

SKRIPSI

**PENGARUH PEMBERIAN *BIOCHAR* TONGKOL JAGUNG DENGAN
MIKROBA *AZOTOBACTER* DAN *ACTINOMYCETES* TERHADAP
PERTUMBUHAN GENERATIF TANAMAN KAKAO**

JORDAN CHRISTI PENGGELE

G011171530



**DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2021

SKRIPSI

**PENGARUH PEMBERIAN *BIOCHAR* TONGKOL JAGUNG DENGAN
MIKROBA *AZOTOBACTER* DAN *ACTINOMYCETES* TERHADAP
PERTUMBUHAN GENERATIF TANAMAN KAKAO**

Disusun dan diajukan oleh

JORDAN CHRISTI PENGGELE

G011 17 1530



**DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2021

**PENGARUH PEMBERIAN *BIOCHAR* TONGKOL JAGUNG DENGAN
MIKROBA *AZOTOBACTER* DAN *ACTINOMYCETES* TERHADAP
PERTUMBUHAN GENERATIF TANAMAN KAKAO**

**JORDAN CHRISTI PENGGELE
G011 17 1530**

**Skripsi Sarjana Lengkap
Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana**

Pada

**Departemen Budidaya Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar**

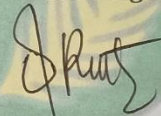
**Makassar, 27 Juli 2021
Menyetujui :**

Pembimbing I



**Prof. Dr. Ir. H. Nasaruddin, MS.
NIP. 19550106 198312 1 001**

Pembimbing II



**Dr. Ir. Syatrianty Andi Syaiful, MS.
NIP. 19620324 198702 2 001**

**Mengetahui
Ketua Departemen Budidaya Pertanian**



**Dr. Ir. Amir Yassi, M.Si
NIP. 19591103 199103 1 002**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH PEMBERIAN *BIOCHAR* TONGKOL JAGUNG DENGAN
MIKROBA *AZOTOBACTER* DAN *ACTINOMYCETES* TERHADAP
PERTUMBUHAN GENERATIF TANAMAN KAKAO**

Disusun dan Diajukan oleh

JORDAN CHRISTI PENGGELE


G011 17 1530

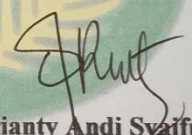
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Masa Studi Program Sarjana, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin pada tanggal 30 April 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

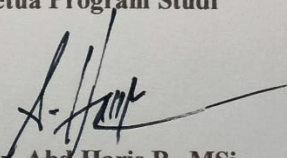
Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


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


Dr. Ir. Syatrianty Andi Syaiful, MS.
NIP. 19620324 198702 2 001

Ketua Program Studi


Dr. Ir. Abd Haris B., MSi.
NIP. 19670811 199403 1 003

ABSTRAK

JORDAN CHRISTI PENGGELE, (G011 17 1530) Pengaruh Pemberian *Biochar* tongkol Jagung dengan Mikroba *Azotobacter* dan *Actinomyces* terhadap Pertumbuhan Generatif Tanaman Kakao. Di bimbingan oleh **NASARUDDIN** dan **SYATRIANTY ANDI SYAIFUL**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh pemberian *biochar* tongkol jagung dengan mikroba *Azotobacter* dan *Actinomyces* terhadap pertumbuhan generatif pada tanaman kakao. Penelitian ini dilaksanakan dari September 2020 sampai Januari 2021, di Kelurahan Gantarangeke, Kecamatan Gantarangeke, Kabupaten Bantaeng, Provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian dilaksanakan dalam bentuk percobaan faktorial 2 faktor menggunakan Rancangan Acak Kelompok sebagai rancangan lingkungannya. Percobaan terdiri atas 2 faktor, faktor pertama adalah pemberian *biochar* yang terdiri dari 3 taraf yaitu tanpa pemberian *biochar*, *biochar* 1 kg/pohon dan *biochar* 2 kg/pohon. Sedangkan faktor kedua adalah penggunaan mikroba yang terdiri dari 4 taraf yaitu tanpa pemberian mikroba, *Azotobacter chroococum* 40 ml.L⁻¹, *Actinomyces* 40 ml.L⁻¹, dan *Azotobacter chroococum* 20 ml.L⁻¹ + *Actinomyces* 20 ml.L⁻¹. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara perlakuan *biochar* tongkol jagung dengan konsentrasi mikroba yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan generatif tanaman kakao. Perlakuan *biochar* 1 kg dapat meningkatkan jumlah pentil yang terbentuk tertinggi, mengurangi jumlah pentil yang gugur dan meningkatkan jumlah buah yang bertahan. Perlakuan konsentrasi mikroba *Azotobacter* dan *Actinomyces* dapat meningkatkan jumlah pentil yang terbentuk tertinggi, mengurangi jumlah pentil yang gugur dan meningkatkan jumlah buah yang bertahan.

Kata kunci: *Actinomyces*, *Azotobacter*, *Biochar*

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jordan Christi Penggele

NIM : G011171530

Program Studi : Agroteknologi

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa tulisan saya berjudul:

“Pengaruh Pemberian *Biochar* Tongkol Jagung Dengan Mikroba *Azotobacter* dan *Actinomyces* terhadap Pertumbuhan Generatif Tanaman Kakao”

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, Juli 2021



Jordan Christi Penggele

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas kehendaknya yang memberikan penulis kekuatan dan kemauan sehingga skripsi penelitian yang berjudul **“Pengaruh Pemberian *Biochar* Tongkol Jagung Dengan Mikroba *Azotobacter* dan *Actinomyces* Terhadap Pertumbuhan Generatif Tanaman Kakao”** dapat terselesaikan dengan baik yang sekaligus menjadi tahap awal untuk menyelesaikan studi di Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis pun menyadari sepenuhnya bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan mengingat keterbatasan penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan tulisan ini sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Penulis pun menyadari bahwa tanpa dukungan dari beberapa pihak, penulisan skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu perkenankan penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Papa Johannes Isak Penggele, Mama Shelvina Apriaty Bansoe, saudaraku Joshua Christian Penggele dan Jericho Christofel Penggele yang selalu memberikan bantuan yang sangat besar, dukungan, doa, perhatian, serta kasih sayangnya kepada penulis yang tidak ternilai dan selalu mendukung penulis sampai penyelesaian penelitian dan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Nasaruddin., MS selaku Pembimbing I dan Ibu Dr. Ir.Hj. Syatrianty Andi Syaiful, MS. selaku Pembimbing II yang telah meluangkan

waktunya memberikan arahan dan petunjuk dalam melaksanakan penelitian ini hingga terselesaikan penelitian ini.

3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Ambo Ala, MS. Ibu Dr. Ir. Asmiaty Sahur, M.P dan Ibu Dr. Ir. Ifayanti Ridwan Saleh, SP. MP. Selaku penguji yang telah memberikan banyak saran dan masukkan kepada penulis sejak awal penelitian hingga terselesaikannya penelitian ini.
4. Bapak Dr. Ir. Yassi, M.Si selaku ketua Departemen Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, dan bapak Dr. Ir. Muh Farid BDR, M. selaku Pembimbing Akademik beserta seluruh dosen dan staf pegawai atas segala bantuan dan perhatian yang telah diberikan
5. Keluarga besar *Plant Physiology* (E11) yang selalu bersedia menjadi penyemangat, tempat belajar dan berbagi ilmu serta senantiasa memberikan kritik dan saran yang sangat membangun terutama kepada kak Kurniawan, S.P, M.Si., kak Eka Setiawan, S.Si, M.Si., kak Rahmania Rizki Syawlia, S.P., kak Adya Novita Aprilyani., S.P., kak Sri Bulan Hendrik, S.P., Kak Herlin, S.P., kak Muthmainnah, S.P., kak Zhalzha Natasya As Zhahra., kak Nurul Qadriani Yushar, S.P., kak Mariam Umar, S.P., kak Aisyah Amini Iqbal, S.P., Nurazizah Basri, Muhammad Syachrul Ramadhan, dan Gavrilla Bijang Sahetapy.
6. Teman-teman semasa penelitian di Bantaeng dan Bulukumba “Posko Kaloling”, Reynaldi Laurenze, Exalt Rivaldo Lewi, Reski Anugraeni Rahman, Hasriani Nurainun Hasbi, Ainun Rahmawati N, dan Kiki Atmi. Terima kasih untuk kebersamaan, semangat, suka duka dan motivasinya selama ini.
7. Teman-teman Kaliptra dan Agroteknologi 2017 atas semangat, dukungan, dan doa yang telah diberikan.

8. Seluruh pihak yang telah memberikan semangat dan dukungan dari awal penelitian hingga terselesaikannya penelitian ini.

Akhirnya, penulis berdoa agar segala bantuan yang diberikan akan Tuhan kembalikan dengan berkat yang lebih besar. Penulis menyadari bahwa selama penelitian dan penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Dengan sangat rendah hati penulis, mengharapkan kritik dan saran yang dapat berguna agar skripsi ini lebih baik lagi kedepannya. Harapan penulis agar skripsi ini dapat berguna dan menjadi berkat.

Makassar, Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Hipotesis	5
1.3 Tujuan dan Kegunaan	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 <i>Biochar</i>	7
2.2 Bakteri <i>Azotobacter</i>	8
2.3 Bakteri <i>Actinomycetes</i>	9
BAB III. METODOLOGI	13
3.1 Tempat dan Waktu.....	13
3.2 Alat dan Bahan.....	13
3.3 Rancangan Penelitian.....	14
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	14
3.5 Parameter Pengamatan.....	17
3.6 Analisis Data.....	18
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Hasil	19
4.2 Pembahasan	30
BAB V. PENUTUP	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	39

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Rata-rata pertambahan <i>flush</i> (ranting)	19
2.	Jumlah pentil yang terbentuk (buah).....	20
3.	Persentase pentil gugur (%)	21
4.	Rata-rata persentase asumsi jumlah buah (%)	22

Lampiran

1a.	Rata-rata jumlah <i>flush</i> (ranting)	39
1b.	Sidik ragam rata-rata jumlah <i>flush</i> (ranting).....	39
2a.	Jumlah Pentil yang terbentuk (buah)	40
2b.	Sidik ragam rata-rata jumlah pentil terbentuk (buah)	40
3a.	Rata-rata persentase pentil gugur (%).....	41
3c.	Sidik Ragam rata-rata persentase pentil gugur (%).....	41
4a.	Rata-rata Jumlah buah	42
4b.	Sidik ragam rata-rata Jumlah buah	42
5a.	Rata-rata kerapatan stomata (mm ²)	43
5b.	Sidak ragam rata-rata kerapatan stomata (mm ²)	43
6a.	Rata-rata luas bukaan stomata (mm ²)	44
6b.	Sidik ragam rata-rata luas bukaan stomata (mm ²)	44
7a.	Rata-rata klorofil a (μmol.m ⁻²).....	45
7b.	Sidik ragam rata-rata klorofil a (μmol.m ⁻²).....	45
8a.	Rata-rata klorofil b (μmol.m ⁻²)	46
8b.	Sidik ragam rata-rata klorofil b (μmol.m ⁻²).....	46
9a.	Sidik ragam rata-rata total klorofil (μmol.m ⁻²).....	47
9b.	Sidik ragam rata-rata total klorofil (μmol.m ⁻²).....	47
10a.	Rata-rata energi cahaya absorbs (%)	48
10b.	Sidik ragam rata-rata energi cahaya absorbs (%).....	48
11a.	Rata-rata energi cahaya refleksi (%).....	49
11b.	Sidik ragam rata-rata energi cahaya refleksi (%).....	49
12a.	Rata-rata energi cahaya transmisi (%).....	50
12b.	Sidik ragam rata-rata energi cahaya transmisi (%)	50

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Grafik Rata-rata Kerapatan Stomata (mm^2).....	23
2.	Grafik Rata-rata Luas Bukaan Stomata (mm^2).....	24
3.	Grafik Rata-rata Klorofil a ($\mu\text{mol. m}^{-2}$).....	25
4.	Grafik Rata-rata Klorofil b ($\mu\text{mol. m}^{-2}$).....	26
5.	Grafik Rata-rata Total Klorofil ($\mu\text{mol. m}^{-2}$).....	27
6.	Grafik Rata-rata Energi Cahaya Absorpsi (%).....	28
7.	Grafik Rata-rata Energi Cahaya Refleksi (%).....	29
8.	Grafik Rata-rata Energi Cahaya Transmisi (%).....	30

Lampiran

1.	Denah Percobaan di Lapangan.....	51
----	----------------------------------	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao merupakan salah satu komoditi dalam sub sektor perkebunan yang tergolong sebagai komoditi unggulan nasional. Hal ini dikarenakan kakao dapat diolah menjadi berbagai olahan dan memiliki manfaat yang cukup banyak pula. Dengan adanya keunggulan tersebut, maka menjadikan kakao sebagai komoditi yang mampu mempertahankan daya saing perekonomian Indonesia baik secara nasional maupun secara global di pasar dunia internasional. Hal tersebut juga dapat dibuktikan dimana peran Indonesia dalam pasar internasional yaitu memberikan kontribusi terhadap kebutuhan ekspor kakao di negara lain dalam upaya peningkatan kualitas dan kuantitas biji kakao yang dihasilkan sehingga dapat meningkatkan devisa bagi negara Indonesia.

Mengacu pada hal tersebut, maka perlu adanya pengembangan kakao di Indonesia sehingga menjadikan Indonesia menjadi lebih kompetitif untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas ekspor biji kakao. Salah satu aspek utama yang diinginkan yaitu produksi kakao yang tinggi, dimana kejadian tersebut telah dibuktikan Indonesia pada tahun 2011, dimana Indonesia menjadi produsen kakao terbesar ketiga di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana dengan total produksi sekitar 15% dari kakao dunia, setelah Pantai Gading dengan penyumbang terbesar produksi kakao sebesar 34%, kemudian diikuti oleh Ghana sebesar 18%. Menurut data FAO (2018) dalam Eximbang (2019) Indonesia mengalami penurunan yang dimana menjadi produsen terbesar kelima dunia setelah Pantai gading, Ghana, Ekuador dan Nigeria.

Provinsi Sulawesi Selatan sebagai salah satu sentra perkebunan kakao rakyat dinilai memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap pengembangan kakao di Indonesia dengan luas areal pertanaman kakao 217.020 ha pada tahun 2019. Terdapat tren penurunan produksi kakao di Sulawesi Selatan dalam beberapa tahun terakhir. Pada tahun 2018 produksi kakao Sulawesi Selatan sebesar 124.332 ton kemudian terjadi penurunan produksi pada tahun 2019 menjadi 118.775 ton. Hasil estimasi pada tahun 2020 juga menunjukkan adanya penurunan produksi menjadi 106.582 ton (Badan Pusat Statistik, 2020).

Penurunan produksi kakao di Indonesia kemungkinan disebabkan penurunan kesuburan tanah dari kualitas ekosistem lahan. Pemakaian pupuk kimia, alkali dan pestisida yang terus menerus menyebabkan tumpukan residu yang melebihi daya dukung lingkungan jika tidak terurai akan menjadi “racun tanah” dan tanah menjadi “Sakit”. Menurut Soemarwoto (2001), sistem pertanian yang terlalu banyak menggunakan bahan kimia, selain menimbulkan pencemaran, juga menyebabkan terjadinya degradasi tanah, yang mengakibatkan produktivitas lahan semakin menurun dan tidak mampu memberikan hasil yang optimal.

Kebijakan pemerintahan Indonesia dalam peningkatan produksi dan mutu kakao sejak tahun 2009 dan kebijakan pembangunan pertanian yang berwawasan lingkungan, menitikberatkan pada efisiensi penggunaan energi dan *Back to nature* (kembali ke alam) serta *go organic* 2010. Upaya mendukung kebijakan tersebut, maka pemanfaatan jasa mikroba tanah dan teknologi pupuk alam untuk mempertahankan produktivitas lahan dan meningkatkan produksi tanaman perkebunan pada umumnya dan khususnya tanaman kakao merupakan suatu alternatif yang perlu diteliti dan dikaji secara intensif. Tanah yang sehat memiliki

kondisi fisik, kimia dan biologis yang baik untuk mendukung produktivitas tanaman yang tinggi dan berkelanjutan. Upaya untuk meminimalisir dampak dari lahan kritis tersebut yaitu penggunaan *biochar* dengan dibantu oleh aktivitas bakteri *Azotobacter* dan *Actinomyces*.

Biochar merupakan karbon organik yang terbentuk dari proses pembakaran bahan-bahan organik atau biomassa dengan oksigen yang terbatas dengan suhu temperatur 250-500 °C, serta dapat menjadi salah satu alternatif dalam pengelolaan lahan-lahan yang kritis, khususnya tanah masam. Selain itu, penggunaan *biochar* ini juga dapat dimanfaatkan pada lahan yang kering karena arang hayati ini dapat menyimpan air lebih banyak. Hal ini disebabkan karena *biochar* dapat membuka pori-pori tanah sehingga tanah dapat menyerap air yang banyak (Nurida, 2017). Manfaat lain dari penggunaan *biochar* ini yaitu dapat menyediakan habitat yang baik dan sesuai bagi mikroba tanah sehingga mikroba tanah dapat dengan mudah merombak unsur hara agar dapat diserap optimal oleh tanaman. Penggunaan *biochar* ini dapat lebih efektif dengan dibantu oleh aktivitas mikroba tanah antara lain *Azotobacter* dan *Actinomyces*.

Mikroba tanah juga memiliki peran penting dalam upaya pengoptimalan lahan-lahan kritis. Adapun jenis mikroba yang sering digunakan yaitu *Azotobacter* dan *Actinomyces*. Bakteri *Azotobacter* merupakan mikroba yang dapat berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah serta mampu menambat nitrogen (N) bebas dari udara dan mengkonversinya menjadi amonium (NH_4^+) yang merupakan unsur hara penting bagi tanaman. Sedangkan bakteri *Actinomyces* merupakan mikroba tanah yang memiliki banyak manfaat dalam kaitannya dengan pengembalian unsur hara, dimana bakteri ini dibutuhkan dalam siklus nutrisi dan dekomposisi di

tanah maupun diperairan. *Actinomyces* ini juga mampu untuk melarutkan unsur P terikat, karena mempunyai peranan dalam meningkatkan dan menjaga kesuburan tanah (Handayanto dan Hairiah, 2007).

Penggunaan inokulasi *Azotobacter chroococum* 4×10^4 CFU dengan 20 mL per pohon berpengaruh positif secara linear terhadap pertumbuhan bibit, pembungaan dan produksi biji kering tanaman kakao (Nasaruddin, 2013). Penelitian tersebut kemudian dilanjutkan dengan hasil penelitian Marlina (2015) menunjukkan pula bahwa *Azotobacter chroococum* pemberian sebanyak 2 kali dosis 40 ml pertanaman mampu meningkatkan jumlah bunga sebesar 76,10%; kadar relatif daun 72,28%; kerapatan stomata 13,72%; luas bukaan stomata 20,12%; kadar P daun 20,59%; kadar K daun 44,09%; jumlah pentil yang terbentuk 104,49%; jumlah buah yang bertahan 62,81%; jumlah buah panen 69,51%; jumlah biji per pod 23,12%; berat biji segar per pod 30,76%; berat 100 biji kering 10,08%; dan produksi biji kering (KA 10%) kakao 146,71%, serta menurunkan jumlah buah pentil yang gugur sebesar 38,38% dan jumlah buah yang tidak jadi 65,07%. Hasil penelitian Anggraini (2018) melaporkan bahwa *Actinomyces* asal tanah gambut Riau mempunyai kemampuan dalam melarutkan fosfat yaitu isolat L11 dengan konsentrasi sebesar 9,22 ppm dan menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium oxysporum* dan *Colletotricum capsici* pada tanaman cabai merah.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlunya dilaksanakan penelitian ini untuk mengetahui seberapa pentingnya pemberian perlakuan *biochar* tongkol jagung dan penggunaan mikroba penambat N dan penambat P yang dapat

menunjang peningkatan pertumbuhan tanaman itu sendiri dalam upaya peningkatan kesuburan tanah pada lahan-lahan kritis.

1.2 Hipotesis

Berdasarkan uraian di atas, maka hipotesis yang dapat dikemukakan adalah sebagai berikut:

1. Terdapat interaksi antara pemberian *biochar* tongkol jagung dengan penggunaan mikroba penambat N *Azotobacter* dan mikroba penambat P *Actinomyces* terhadap pertumbuhan generatif pada tanaman kakao
2. Terdapat pengaruh pemberian *biochar* tongkol jagung terhadap pertumbuhan generatif pada tanaman kakao.
3. Terdapat pengaruh pemberian mikroba penambat N *Azotobacter* dan mikroba penambat P *Actinomyces* terhadap pertumbuhan generatif pada tanaman kakao.

1.3 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui dan mempelajari interaksi antara pemberian *biochar* tongkol jagung dengan penggunaan mikroba penambat N *Azotobacter* dan mikroba penambat P *Actinomyces* terhadap pertumbuhan generatif pada tanaman kakao.
2. Untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh pemberian mikroba penambat N *Azotobacter* dan mikroba penambat P *Actinomyces* terhadap pertumbuhan generatif pada tanaman kakao.
3. Untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh pemberian *biochar* tongkol jagung terhadap pertumbuhan generatif pada tanaman kakao.

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai bahan informasi tentang penggunaan *biochar* tongkol jagung serta penggunaan mikroba penambat N *Azotobacter* dan mikroba penambat P *Actinomyces* untuk mendukung meningkatnya tingkat kesuburan tanah pada lahan-lahan kritis yang dapat menunjang meningkatnya pertumbuhan generatif pada tanaman kakao.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Biochar*

Biochar merupakan bahan pembenah tanah yang telah lama dikenal dalam bidang pertanian yang berguna untuk meningkatkan produktivitas tanah. Bahan utama untuk pembuatan *biochar* adalah limbah-limbah pertanian dan perkebunan seperti sekam padi, tempurung kelapa, kulit buah kakao, serta kayu-kayu yang berasal dari tanaman hutan industri. Teknik penggunaan *biochar* berasal dari basin Amazon sejak 2500 tahun yang lalu. Penduduk asli Indian memasukkan limbah-limbah pertanian dan perkebunan tersebut ke dalam suatu lubang di dalam tanah. Sebagai contoh yaitu “Terra Preta” yang sudah cukup dikenal di Brazil. Tanah ini terbentuk akibat proses perladangan berpindah dan kaya residu organik yang berasal dari sisa-sisa pembakaran kayu hutan. *Biochar* pertama kali dibuat dengan metode pirolisis lambat dimana bahan baku berupa biomassa yang terbakar dalam keadaan oksigen terbatas dengan laju pemanasan dan suhu puncak yang relatif rendah (Loez, 2009)

Menurut Safitri (2018), *biochar* diproduksi dari bahan-bahan organik yang sulit terdekomposisi, yang dibakar secara tidak sempurna (*pyrolysis*) atau tanpa oksigen pada suhu yang tinggi. Arang hayati yang terbentuk dari pembakaran ini akan menghasilkan karbon aktif, yang mengandung mineral seperti kalsium (Ca) atau magnesium (Mg) dan karbon anorganik. Kualitas senyawa organik yang terkandung dalam *biochar* tergantung pada asal bahan organik dan metode karbonisasi. Dengan kandungan senyawa organik dan anorganik yang terdapat di dalamnya, *biochar* banyak digunakan sebagai bahan amelioran untuk meningkatkan kualitas tanah, khususnya tanah marginal.

Kandungan karbon *biochar* berbeda-beda tergantung dari bahan bakunya. Bahan baku *Biochar* yang dari kayu dengan kandungan lignin tinggi (serat tinggi), akan menghasilkan karbon yang tinggi pula, serta pelapukan di dalam tanah juga lebih lama di bandingkan dengan *biochar* yang terbuat dari jerami atau sekam padi. *Biochar* memiliki sifat fisik yaitu luas permukaan jenis yang besar sehingga pori-pori dan desenty-nya tinggi menyebabkan kemampuan mengikat airnya tinggi.

Penambahan *biochar* memengaruhi sifat fisika tanah melalui peningkatan kapasitas menahan air, sehingga dapat mengurangi *run-off* dan pencucian unsur hara. Selain itu, amandemen *biochar* juga dapat memperbaiki struktur, porositas, dan formasi agregat tanah *Biochar* berpengaruh langsung terhadap tanaman. Perbaikan sifat fisika menyebabkan jangkauan perakaran tanaman semakin luas sehingga memudahkan tanaman untuk mendapatkan nutrisi dan air yang dibutuhkan dalam pertumbuhannya (Safitri, 2018).

2.2 Bakteri *Azotobacter*

Azotobacter merupakan kelompok bakteri yang umum digunakan saat diisolasi dari tanah dan diketahui memiliki aktivitas fiksasi nitrogen. *Azotobacter* merupakan kelompok genus bakteri kemoorganotrofik yang menghabitasi tanah, umumnya pada tanah yang pH-nya basa. Sel bakteri genus *Azotobacter* berukuran besar dan berbentuk bola atau *cocci*. Banyak isolat *Azotobacter* yang ukurannya menyerupai ragi, yakni berdiameter 2-4 μ m atau lebih (Barney, 2017).

Azotobacter memiliki kelebihan dibandingkan dengan bakteri penambat N atmosfer nonsimbiotik lainnya, karena mampu mensintesis hormon seperti IAA. Sintesis IAA pada bakteri melalui jalur asam indol piruvat. IAA yang disekresikan

bakteri memacu pertumbuhan akar secara langsung dengan menstimulasi pemanjangan atau pembelahan sel atau secara tidak langsung mempengaruhi aktivitas ACC deaminase. ACC deaminase yang dihasilkan oleh banyak bakteri pemacu pertumbuhan tanaman mencegah produksi etilen pada tingkat yang menghambat pertumbuhan tanaman. Tampaknya antara ACC deaminase dan IAA bekerja bersama-sama dalam menstimulasi pemanjangan akar (Barney, 2017).

Bakteri ini hidup bebas yang tumbuh dengan baik pada media bebas N. Bakteri ini menggunakan nitrogen bebas untuk sintesis protein. Sel protein ini kemudian mengalami proses mineralisasi dalam tanah setelah *Azotobacter* mengalami kematian, dengan demikian berkontribusi terhadap ketersediaan nitrogen bagi tanaman budidaya

Kemampuan *Azotobacter* menambat nitrogen dalam jumlah yang cukup tinggi, dengan cara mengkonversi dinitrogen (N_2) ke dalam bentuk ammonia (NH_3) melalui reduksi elektron dan protonisasi gas dinitrogen. Fiksasi nitrogen digunakan dalam pertanian dalam hubungannya dengan rotasi tanaman dan pemupukan pada tanah sebagai tempat tinggal diazotrop seperti *Azotobacter*. Bakteri *Azotobacter* memiliki struktur nitrogenase yang unik. *Azotobacter* memiliki struktur nitrogenase yang terdiri dari 3 kompleks protein, yaitu nitrogenase I (*Molybdenum nitrogenase*), nitrogenase II (*Vanadium nitrogenase*), dan nitrogenase III (*Ferrum nitrogenase*) (Widiastuti, 2010).

2.3 Bakteri Actinomycetes

Actinomycetes adalah bakteri gram positif yang bersifat aerob. Bakteri ini memiliki morfologi yang mirip dengan fungi yaitu memiliki miselium. *Actinomycetes* memiliki kadar GC (Guanin dan Sitosin) yang tinggi.

Actinomycetes menjadi kelompok terbesar sebagai sumber daya mikroba yang menghasilkan antibiotika dan juga memproduksi berbagai metabolit bioaktif nonantibiotika, seperti enzim, regulator imunologi, antioksidasi reagen. *Actinomycetes sp.* disebut juga sebagai *filamentous bacteria* karena ciri morfologi aktinomisetes lebih menyerupai cendawan berfilamen dengan membentuk spora dan miselium, namun memiliki struktur sel dan komposisi dinding sel aktinomisetes mirip dengan bakteri (Putri *et al.*,2018).

Beberapa penelitian yang telah berhasil mengisolasi dan mengkarakteristik isolat *Actinomycetes* diantaranya, Sari (2016) telah berhasil mengisolasi 8 isolat *Actinomycetes* genus *Streptomyces*. Genus ini memiliki miselium bercabang, tidak berfragmen dan diproduksi pada hifa vegetatif. Spora tersusun dalam bentuk kumpanan yang menggulung atau berpilin, sebagian berbentuk untaian panjang melengkung dan diproduksi pada hifa aerial. Herlinda (2006) telah berhasil mengisolasi 20 anggota *Actinomycetes*. Dua puluh isolat *Actinomycetes* tersebut menunjukkan morfologi koloni berbentuk bulat dengan permukaan bertepung, berbau serasah dan konsistensi melekat di agar. Warna koloni *Actinomycetes* yang berhasil diisolasi umumnya berwarna putih dan abu-abu. Namun ada juga isolat berwarna coklat, kuning keruh, merah keputihan, kuning keorenan, dan putih kecoklatan. Fahrizawati (2011) juga telah berhasil mengeksplorasi dan mengkarakterisasi anggota *Actinomycetes* sebanyak 33 isolat. Isolat tersebut menunjukkan permukaan isolat bertepung yang mulai terlihat pada *Actinomycetes* yang berumur 7 hari, konsistensi yang melekat erat pada permukaan dan berbau serasah.

Bakteri *Actinomycetes* sp. merupakan mikroorganisme tanah yang umum dijumpai pada berbagai jenis tanah. Penggunaan *Actinomycetes* sp. sebagai agen pengendali hayati karena kemampuannya menghasilkan metabolit sekunder yang secara langsung mempengaruhi patogen atau menginduksi sistem pertahanan tanaman. *Actinomycetes* sp. yang memiliki kemampuan menekan pertumbuhan fungi *Fusarium oxysporum* sp *cepae* (Sari, 2019). Bakteri *Actinomycetes* sp. dapat hidup hampir di semua ekosistem dan distribusi paling luas pada ekosistem tanah sehingga disebut sebagai bakteri tanah. Selain di tanah, *Actinomycetes* juga ditemukan di sedimen perairan baik perairan darat maupun perairan laut. *Actinomycetes* sp. merupakan kelompok bakteri penting karena kemampuannya secara luas menghasilkan metabolit sekunder terutama antibiotik.

Actinomycetes hidup saprofit dan aktif mendekomposisi bahan organik, sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah. *Actinomycetes* merupakan salah satu mikroorganisme yang mampu mendegradasi selulosa. Jenis *Actinomycetes* tergantung pada tipe tanah, karakteristik fisik, kadar bahan organik, dan pH lingkungan. *Actinomycetes* terdiri dari 10 – 20% total populasi mikroba dalam tanah. Jumlah *Actinomycetes* meningkat dengan adanya bahan organik yang mengalami dekomposisi. Organisme ini ditemukan (hampir semua), dalam kompos dan sedimen (Mutmainnah, 2013).

Bakteri *Actinomycetes* sp. selain berperan penting dalam siklus nutrisi dan dekomposisi di tanah juga berperan di perairan. Selain itu, *Actinomycetes* sp. juga berperan dalam proses degradasi bahan-bahan kontaminan yang masuk ke dalam perairan air tawar, seperti limbah industri, limbah rumah tangga, maupun limbah pertanian. Berbagai jenis *Actinomycetes* sp. juga berperan dalam mengurai

pestisida yang masuk ke dalam perairan, salah satunya *Streptomyces sp.* yang dapat mendegradasi pestisida jenis lidan. Faktor lingkungan seperti faktor fisik dan kimiawi lingkungan akan mempengaruhi keragaman jenis dan fungsi dari mikroba yang termasuk aktinomisetes (Putri *et al.*, 2018).

Karakteristik *Actinomycetes* secara mikroskopis ditandai dengan bentuk filamen bercabang atau batang dan memiliki hifa yang tidak bersekat. Miselium dapat bercabang atau tidak bercabang, lurus atau berbentuk spiral. Spora berbentuk bola, silinder atau oval. *Actinomycetes* menghasilkan koloni terdiri dari sistem percabangan filament setelah inkubasi 24-48 jam. Dinding sel *Actinomycetes* memiliki struktur kaku yang berperan dalam mempertahankan bentuk sel dan mencegah pecahnya sel karena tekanan osmotik tinggi. Dinding sel terdiri dari berbagai macam senyawa kompleks termasuk peptidoglikan (Sari *et al.*, 2019).