

TESIS

**EFEKTIVITAS PUPUK HAYATI DAN
PEMANGKASAN TUNAS TERHADAP PERTUMBUHAN DAN
PRODUKSI TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.)**

Disusun dan diajukan oleh

ARDIN GANDHI

G012171009



**PROGRAM STUDI MAGISTER AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

EFEKTIVITAS PUPUK HAYATI DAN PEMANGKASAN TUNAS TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.)

Disusun dan diajukan oleh

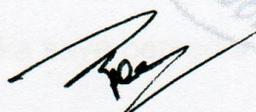
ARDIN GANDHI
G012171009

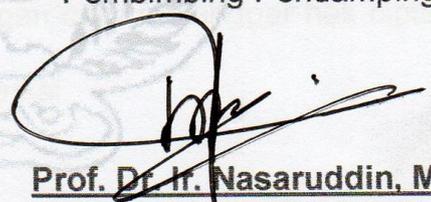
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Pada Tanggal 2 Februari 2021 Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Pembimbing Utama

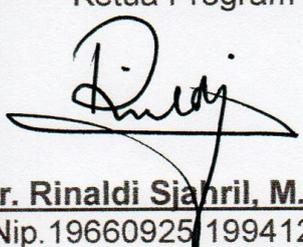
Pembimbing Pendamping

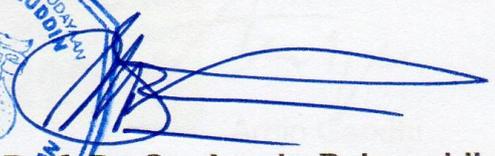

Prof. Dr. Ir. Ambo Ala, MS.
Nip.19541231 198102 1 006


Prof. Dr. Ir. Nasaruddin, MS.
Nip.19550106 198312 1 001

Ketua Program Studi

Dekan Fakultas/Sekolah Pascasarjana


Ir. Rinaldi Sjahril, M.Agr., Ph.D.
Nip.19660925 199412 1 001


Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Baharuddin
Nip. 19601224 198601 1 001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ardin Gandhi
NIM : G012171009
Program Studi : Agroteknologi
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa tesis dengan judul Efektivitas Pupuk Hayati dan Pemangkasan Tunas terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila di kemudian hari tesis karya saya ini terbukti bahwa sebagian atau seluruhnya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, Februari 2021

Yang menyatakan,



Ardin Gandhi

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah *robbil 'alamin*, segala puji bagi Allah Tuhan semesta alam yang telah melimpahkan rahmat dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “ **Efektivitas Pupuk Hayati Dan Pemangkasan Tunas Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L)**”. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam pelaksanaan penelitian hingga penyusunan tesis ini tidak akan selesai tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini dengan kerendahan dan ketulusan hati penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada:

1. Terkhusus kepada keluarga tercinta kedua orang tua Amir Gandhi dan Rahayu, istri dan anak-anak : Adaliah Rambe, Firas, Saniyauli dan Fathiya atas semua dukungan kepada penulis semoga selalu diberi kesehatan dan keselamatan oleh Allah SWT.
2. Bapak Prof. DR. Ir. Ambo Ala, MS. selaku Ketua Penasehat dan Bapak Prof. Dr. Ir. Nasaruddin, MS. selaku Anggota Penasehat yang telah mencurahkan waktu, tenaga, pikiran dan motivasi hingga tesis ini dapat tersusun.

3. Bapak Ir. Rinaldi Sjahril, M.Agr, Ph.D., sebagai Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin yang telah memberikan kemudahan menyangkut sarana dan prasarana, aturan dan kebijakan selama penulis menempuh pendidikan.
4. Bapak. Dr. Ir. Amirullah Dachlan, M.P., Bapak. Ir. Rinaldi Sjahril, M. Agr.Ph.D , dan ibu Dr. Ir. Feranita Haring, M.P selaku penguji yang telah memberikan kritik dan saran serta arahan untuk perbaikan dan penyempurnaan tesis ini.
5. Rektor Universitas Hasanuddin, Ibu Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, M.A., Dekan Fakultas Pertanian Bapak Prof. Dr. Ir. Baharuddin, Dipl. Ing, bapak/ibu dosen pengajar Program Studi Agroteknologi beserta staf akademik Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin atas fasilitas dan bantuan selama menjadi mahasiswa.
6. Rekan-rekan se-angkatan Agroteknologi'17 dan semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Akhirnya sebagai penutup semoga bantuan yang telah diberikan mendapat balasan berupa pahala dan amal jariyah oleh Allah SWT. Semoga tesis ini bermanfaat bagi yang membutuhkan. *Amin Ya Rabbal Alamin.*

Makassar, November 2020

Penulis

Ardin Gandhi

ABSTRAK

ARDIN GANDHI, Efektivitas Pupuk Hayati dan Pemangkasan Tunas Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) (dibimbing oleh **Ambo Ala** dan **Nasaruddin**)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas pemberian pupuk hayati dan pemangkasan tunas terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kakao. Tempat penelitian dilakukan di lokasi "Kebun Dinas Bone-Bone" Kabupaten Luwu Utara Provinsi Sulawesi Selatan pada Bulan Februari hingga Agustus 2020. Penelitian ini dilaksanakan dalam bentuk percobaan yang disusun berdasarkan pola Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan tiga ulangan. Perlakuan terdiri dari 10 taraf yaitu : pupuk hayati 0 mL L⁻¹ per pohon dan tidak dipangkas tunas (k0p0), pupuk hayati 9 mL L⁻¹ per pohon dan tidak dipangkas tunas (k1p0), pupuk hayati 18 mL L⁻¹ per pohon dan tidak dipangkas tunas (k2p0), pupuk hayati 27 mL L⁻¹ per pohon dan tidak dipangkas tunas (k3p0), pupuk hayati 36 mL L⁻¹ per pohon dan tidak dipangkas tunas (k4p0), pupuk hayati 0 mL L⁻¹ per pohon dan pangkas tunas (k0p1), pupuk hayati 9 mL L⁻¹ per pohon dan pangkas tunas (k1p1), pupuk hayati 18 mL L⁻¹ per pohon dan pangkas tunas (k2p1), pupuk hayati 27 mL L⁻¹ per pohon dan pangkas tunas (k3p1), pupuk hayati 36 mL L⁻¹ per pohon dan pangkas tunas (k4p1). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi pupuk hayati 32 mL L⁻¹ memberikan nilai tertinggi pada: buah panen sebanyak 10 buah, jumlah biji sebanyak 42,8 biji, dan produksi 0,71 kg per pohon atau setara dengan 591,67 kg/ha biji kering. Pemangkasan tunas memberikan nilai tertinggi pada kerapatan stomata yaitu 104.43 mm², luas bukaan stomata 0.0013 mm², jumlah biji per buah sebanyak 36.82 dan indeks pod yaitu 20.

Kata kunci : kakao, pupuk hayati, mikroba, pemangkasan tunas

ABSTRACT

ARDIN GANDHI, The Effectiveness of Biofertilizer and Shoots Pruning on Cocoa Growth and Yield (*Theobroma cacao* L.) (guide by **Ambo Ala** and **Nasaruddin**)

This study aims to understand the effectiveness of biofertilizers and shoot pruning in improving cocoa growth and yield. The research was conducted in the "Kebun Dinas Bone-Bone", North Luwu Regency, South Sulawesi Province from February to August 2020. This research was conducted in the form of experiment arranged in randomized block design (RBD) with 3 replication. The treatment consist of 10 levels, namely: without biofertilizer and not shoots pruned (k0p0), biofertilizer 9 ml L⁻¹ per tree and not shoots pruned (k1p0), biofertilizer 18 ml L⁻¹ per tree and not shoots pruned (k2p0), biofertilizer 27 ml L⁻¹ per tree and not shoots pruned (k3p0), biofertilizer 36 ml L⁻¹ per tree and not shoots pruned (k4p0), biofertilizer 0 ml L⁻¹ per tree and shoots pruned (k0p1), biofertilizer 9 ml L⁻¹ per tree and shoots pruned (k1p1), biofertilizer 18 ml L⁻¹ per tree and shoots pruned (k2p1), biofertilizer 27 ml L⁻¹ per tree and shoots pruned (k3p1), biofertilizer 36 ml L⁻¹ per tree and shoots pruned (k4p1). Research results showed that the concentration of biofertilizer 32 mL L⁻¹ gave the highest weight of 10 pods, number seeds per fruits of 42.8, and yield (0.71 kg per tree) or equivalent to 591.67 kg / ha of dry seeds. Pruned shoots gave the highest value for stomatal density (104.43 mm²), stomatal opening (0.0013 mm²), number of seeds per fruit (36.82) and pod index (20).

Key words: Cocoa, biofertilizers, microbese, shoots pruning

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Kegunaan Penelitian	6
E. Ruang Lingkup Penelitian	7
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Karakter Pertumbuhan Tanaman Kakao	8
B. Pupuk Hayati	12

C. Mikroba-mikroba Menguntungkan Tanaman.....	14
D. Pemangkasan	20
E. Kerangka Konseptual	22
F. Hipotesis	23
BAB III. METODE PENELITIAN.....	24
A. Tempat dan Waktu Penelitian	24
B. Alat dan Bahan.....	24
C. Rancangan Penelitian	24
D. Pelaksanaan Penelitian.....	25
E. Parameter Pengamatan	27
F. Analisis Data	29
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	30
A. Hasil Penelitian	30
1. Luas Daun Sample Terbentuk.....	30
2. Leaf Mass Area (LMA).....	31
3. Kerapatan Stomata (mm ²)	31
4. Luas bukaan Stomata (mm ²).....	34
5. Indeks Klorofil Daun (μmol.m ⁻²).....	36
6. Klorofil a Daun (μmol.m ⁻²).....	37
7. Klorofil b Daun (μmol.m ⁻²)	38
8. Total Klorofil Daun (μmol.m ⁻²)	39
9. Buah Pentil Gugur (buah)	40

10. Buah Panen (buah)	41
11. Bobot 100 Biji (gram)	43
12. Jumlah Biji per Buah (biji)	44
13. Asumsi Buah bertahan (buah).....	46
14. Produksi per Pohon (kg).....	46
15. Indeks Pod.....	48
B. Pembahasan	51
BAB V. PENUTUP	58
A. Kesimpulan	58
B. Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Nilai konstanta a, b dan c khlorofil daun	28
2.	Uji ortogonal kontras	29
3.	Uji ortogonal kontras kerapatan stomata daun	32
4.	Uji ortogonal kontras luas bukaan stomata daun.....	34
5.	Uji ortogonal kontras buah panen.....	41
6.	Uji ortogonal kontras jumlah biji per buah.....	44
7.	Uji ortogonal kontras produksi per pohon.....	47
8.	Uji ortogonal kontras indeks pod	49

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Histogram luas daun sample terbentuk.....	30
2.	Histogram leaf mass area (LMA)	31
3.	Grafik regresi korelasi kerapatan stomata daun	33
4.	Grafik regresi korelasi luas bukaan stomata daun	34
5.	Histogram indek klorofil daun	36
6.	Histogram klorofil a daun	37
7.	Histogram klorofil b daun	38
8.	Histogram klorofil total daun	39
9.	Histogram buah pentil gugur.....	40
10.	Grafik regresi korelasi buah panen	42
11.	Histogram bobot 100 biji	43
12.	Grafik regresi korelasi jumlah biji per buah	45
13.	Histogram asumsi buah bertahan	46
14.	Grafik regresi korelasi produksi per pohon	48
15.	Grafik regresi korelasi indeks pod	50

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	teks	Halaman
1.a.	Rata-rata luas daun sampel yang terbentuk.....	64
1.b.	Sidik ragam luas daun sampel yang terbentuk.....	64
2.a.	Rata-rata LMA daun	65
2.b.	Sidik ragam LMA daun.....	65
3.a.	Rata-rata Indeks Klorofil daun.....	66
3.b.	Sidik ragam Indeks Klorofil daun.....	66
4.a.	Rata-rata kandungan klorofil a.....	67
4.b.	Sidik ragam kandungan klorofi a.....	67
5.a.	Kandungan klorofil b	68
5.b.	Sidik ragam Kandungan klorofil b.....	68
6.a..	Rata-rata total klorofil daun	69
6.b.	Sidik ragam Kandungan total klorofil	69
7.a.	Rata-rata kerapatan stomata	70
7.b.	Sidik ragam kerapatan stomata	70
7.c.	Sidik ragam ortogonal kontras kerapatan stomata	71
8.a.	Rata-rata luas bukaan stomata	71
8.b.	Sidik ragam luas bukaan stomata	72
8.c..	Sidik ragam ortogonal kontras	72
9.a.	Rata-rata buah pentil yang gugur	73
9.b.	Sidik ragam buah pentil yang gugur.....	73

10.a.	Rata-rata buah panen	74
10.b.	Sidik ragam buah panen	74
10.c.	Sidik ragam ortogonal kontras buah panen	75
11.a.	Rata-rata bobot 100 biji	75
11.b.	Sidik ragam rata-rata bobot 100 biji	76
12.a.	Rata-rata jumlah biji per buah	76
12.b.	Sidik ragam jumlah biji per buah	76
12.c.	Sidik ragam ortogonal kontras jumlah biji per buah	77
13.a.	Rata-rata jumlah buah asumsi bertahan	77
13.b.	Sidik ragam buah asumsi bertahan	78
14.a.	Rata-rata produksi per pohon	78
14.b.	Sidik ragam produksi per pohon	78
14.c.	Sidik ragam ortogonal kontras produksi per pohon	79
15.a.	Rata-rata indeks pod	79
15.b.	Sidik ragam indeks pod	79
15.c.	Sidik ragam ortogonal kontras indek pod	80

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kakao adalah salah satu komoditas unggulan sub sektor perkebunan yang konsisten berperan sebagai sumber devisa negara, memberikan kontribusi yang sangat penting dalam struktur perekonomian Indonesia (Arsyad *et.al.*, 2011). Produksi kakao Indonesia periode tahun 2017-2018 Indonesia menempati peringkat ke-6 negara penghasil kakao. Urutan pertama masih dipegang Pantai Gading dengan produksi 1.9 juta ton (42,25%) selanjutnya Ghana 905 ribu ton (19,47%), Ecuador 287 ribu ton (6,17 %), urutan keempat dan lima masing-masing ditempati Kamerun dan Nigeria sebesar 250 ribu ton (5,37%) dan Indonesia dengan produksi sebesar 240 ribu ton (5,16%) dari total produksi kakao dunia (ICCO 2020).

Produksi kakao Indonesia juga terus mengalami penurunan yang terjadi pada periode 2013 hingga 2017 dengan rata-rata pertumbuhan produksi kakao turun sebesar 0.93 persen per tahun (Kementan 2017).

Produktivitas kakao sangat beragam antar daerah dan antar wilayah provinsi yang umumnya memiliki tingkat produktivitas dibawah 1 ton biji kering/ha/tahun. Produktivitas ini masih dibawah potensi produksi kakao yang dapat mencapai 2 ton biji kering/tahun. Rendahnya produktivitas kakao tersebut antara lain disebabkan oleh serangan hama penggerek buah kakao (PBK) serta penyakit busuk buah kakao dan VSD (Rubiyo, 2016).

Provinsi Sulawesi Selatan merupakan provinsi penghasil kakao di Indonesia mempunyai sebaran kakao di enam kabupaten. Kabupaten Luwu menempati posisi pertama dengan produksi kakao sebesar 22,62 ribu ton atau 19,12 % dari produksi kakao Sulawesi Selatan, di ikuti oleh Kabupaten Luwu Utara 14,7 % kemudian Kabupaten Bone (11,36%) Luwu Timur 10,22 ribu ton (8,64%), Pinrang dan Soppeng dengan produksi masing-masing sebesar 9,96 ribu ton (8,41%) dan 9,48 ribu ton (8,01 %). Kabupaten lainnya memberi kontribusi sebesar 29,76%. (Kementan, 2017).

Rendahnya produksi kakao selain disebabkan karena hama dan penyakit dapat pula dipengaruhi oleh agroklimat dan intensitas cahaya matahari yang diterima oleh tanaman. peningkatan intensitas cahaya matahari akan mengakibatkan peningkatan suhu daun yang selanjutnya akan berkorelasi positif dengan peningkatan transpirasi. Transpirasi pada dasarnya akan menurunkan suhu daun tanaman. Berdasarkan kondisi tersebut maka lokasi pertanaman kakao harus ditempatkan pada lokasi yang terbebas dari faktor yang dapat mengakibatkan penghambatan pertumbuhan tanaman akibat faktor ekologis yang tidak memenuhi persyaratan (Nasaruddin, 2010).

Penurunan kemampuan produktivitas tanaman terutama disebabkan karena sebagian besar tanaman sudah tua, pengelolaan tanaman oleh petani sangat rendah, terjadinya degradasi lahan akibat penggunaan

bahan kimia yang tidak rasional, dan berdampak pada tingginya tingkat serangan OPT (Nasaruddin dkk., 2009).

Peningkatan produktivitas tanaman kakao harus diimbangi dengan tindakan pemupukan. Jenis dan dosis pupuk yang tepat berdasarkan pada faktor tanaman dan faktor lingkungan. Salah satu teknologi yang mampu meningkatkan efisiensi pemupukan dan berkelanjutan sistem produksi kakao adalah “teknologi pupuk mikroba”. Keberadaan dan populasi mikroba rizosfer dapat memelihara kesehatan akar tanaman, serapan hara dan meningkatkan toleransi tanaman terhadap stres lingkungan (Ahmad I, F. Ahmad, J. Pitchel, 2011).

Pengelolaan sistem produksi kakao secara intensif dan berkelanjutan dapat dilakukan secara terpadu melalui aplikasi pupuk mikroba. Mikroba tanah berperan dalam proses penguraian bahan organik, melepaskan nutrisi kedalam bentuk yang tersedia bagi tanaman dan mendegradasi residu toksik (Sparling., 1998).

Pupuk hayati adalah pupuk yang mengandung bahan aktif mikroba yang mampu menghasilkan senyawa yang berperan dalam proses penyediaan unsur hara dalam tanah, sehingga dapat diserap oleh tanaman. Penggunaan pupuk hayati juga membantu usaha untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat penyebaran hara yang tidak diserap tanaman akibat pemupukan anorganik. Dengan penggunaan pupuk hayati, efisiensi penyediaan hara akan meningkat sehingga

penggunaan pupuk anorganik dapat dikurangi (Goenadi D.H., Siswanto dan Y. Sugiarto,. 2000).

Penelitian tentang penggunaan pupuk hayati terhadap tanaman kakao telah banyak dilakukan, Muhammad Hatta, Zaitun, dan E. Yunsa (2010) menyatakan bahwa penggunaan pupuk hayati 'Tiens Golden Harvest' (TGH) memberikan nilai terbaik terhadap tinggi dan diameter batang bibit kakao. Konsentrasi pupuk terbaik dijumpai pada perlakuan 15 mL^{-1} air. Siagian (2014) menegaskan bahwa pemberian pupuk hayati 30 g/polybag meningkatkan jumlah daun, bobot basah tajuk dan bobot kering tajuk bibit tanaman kakao. Lebih lanjut Idaryani dan Suhardi (2014) mendapatkan bahwa pemberian pupuk kompos 5 kg dan pupuk hayati 30 gr/pohon memberikan jumlah buah panen tertinggi yaitu sebesar 54,5 buah.

Agar memperoleh hasil buah yang banyak, tanaman kakao harus mampu menghasilkan asimilat yang banyak. Pada kenyataannya, tidak semua daun ditajuk tanaman mampu melakukan fotosintesis secara optimal, daun-daun yang ternaungi justru dapat menjadi pemakai(*sink*) asimilat. Tanaman kakao harus sering dilakukan pemangkasan secara teratur agar laju fotosintesis berlangsung optimal, hasil bersih fotosintesis maksimal dan distribusi ke organ-organ yang membutuhkan berlangsung lancar (Puslitkoka, 2010).

Pemangkasan tanaman dapat mengendalikan penyakit dan memelihara tanaman sehingga dapat memacu produksi, serta mengatur

iklim mikro yang tepat bagi tanaman. Pemangkasan juga bertujuan untuk mencapai efisiensi pemanfaatan sinar matahari sehingga tanaman mampu mencapai produktivitas yang tinggi (Prawoto, 2008).

Perlakuan pemangkasan memiliki lebih banyak potensi produksi bunga seperti jumlah bunga yang lebih banyak yang menghasilkan 1,90 Kg biji kakao kering per pohon. Pemangkasan sedang (20% pembuangan cabang skunder) telah menghasilkan peningkatan jumlah bunga per bantalan bunga (cushion), buah per pohon, berat buah, jumlah biji dan bobot biji kering, dan semua parameter yang menguntungkan dan mengarah pada peningkatan hasil serta kualitas kakao (Govindaraj & Jancirani, 2017).

Baihaki *et al* (2015) hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk kompos dan pemangkasan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap hasil kakao. Hasil rata-rata kakao tertinggi 483,84 kg ha⁻¹ pada perlakuan pemberian kompos 13,5 kg pohon⁻¹ atau 15 ton ha⁻¹ dengan tanaman yang dipangkas. Kurniawan (2020) pemangkasan pemeliharaan dan produksi tanaman kakao memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah buah, jumlah biji per-buah, bobot 100 biji kering, per-pohon, produksi per-hektar.

Berdasarkan uraian diatas maka dirasa perlu mengadakan penelitian untuk mengetahui bagaimana respon tanaman kakao akibat pemberian pupuk hayati dan pemangkasan tunas serta mengetahui

interaksi antara keduanya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kakao.

B. Rumusan Masalah

Upaya perbaikan produksi dan produktivitas tanaman kakao harus dimulai dari perbaikan ekologi lahan untuk meningkatkan efisiensi pemupukan dan perbaikan sifat biologis dan fisik lahan dengan pemanfaatan pupuk dan agen hayati dan pemangkasan. Berdasarkan hal tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah aplikasi konsentrasi pupuk hayati memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kakao?
2. Apakah pemangkasan tunas memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kakao?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas pemberian pupuk hayati, pemangkasan tunas terhadap pertumbuhan produksi tanaman kakao.

D. Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi teknologi kepada petani tentang pemanfaatan agen hayati dalam usaha meningkatkan produksi kakao yang berkelanjutan.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini meliputi tanaman kakao menghasilkan (TM) hasil sambung pucuk berumur 5 (lima) tahun klon MCC-02 dengan luas lokasi \pm 0.5 ha.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Karakter Pertumbuhan Tanaman Kakao

Habitat asli tanaman kakao adalah hutan tropis dengan naungan pohon –pohon yang tinggi, curah hujan tinggi, suhu sepanjang tahun relatif sama, serta kelembaban tinggi relatif tetap. Diperkirakan kakao berasal dari hulu sungai Amazon, tempat *Theobroma* dan kerabatnya dengan populasi yang besar. Pada daerah asalnya, kakao merupakan tanaman kecil dibagian bawah hutan hujan tropis di Amerika Selatan ,tumbuhnya selalu terlindung pohon besar lain (Sunaryo, 1978 dalam Rubyo.,2016).

Pada awal sistem budidaya tanaman kakao dikembangkan secara generatif. Tanaman kakao yang berasal dari pembiakan generatif membentuk akar tunggang yang tumbuh cepat dengan sedikit percabangan. Setelah tiga atau empat bulan sebuah cincin akar lateral pertama telah terbentuk. Akar lateral tumbuh kuat dekat permukaan tanah pada kedalaman <100 mm dan mengalami bercabang pada bagian distal menjadi kelompok akar yang padat dan halus. Setelah tanaman berumur empat samapi enam tahun akar lateral ini telah menyebar sekitar 4-6 meter dari batang yang membentuk hamparan akar halus, yang meluas kelapisan serasah yang membusuk. Berdasarkan pengukuran rinci di Brazil diperkirakan panjang total akar lateral untuk pohon kakao berusia

11 tahun menjadi 1200 mm² atau setara 1,2 m² dari permukaan akar untuk setiap permukaan tanah 1 m (Kummerow *et al.*, 1981).

Pertumbuhan batang kakao bersifat dimorfisme yang berarti mempunyai dua macam bentuk pertumbuhan yaitu dari pertumbuhan kecambah akan membentuk batang utama yang bersifat ortotrof dan tumbuh tegak dengan rumus daun 3/8. Kemudian pada umur tertentu akan membentuk perempatan atau jorjet dengan 4-6 cabang primer yang tumbuhnya kesamping atau disebut dengan cabang kipas atau cabang plagiotrof yang mempunyai rumus daun 1/2 (Winarno, 1995). Tinggi tanaman kakao jika dibudidayakan dikebun maka tinggi tanaman kakao berumur 3 tahun mencapai 1,8 – 3 meter dan pada umur 12 tahun dapat mencapai 4,5-7 meter. Tinggi tanaman beragam, dipengaruhi oleh intensitas naungan dan faktor-faktor tumbuh yang tersedia (Hall, 1932 dalam PPKI., 2010).

Pada saat tanaman berada dalam tahap perkembangan remaja, struktur dan karakteristik pertumbuhan lebih mudah untuk diamati dan pengukuran dibuat dengan akurasi yang lebih besar daripada yang mungkin dilakukan pada kasus pohon dewasa. Karakteristik dari pohon yang lebih tua sering tak terlihat oleh perubahan pada bentuk arsitektur dan kanopi akibat dari faktor eksternal. Pada praktek budidaya tanaman, khususnya praktek pemangkasan dan pemanenan, adanya kompetisi menciptakan perubahan yang signifikan dalam struktur pohon dan sulit untuk mendeteksi perbedaan secara genetik. Tanaman yang

diperbanyak secara vegetatif dari cabang-cabang plagiotropik tidak membentuk arsitektur alami dan perbedaan antara varietas kurang jelas (Nasaruddin., 2018).

Pembentukan daun pada cabang samping bersamaan dengan keluarnya pucuk-pucuk daun (flush). Warna daun muda pada saat flush bermacam-macam, tergantung dari tipe atau varietas kakao, yaitu berwarna hijau pucat, hijau kemerah-merahan dan merah. Setelah dewasa daun-daun muda tersebut warnanya berubah menjadi hijau (Limbongan, 2010). Kisaran rentang warna daun flush dari hijau ringan (dianggap tidak berpigmen) sampai bernuansa merah. Nuansa hijau muda yang paling jelas dalam populasi Amazon tertentu, tetapi juga ditemukan dalam kelompok Criollo. Nuansa merah dari daun flush diproduksi oleh kehadiran anthocyanin dalam jaringan daun dan sering dikaitkan dengan buah merah, sebagai ekspresi dari alel yang sama dan menjadi lebih jelas ketika individu bersifat homozigot untuk alel warna buah (Nasaruddin., 2018).

Warna buah kakao sangat beragam, tetapi pada dasarnya hanya ada dua macam warna. Buah yang ketika muda berwarna hijau atau hijau agak putih jika sudah masak berwarna kuning. Buah yang ketika muda berwarna merah setelah masak berwarna jingga (oranye). Kulit buah mempunyai 10 alur dalam dan dangkal yang letaknya berselang-seling. Pada tipe criollo dan trinitario alur buah kelihatan jelas. Kulit buah tebal tetapi lunak dan permukaan kasar dan pada tipe forastero

permukaan buah pada umumnya halus (rata), kulitnya tipis tetapi keras dan liat. Buah kakao akan masak setelah berumur enam bula. Pada saat itu ukurannya beragam, dari panjang 10 hingga 30 cm, bergantung pada kultivar dan faktor-faktor lingkungan selama perkembangan buah. (Puslitkoka., 2010).

Bunga kakao tergolong bunga sempurna, terdiri atas daun kelopak (calyx) sebanyak 5 helai, dan benang sari (androecium) sejumlah 10 helai (Suwanto, 2010). Tanaman kakao berbunga sepanjang tahun, dan tumbuh berkelompok pada bantalan bunga yang menempel pada batang tua, cabang-cabang dan ranting-ranting. Bunga paling sering keluar pada batang atau cabang yang telah berkayu dari bekas tangkai daun yang telah gugur yang biasa disebut dengan istilah bantalan buah (Nasaruddin., 2018). Tanaman kakao dewasa mampu menghasilkan 6.000– 10.000 bunga dalam satu tahun bahkan kadangkadang bisa mencapai 50.000 bunga akan tetapi hanya sebagian kecil saja dari jumlah tersebut yang berhasil terserbuki, yakni sekitar 2,5–5%. Bunga yang tidak diserbuki akan gugur setelah 2–3 hari, di sisi lain bunga yang mampu berkembang menjadi buah dan dapat dipanen hanya 0,5–2,0% (Fakhrusy , 2015)

Curah hujan yang sesuai untuk tanaman kakao adalah 1100-3000 mm, dengan distribusi merata sepanjang tahun. Pola penyebaran hujan yang merata sangat berpengaruh terhadap penyebaran panen tanaman kakao. Iklim yang ideal untuk tanaman kakao adalah B menurut Schemidt dan Fergusson dengan bulan kering 3-4 bulan. Fotosintesis maksimum

diperoleh pada cahaya sebesar 20% dari total pencahayaan penuh yang diterima tanaman (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2010).

Suhu sangat berpengaruh terhadap pembentukan flush, pembungaan, serta kerusakan daun. Menurut hasil penelitian, suhu ideal bagi tanaman kakao adalah 30°C–32°C (maksimum) dan 18°C - 21°C (minimum). Kakao juga dapat tumbuh dengan baik pada suhu minimum 15°C per bulan. Suhu ideal lainnya dengan distribusi tahunan 16,6°C masih baik untuk pertumbuhan kakao asalkan tidak didapati musim hujan yang panjang. Tanaman kakao dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang memiliki pH 6 - 7,5; tidak lebih tinggi dari 8 serta tidak lebih rendah dari 4; paling tidak pada kedalaman 1 meter. Hal ini disebabkan terbatasnya ketersediaan hara pada pH tinggi dan efek racun dari Al, Mn, dan Fe pada pH rendah (Karmawati *et.al.*, 2010).

B. Pupuk Hayati

Pupuk hayati adalah pupuk yang mengandung bahan aktif mikroba yang mampu menghasilkan senyawa yang berperan dalam proses penyediaan hara dalam tanah, sehingga dapat terserap oleh tanaman. Pupuk hayati juga membantu usaha mengurangi pencemaran lingkungan akibat penyebaran hara yang tidak diserap tanaman akibat pemupukan anorganik. Melalui aplikasi pupuk hayati, efisiensi penyediaan hara akan meningkat sehingga penggunaan pupuk anorganik bisa berkurang (Goenadi D.H., Siswanto dan Y. Sugiarto, 2000).

PERMENTAN No.70/Permentan /SR.140/10/2011 Pupuk hayati adalah produk biologi aktif terdiri atas mikroba yang dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan dan kesehatan tanah.

Pengertian pupuk hayati secara umum adalah substansi yang mengandung mikroba hidup, yang ketika diaplikasikan pada benih, permukaan tanah, atau tanaman dapat memacu pertumbuhan tanaman. Pupuk hayati dapat digunakan sebagai agen biokontrol yang tidak berbahaya bagi proses ekologi dan lingkungan . banyak mikroba yang bisa dimanfaatkan antara lain, *Azospirillum spp*, *Azotobacter spp* untuk menambat N₂ dari udara tanpa harus bersimbiosis dengan tanaman. Beberapa isolat dari kedua spesies ini juga mamapu meningkatkan kelarutan P sukar larut. *Aeromonas spp.* dan *Aspergillus spp.* adalah contoh untuk mikroba pelarut P yang sangat efektif dalam melepaskan ikatan P, selain itu mikroba ini bisa memperbaiki agregasi dan aerasi tanah (Khudori, 2006).

Pupuk hayati mengandung sumber hara N,P, K dan hara lainnya. Mikroba yang ditambahkan kedalam pupuk hayati selain mampu meningkatkan ketersediaan hara, juga mampu meningkatkan efisiensi pengambilan hara oleh tanaman sehingga efisiensi pemupukan meningkat. Hasil pengujian pada tanaman pangan (padi, jagung dan kentang) menunjukkan bahwa aplikasi pupuk hayati dapat menurunkan dosis pupuk kimia hingga 50% (Goenadi, 2007).

Pupuk hayati “Biokonversi” mineral merupakan pupuk hayati yang banyak mengandung mikroorganisme yang bermanfaat untuk tanaman seperti *Azotobacter sp*, *Rhizobium sp*, bakteri pengurai fosfat, *Lactobacillus sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Azospirillum sp*, selulolitik sp dan *Trichoderma sp*.

C. Mikroba-mikroba Menguntungkan Tanaman

1. Azotobacter sp.

Azotobacter merupakan salah satu bakteri penambat nitrogen aerobik non-simbiotik yang mampu menambat nitrogen dalam jumlah yang cukup tinggi, bervariasi + 2 - 15 mg nitrogen/gram sumber karbon. Kemampuan ini tergantung kepada sumber energi, keberadaan nitrogen yang terpakai, mineral, reaksi tanah dan faktor lingkungan yang lain, serta kehadiran bakteri tertentu. Faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi penambatan nitrogen antara lain suhu, kelembaban tanah, pH tanah, sumber karbon, cahaya dan penambahan nitrogen. Di samping itu jumlah bakteri penambat nitrogen pada perakaran, potensial redoks dan konsentrasi oksigen juga dapat mempengaruhi aktivitas penambatan nitrogen (Subba Rao, 1982).

Selain kemampuan menambat nitrogen, Azotobacter juga mampu menghasilkan metabolit lain yang bermanfaat bagi tanaman seperti auxin, thiamine, riboflavin, pyrodixine, cyanocobalamine, asam nikotinat, asam pantothenat, asam indol asetat, giberelin dan senyawa pengatur tumbuh lainnya yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman. Azotobacter

merupakan bakteri penambat nitrogen yang hidup bebas, sangat sensitif pada pH rendah dan reaksi tanah merupakan faktor pembatas bagi perkembangan dan penyebarannya (Lasrin, 1997).

Beberapa spesies *Azotobacter* yang dikenal sebagai *A.chroococcum*, terutama dijumpai pada tanah-tanah netral atau bersifat basa; *A.gilis*, merupakan spesies akuatik; *A.vinellandii* dan *A.beijerenckii* asal mulanya dipisahkan dari tanah-tanah di Amerika Utara; *A. insignis*, dipisahkan dari sampel sampel air di Indonesia; *A.macrocytogenes* diisolasi dari tanah-tanah Denmark; dan *A. paspali* dari rizosfer tumbuhan *Paspalu spp.* yang asal mulanya dipisahkan dari tanah-tanah Brazil. *A. paspali* diestimasi mampu menyumbang nitrogen dari hasil penambahan nitrogen atmosfer sebanyak 15-93 kg N/ha/tahun pada akar *Paspalum notatum* (Yuwono, 2006).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa inokulasi gabungan antara *Azotobacter*, *Azospirillum* bersama pada perakaran meningkatkan hasil gabah dan jerami tanaman padi sebesar masing-masing 4,5 dan 8,5 kg ha⁻¹, Das dan Saha (2007). Inokulasi *Azotobacter* juga meningkatkan hasil panen berkisar 2 hingga 45 persen pada sayuran, 9 hingga 24 persen pada tanaman tebu, 0 hingga 31 persen pada jagung, sorgum (Pandey dan Kumar, 1989). Pada percobaan rumah kaca, jumlah daun / tanaman, jumlah cabang primer dan sekunder tanaman, berat kering dan keseluruhan berat basah tanaman, jumlah polong/ tanaman, biji / polong tanaman *Brassica L* (brown sarson) meningkat secara signifikan dengan

inokulasi *Azotobacter* daripada tanpa inokulasi. Hasil produksi biji masing-masing 22.400 g pot⁻¹ dan 10.107 g pot⁻¹ (S. A. Wani, 2012).

2. Bakteri Pelarut Fosfat

Bakteri pelarut fosfat berpotensi meningkatkan ketersediaan fosfat terlarut bagi tanaman, terutama pada tanah yang mengalami defisiensi fosfat. Bakteri pelarut fosfat yang sering digunakan dalam pupuk hayati antara lain ; *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium* dan *Bradyrhizobium*. Ilmer dan Schiner (1995) menyatakan bahwa mekanisme pelarutan fosfat berhubungan dengan kemampuan bakteri dalam menghasilkan asam organik seperti asam asetat, oksalat, suksinat, sitrat dan ketoglutarat. Pelarutan P oleh perakaran tanaman dan mikroba tergantung pada pH tanah.

Sebagian dari bakteri genus *Pseudomonas* dan *Bacillus* dan sebagian dari fungi genus *Penicillium* dan *Aspergillus* memiliki kemampuan untuk melarutkan P tidak larut dalam tanah menjadi larut dengan mengeluarkan asam-asam organik seperti ; asam sitrat, glutamate, suksinat, laktat, asam formiat, asetat, propionate, glikolat, oksalat, malat, fumarat, tartrat dan α -ketobutirat, yang mampu menghelat kation-kation logam Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} . Asam-asam organik tersebut bersifat non folatil sehingga kation yang dihelat menjadi stabil dan ion $H_2PO_4^-$ menjadi bebas dari ikatannya dan tersedia bagi tanaman untuk diserap (Rao, 1994).

2. Lactobacillus sp

Simbiosis lactobacillus dengan tanaman adalah menguraikan bahan organik tanpa menimbulkan panas tinggi karena mikroorganisme anaerob bekerja dengan kekuatan enzim dan Lactobacillus sp bersama bakteri kelompok bacillus sp.(bakteri selulolitik) merupakan bakteri kelompok probiotik & antibiotik. Mikroba probiotika menghasilkan asam laktat dan bakteri selulolitik menghasilkan enzim selulosa, keduanya membantu dalam proses penguraian bahan organik tanah memecah komponen serat selulosa dan lignoselulosa dari limbah pertanian sehingga menyediakan hara tanah, memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah serta meningkatkan keragaman mikroba yang menguntungkan dalam tanah.

3. Pseudomonas sp

Pseudomonas terbagi atas grup, diantaranya adalah sub-grup berpendarfluor (fluorescent) yang dapat mengeluarkan pigmen. Kebolehan menghasilkan pigmen phenazine juga dijumpai pada kelompok tak berpendarfluor yang disebut sebagai Pseudomonas multivorans. Sehubungan itu maka ada empat spesies dalam kelompok fluorescent yaitu : *Pseudomonas aeruginosa*, *P.fluorescent*, *P.putida*, dan *P.multivorans*. *Pseudomonas sp.* telah diteliti sebagai agen pengendalian hayati penyakit tumbuhan (Hanuddin *et al*, 2010).

4. Azospirillum sp.

Azospirillum sp. adalah bakteri gram negatif pada media semi padat yang mengandung malat, sel berbentuk setengah spiral dan bergerak secara berputar. Suhu optimum bagi pertumbuhan Azospirillum berkisar antara 32°-36°C dan pH optimum bagi pertumbuhan Azospirillum berkisar antara 6,8 – 7,9 (Day and Duberineir, 1976).

Penelitian tentang penggunaan Azospirillum pada tanaman telah dilakukan . Okon dan Kalpunik (1986) melaporkan bahwa inokulasi Azospirillum pada tanaman sorgum dapat meningkatkan hasil sebesar 15-20%. Azospirillum diestimasi mampu menghemat penggunaan pupuk nitrogen ekuivalen dengan 20-40 kg/ha pada pertanaman serealia (Yuwono, 2006).

5. Trichoderma sp

Trichoderma adalah jamur penghuni tanah yang dapat diisolasi dari perakaran tanaman lapangan. Species Trichoderma disamping sebagai organisme pengurai, dapat pula berfungsi sebagai agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman. Trichoderma dapat ditemui di hampir semua jenis tanah dan pada berbagai habitat. Jamur ini dapat berkembang biak secara cepat pada daerah perakaran.

Ketika Trichoderma sp ditambahkan kedalam tanah yang mengandung jamur patogen seperti *Rhizoctonia solani*, maka hifa jamur trichoderma sp akan melilit dan tumbuh pada miselium inang sehingga jamur patogen terinvasi akan collapse dan terdisintegrasi.

Spesies *Trichoderma* sp (*Teleomop hypocera*) merupakan sebagian besar penghuni tanah, bersifat saprofit dan parasit bagi cendawan lain (samuels *et al.*, 2000 dalam Rosmana *et al.*,2015). Mereka mampu berasosiasi dengan akar tanaman dengan melakukan penetrasi ke lapisan luar sel tanaman dan bertahan disitu. *Trichoderma* sp menunjukkan efek antagonis terhadap setidaknya 18 genus dan 29 spesies cendawan patogen, serta berbagai bakteri patogen. Mekanisme antagonis yang paling signifikan dari *Trichoderma* sp melawan patogen adalah mikoparasitisme. Setelah mengenali patogen, miselium *td* sp tumbuh berdampingan miselium patogen secara spiral. Proses ini disertai dengan sekresi enzim pengurai dinding sel (CWDE), seperti kitinase, glukonase dan protease yang menembus miselium patogen, menyerap nutrisinya dan pada akhirnya melarutkan patogen (Bailey *et al.*, 2008 dalam Nurlaila.,2019).

Salah satu spesies *Trichoderma* sp yang biasa digunakan untuk mengendalikan penyakit pada tanaman adalah *T. asperellum* mampu mengendalikan penyakit vsd dan meningkatkan ketahanan berdasarkan peningkatan insidensi penyakit pada klon MCC 02 dengan kategori sedang (Nurlaila., 2019).

D. Pemangkasan

Pemangkasan merupakan salah satu teknik budidaya yang penting dilakukan dalam pemeliharaan tanaman kakao dengan cara membuang tunas-tunas liar seperti cabang-cabang yang tidak produktif, cabang sakit, cabang kering, dan cabang overlapping terutama dalam hal mengatur iklim mikro yang tepat bagi pertumbuhan bunga dan buah atau untuk mengatur jumlah dan sebaran daun sehingga tanaman kakao dapat memiliki kondisi yang baik untuk pertumbuhannya (Prawoto, 2008)

Tanaman kakao mengalami pertumbuhan tunas baru secara berkala sehingga pada umur tertentu tanaman menjadi rimbun. Akibatnya penetrasi dan distribusi cahaya ke dalam kanopi menjadi lemah, pertumbuhan generatif dan vegetatif tidak seimbang dan produktivitas tanaman juga rendah. Upaya untuk meningkatkan penetrasi dan distribusi cahaya serta memperoleh keseimbangan pertumbuhan vegetatif dan generatif dapat dilakukan dengan pemangkasan (Asrul, 2013).

Peningkatan produktivitas kakao dapat dilakukan dengan perbaikan kultur teknis. Pemangkasan merupakan salah satu teknik budidaya yang penting terutama bagi tanaman kakao. Penelitian yang dilakukan Anok *et al* (2018), pemangkasan menghasilkan hasil jumlah tertinggi biji kering per pohon serta parameter hasil seperti protein larut (16,40 mg.g lemak (42,63 %) dari kakao juga dicatat dalam pemangkasan sedang. Total fenol dalam kacang tercatat tertinggi dalam cahaya pemangkasan (67,57 mg.g⁻¹). Pemangkasan merupakan suatu tindakan yang dilakukan perkebunan

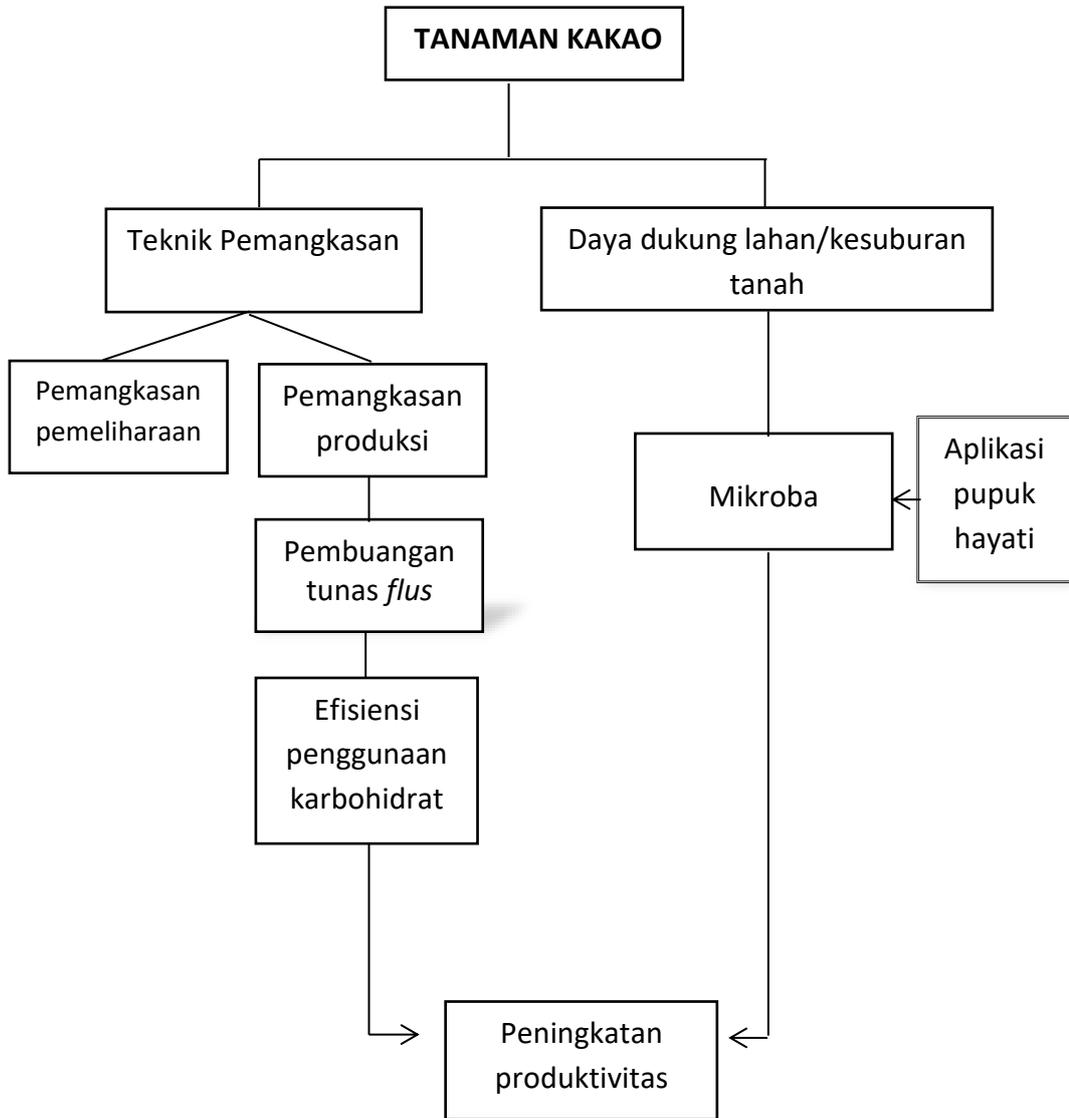
kakao untuk mengoptimalkan nilai LAI (*Leaf Area Index*) dan mengutamakan ranting sebagai objek pemangkasan sehingga tanaman kakao dapat berproduksi baik dan terus menerus (Soedarsono, 1996).

Pengaruh pemangkasan pada tanaman kakao berdampak besar, yaitu menurunkan kelembaban kebun, memperoleh iklim mikro yang sehat dan produksi tinggi, serta pemangkasan yang efektif dan tepat waktu dapat membantu pengontrolan penyakit tanaman kakao (Wood and Lass, 1985).

Pemangkasan pada tanaman kakao antara lain pemangkasan bentuk untuk membentuk kerangka tanaman, pemangkasan pemeliharaan untuk mempertahankan kerangka dan membuang cabang sakit, serta pemangkasan produksi yang bertujuan untuk memacu pertumbuhan bunga dan buah (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004).

Hasil penelitian Angela *et al* (2015) menunjukkan bahwa pada tanaman kakao yang tidak dipangkas jumlah buah semakin menurun dari 209 buah menjadi 187 buah, sedangkan pada tanaman yang dipangkas jumlah buah meningkat dari 116 buah menjadi 127 buah.

E. Kerangka Konseptual



F. Hipotesis

1. Terdapat peranan pemberian konsentrasi pupuk hayati yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman kakao.
2. Terdapat peranan pemangkasan tunas terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kakao