikat bersama dalam molekul organik dan memiliki bioavailabilitas yang sedikit bagi tanaman (Jacoby *et al.*, 2017). Actinomycetes merupakan salah satu mikroba tanah bermanfaat yang memiliki berbagai keunggulan,



menghasilkan antibiotik, sebagai patogen secara biologis, dan juga bioaktif dengan aktivitas antivirus, antikanker, herbisida, parasit (Rabah *et al.*, 2007; Saryono *et al.*, 2019). Selain itu, memiliki morfologi yang berbeda dan ditemukan di lingkungan tanah dan berkontribusi terhadap keseimbangan siklus ekologi dan nutrisi. Mereka menghasilkan antibiotik dan senyawa bioaktif menjadikannya bermanfaat untuk pertanian, kedokteran, dan pengelolaan lingkungan (Saryono *et*

al., 2019). Hasil penelitian Aallam *et al* (2021) bahwa actinomycetes dengan konsentrasi 60 hingga 170 mL L⁻¹ memiliki kemampuan melarutkan batuan fosfat menjadi jenis pupuk baru yang bermanfaat bagi kebutuhan nutrisi tanaman dan lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan pupuk kimia. Interaksi antara tanaman dan mikroba tanah sangat penting untuk penyerapan unsur hara dan kinerja tanaman secara keseluruhan, oleh karena itu di butuhkan mikroba tanah seperti mikroba actinomycetes untuk dikombinasikan dengan biochar dalam memperbaiki dan meningkatkan produktivitas tanaman kakao.

Berdasarkan uraian di atas, dilakukan penelitian terkait aplikasi berbagai jenis biochar dan mikroba actinomycetes dalam meningkatkan produktivitas tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.).

1.2. Landasan Teori

Biochar adalah bahan kaya karbon yang berasal dari biomassa seperti kayu maupun sisa hasil pengolahan tanaman yang dipanaskan dalam wadah dengan sedikit atau tanpa udara (Lehmann dan Joseps, 2009; Situmeang, 2020). Biochar dapat menambah kelembaban dan kesuburan tanah serta bisa bertahan ribuan tahun di dalam tanah bila digunakan untuk pengurangan emisi CO₂. Penggunaan biochar dalam jangka panjang tidak mengganggu keseimbangan karbon-nitrogen, biochar mampu meningkatkan air dan nutrisi tersedia dalam tanah bagi tanaman (Situmeang, 2020). Penggunaan biochar berpori dan kaya karbon yang dibuat dari biomassa tanaman melalui proses pirolisis dapat membantu mencegah kehilangan nutrisi secara berkelanjutan. Biomassa tanaman mengalami konversi termokimia tanpa oksigen dengan kisaran suhu 300°C hingga 500°C. Sifat bahan biochar yang diproduksi melalui proses pirolisis bergantung pada biomassa yang digunakan dan juga suhu yang digunakan dalam persiapannya.

Biochar memiliki manfaat utama seperti meningkatkan kesuburan tanah, struktur, kapasitas menahan air, kandungan karbon organik, peningkatan aktivitas biologis, dengan demikian, meningkatkan hasil panen secara berkelanjutan (Masto *et al.*, 2013). Biochar juga berfungsi sebagai alternatif yang lebih baik untuk pupuk organik lainnya karena melakukan pekerjaan yang sama seperti kompos. Aplikasi biochar ke dalam tanah sebagai amandemen meningkatkan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah dan dengan demikian memecahkan banyak masalah terkait tanah (Singh *et al.*, 2012). Biochar bersifat persisten di tanah dan memiliki efek yang menguntungkan yaitu lebih tahan lama dibandingkan dengan bahan organik lainnya. Sifat unik biochar adalah mempertahankan sebagian besar nutrisi yang diberikan dan membuatnya tersedia untuk tanaman yang sedang tumbuh daripada bahan organik lainnya seperti serasah daun biasa di pertanian, kompos atau pupuk kandang (Schulz *et al.*, 2013).



Optimized using
trial version
www.balesio.com

dalah bakteri gram positif pembentuk spora aerobik. Kata al dari kata Yunani "aktis" (sejenis jamur) dan "mykes" (jamur) karakteristik bakteri dan jamur (Das *et al.*, 2008). Actinomycetes dikenal berbagai macam metabolit sekunder yang memiliki berbagai nilai tik, antijamur, antiprotozoa, antivirus, antikolesterol, antihelminth, osupresan. Antibiotik seperti streptomisin, gentamisin, rifamisin, digunakan saat ini merupakan produk actinomycetes. Produk-

produk tersebut tidak hanya bagi industri farmasi tetapi juga bagi pertanian. Actinomycetes berpotensi menghambat pertumbuhan beberapa patogen tanaman (Sprusansky *et al.*, 2005; Bhatti *et al.*, 2017). Selain itu, actinomycetes juga memiliki kemampuan dalam mengkolonisasi wilayah di sekitar akar tanaman, yang disebut rizosfer. Area ini memiliki nilai nutrisi yang lebih tinggi karena eksudasi akar, sekresi, dan pengendapan senyawa penting misalnya asam amino, asam lemak, asam organik, fenol, sterol, gula, dan vitamin (Yadav *et al.*, 2018). Actinomycetes ada di mana-mana dan membentuk populasi yang stabil dan persisten di berbagai ekosistem terutama di tanah. Tanah merupakan reservoir terpenting bagi actinomycetes dan juga merupakan zona interaksi paling aktif antara actinomycetes dan bentuk kehidupan lainnya (Singh & Dubey, 2018). Actinomycetes membuat siklus hidup prokariota yang berbeda dan tampaknya memainkan peran penting dalam siklus bahan organik di ekosistem tanah (Veiga *et al.*, 1983; Bhatti *et al.*, 2017).

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh interaksi antara pemberian berbagai jenis biochar dan konsentrasi mikroba actinomycetes terhadap produktivitas tanaman kakao?
2. Bagaimana pengaruh berbagai jenis biochar terhadap produktivitas tanaman kakao?
3. Bagaimana pengaruh konsentrasi mikroba actinomycetes terhadap produktivitas tanaman kakao?

1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh pemberian berbagai jenis biochar dan penambahan mikroba actinomycetes terhadap produktivitas tanaman kakao sehingga menjadi bahan pembelajaran dalam proses budidaya tanaman kakao.

1.5. Hipotesis

Adapun hipotesis penelitian tentang pengaruh aplikasi berbagai jenis biochar dan penambahan mikroba actinomycetes terhadap peningkatan produktivitas tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai berikut :

1. Terdapat interaksi antara biochar dengan mikroba actinomycetes yang memberikan pengaruh terbaik terhadap produktivitas tanaman kakao.
2. Terdapat satu atau lebih jenis biochar yang memberikan pengaruh terbaik terhadap produktivitas tanaman kakao.
3. Terdapat konsentrasi atau lebih mikroba actinomycetes yang memberikan pengaruh terbaik terhadap produktivitas tanaman kakao.

