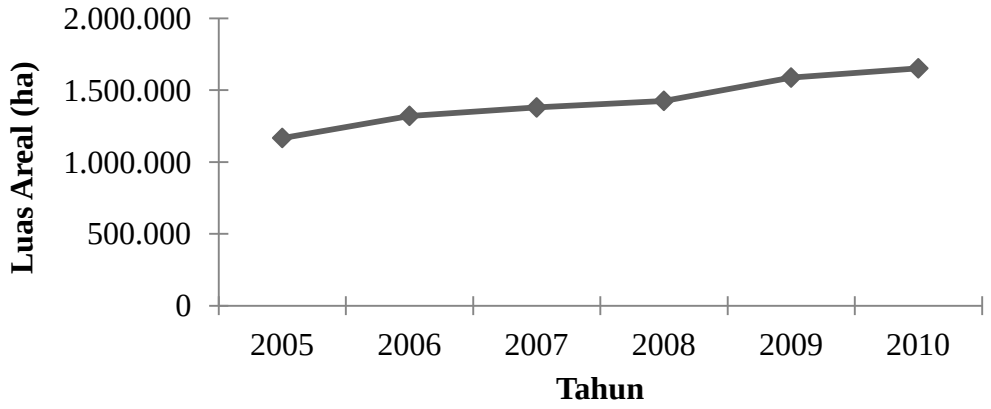
I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

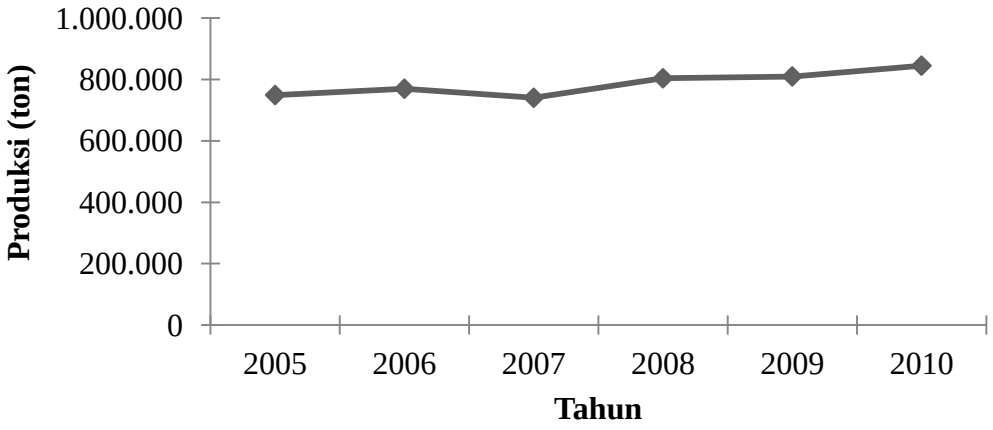
Kehidupan manusia modern saat ini tidak terlepas dari berbagai jenis makanan yang salah satunya adalah cokelat. Cokelat dihasilkan dari biji buah kakao yang telah mengalami serangkaian proses pengolahan sehingga bentuk dan aromanya seperti yang terdapat di pasaran. Biji buah kakao (cokelat) yang telah difermentasi menjadi serbuk disebut cokelat bubuk. Cokelat dalam bentuk bubuk ini banyak dipakai sebagai bahan untuk membuat berbagai macam produk makanan dan minuman, seperti susu, selai, roti, dan lain–lain.

Kakao merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan yang peranannya cukup penting bagi perekonomian nasional, khususnya sebagai penyedia lapangan kerja, sumber pendapatan, dan devisa negara. Di samping itu, kakao juga berperan dalam mendorong pengembangan wilayah dan pengembangan agroindustri.

Dalam pengembangannya, budidaya kakao di Indonesia mengalami peningkatan yang cukup pesat, baik dari segi perluasan areal maupun produksinya (Gambar 1 dan 2). Luas perkebunan kakao pada tahun 2010 telah mencapai 1.651.53 ha (Dirjen Perkebunan, 2011a) dengan produksi mencapai 844.626 ton (Dirjen Perkebunan, 2011b).



Gambar 1. Luas areal pertanaman kakao di Indonesia pada tahun 2005-2010 (Dirjen Perkebunan, 2011a**).**



Gambar 2. Produksi tanaman kakao di Indonesia pada tahun 2005-2010 (Dirjen Perkebunan, 2011b).

Dari Gambar 1 dan 2 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan luas areal dan produksi kakao di Indonesia. Dengan semakin banyaknya produksi kakao tersebut maka akan semakin banyak pula produksi limbah kulit buah kakao. Banyaknya limbah kulit buah kakao yang dihasilkan, dapat menginspirasi kita untuk lebih memanfaatkan potensi dari limbah tersebut, salah satunya adalah sebagai bahan baku pembuatan kompos. Selain itu juga, diduga limbah kulit buah kakao ini mampu berdampak negatif bagi lingkungan, seperti meningkatkan

polusi udara akibat pembakaran limbah dan meningkatkan kebutuhan lahan untuk penimbunan. Untuk itu, perlu dilakukan penanganan yang tepat agar limbah tersebut dapat termanfaatkan.

Kandungan hara mineral kulit buah kakao cukup tinggi, khususnya hara kalium dan nitrogen. Dilaporkan bahwa 61% dari total nutrien buah kakao disimpan di dalam kulit buah. Menurut Didiek dan Away (2004), kompos kulit buah kakao mempunyai pH 5,4; N total 1,30%; C organik 33,71%; P_2O_5 0,186%; K_2O 5,5%; CaO 0,23%; dan MgO 0,59%.

Habitat asli tanaman kakao berupa hutan beriklim tropis dengan kondisi yang ternaungi. Tanaman kakao sangat sensitif bila kekurangan air, sehingga media tanamnya harus memiliki daya menyimpan air maupun drainase yang baik (Departemen Perindustrian, 2007). Usaha pembibitan kakao yang dilakukan secara besar-besaran seringkali menghadapi masalah ketersediaan air penyiraman, terutama untuk daerah-daerah yang kesulitan air. Untuk mengatasi hal tersebut, pemberian kompos kulit buah kakao dapat menjadi salah satu solusi dengan sifatnya yang memiliki daya serap air yang tinggi sehingga akan mampu menyediakan air yang cukup bagi bibit kakao. Selain itu, terdapat agen hayati yang juga mampu mengatasi masalah kekeringan pada tanaman yang dapat bersimbiosis dengan akar tanaman, yaitu fungi mikoriza.

Mikoriza berasal dari kata *miches* yang berarti fungi dan *rhizoid* yang berarti akar. Mikoriza adalah asosiasi simbiosis mutualisme antara fungi dan sistem perakaran tanaman tingkat tinggi (Rao, 1994). Dalam banyak asosiasi dengan mikoriza, fungi akan memperoleh senyawa karbon dari hasil fotosintesis tanaman inangnya.

Sementara itu, menurut Sieverding dan Howeler (1986) yang dikutip oleh Aeni (2005), manfaat yang diperoleh tanaman inang dengan adanya asosiasi mikoriza yaitu meningkatkan serapan hara dari tanah ke dalam akar. Salah satu unsur hara yang tingkat difusinya sangat lemah di dalam tanah adalah P. Dengan adanya hifa fungi mikoriza, serapan P ke dalam akar bermikoriza dapat menjadi 3-4 kali lebih tinggi dibandingkan dengan akar tanpa mikoriza. Dengan demikian, tingkat serapan P meningkat sejalan dengan peningkatan jumlah akar yang bersimbiosis dengan mikoriza.

Salah satu tipe mikoriza yang paling banyak ditemukan di alam adalah fungi mikoriza arbuskular (FMA) yang bersimbiosis dengan ± 80% spesies tanaman yang ada, baik yang dibudidayakan maupun yang tumbuh secara alami. Infeksi FMA dilaporkan mampu meningkatkan penyerapan nutrisi tanaman yang mengalami stres air dan memungkinkan tanaman untuk menggunakan air lebih efisien (Turk, Assaf, Hameed, dan Al-Tawaha, 2006).

Selain penggunaan mikoriza, perbaikan teknik budidaya juga dapat dilakukan dengan menambah bahan organik pada media tanamnya. Saat ini petani cenderung memilih menggunakan pupuk kimia daripada menggunakan pupuk organik. Hal ini karena kandungan hara di dalam pupuk kimia lebih tinggi sehingga pengaruhnya pada tanaman lebih cepat terlihat, sedangkan pupuk organik pengaruhnya tidak terlihat dengan cepat. Akibatnya, kandungan bahan organik tanah berkurang, kesuburan tanah menurun, hasil panen terus menurun. Kondisi ini mendorong petani menggunakan pupuk kimia dengan dosis yang semakin meningkat. Salah satu cara untuk mengembalikan kondisi kesuburan

tanah seperti semula adalah dengan menambahkan bahan organik berupa kompos ke tanah pertanian dan mengurangi penggunaan pupuk kimia.

Kompos kulit buah kakao mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman kakao. Mikoriza yang diaplikasikan juga dapat membantu dalam meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk. Kombinasi keduanya diharapkan dapat memberikan hasil terbaik terhadap pertumbuhan bibit kakao, namun secara jelas belum diketahui dosis pupuk kompos pada pengaplikasian fungi mikoriza arbuskular yang efektif untuk mendapatkan hasil yang optimal. Penggunaan pupuk secara berlebih ataupun kurang akan memberikan hasil yang kurang optimal dan kurang efisien, sehingga perlu diadakannya penelitian agar diperoleh dosis optimum kompos kulit buah kakao pada tanaman yang ber-FMA dan yang tidak ber-FMA. Oleh karena itu, pemberian FMA pada taraf dosis kompos kulit buah kakao diharapkan berinteraksi positif dalam meningkatkan pertumbuhan bibit kakao.

Dari latar belakang yang telah dibuat, disusunlah rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah aplikasi fungi mikoriza arbuskular dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kakao?
2. Bagaimana bentuk respons bibit kakao terhadap pemberian dosis kompos kulit buah kakao yang semakin meningkat?
3. Apakah respons bibit kakao terhadap pemberian kompos kulit buah kakao ditentukan oleh aplikasi FMA?
4. Berapakah dosis optimum kompos kulit buah kakao bagi pertumbuhan bibit kakao yang diaplikasikan dengan FMA dan yang tidak diaplikasikan FMA?

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui apakah aplikasi fungi mikoriza arbuskular dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kakao.
2. Untuk mengetahui bentuk respons bibit kakao terhadap pemberian dosis kompos kulit buah kakao yang semakin meningkat.
3. Untuk mengetahui apakah respons bibit kakao terhadap kompos kulit buah kakao ditentukan oleh aplikasi FMA.
4. Untuk mengetahui dosis optimum kompos kulit buah kakao bagi pertumbuhan bibit kakao yang diaplikasikan dengan FMA dan yang tidak diaplikasikan FMA.

1.3 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, maka akan didapat informasi mengenai apakah perlakuan yang diberikan ini dapat menghasilkan bibit kakao yang sesuai dengan kriteria bibit kakao yang siap tanam dengan umur pembibitan 4 bulan. Diharapkan dengan pengetahuan yang baru ini, efisiensi dalam penggunaan pupuk dan dampak pemberian fungi mikoriza arbuskular dapat menjadi teknologi baru untuk pertanian kakao ke depan.

1.4 Landasan Teori

Akar tanaman, selain berguna untuk menopang tegaknya tanaman, juga menghasilkan eksudat yang terakumulasi di permukaan akar. Beberapa mikroorganisme, seperti fungi, memanfaatkan akar dan hidup di dalam ataupun di

luar akar, mengambil karbohidrat dari tanaman inangnya dan juga mengambil hara mineral tanah, terutama fosfor, yang kemudian diberikan kepada inangnya. Asosiasi fungi dengan akar tanaman ini disebut mikoriza.

Berdasarkan susunan anatomi infeksinya, mikoriza dibedakan menjadi dua tipe yaitu ektomikoriza dan endomikoriza. Kebanyakan dari ektomikoriza adalah termasuk golongan fungi *Basidiomycetes*. Sedangkan endomikoriza dibedakan dalam tiga jenis, yaitu *Ericaceae, Orchidaceae,* dan fungi mikoriza arbuskular (FMA). Berbeda dengan ektomikoriza, FMA tidak menyebabkan perubahan moorfologi akar dan tidak ada hifa yang menyelubungi akar (Islami dan Utomo, 1995).

Fungi yang tergabung ke dalam endomikoriza banyak mendapat perhatian karena penyebarannya lebih luas dan dapat berasosiasi dengan hampir 90 % spesies tanaman tingkat tinggi, salah satunya adalah FMA (Cruz, Ishii, dan Kadoya, 2000).

Mekanisme hubungan antara FMA dengan akar tanaman dimulai dengan perkecambahan spora di dalam tanah. Tanaman akan mengeluarkan daya tarik berupa eksudat akar yang berfungsi sebagai makanan dan seleksi terhadap FMA. Eksudat yang berupa gula, asam organik, dan asam amino banyak terdapat pada jaringan apikal akar. Tahap berikutnya yaitu FMA akan masuk ke dalam akar menembus atau melalui celah antar sel epidermis, kemudian hifa akan tersebar baik secara interseluler maupun intraseluler di dalam jaringan korteks sepanjang akar (Simanungkalit, 2004).

Struktur penyusun utama FMA adalah arbuskul, vesikel, hifa eksternal, dan spora. Arbuskul adalah struktur hifa yang bercabang-cabang seperti pohon-pohon kecil yang mirip haustorium (membentuk pola dikotom), berfungsi sebagai tempat pertukaran nutrisi antara tanaman inang dengan fungi. Struktur ini mulai terbentuk 2-3 hari setelah infeksi, diawali dengan penetrasi cabang hifa lateral yang dibentuk oleh hifa ekstraseluler dan intraseluler ke dalam dinding sel inang (Mosse, 1981 yang dikutip oleh Chairuman, 2008).

Akar bermikoriza dapat membentuk hifa eksternal yang merupakan kelanjutan dari hifa internal. Selanjutnya, hifa internal ini membentuk struktur yang disebut vesikel. Vesikel merupakan suatu struktur berbentuk lonjong atau bulat, mengandung cairan lemak, yang berfungsi sebagai organ penyimpanan makanan atau berkembang menjadi klamidospora, yang berfungsi sebagai organ reproduksi. Pembentukan vesikel diawali dengan adanya perkembangan sitoplasma hifa yang menjadi lebih padat dan mengandung partikel lipid dan glikogen. Sitoplasma menjadi semakin padat melalui proses kondensasi, dan organel semakin sulit untuk dibedakan sejalan dengan akumulasi lipid selama maturasi (Simanungkalit, 2004).

Jaringan hifa eksternal FMA yang menginfeksi akar tanaman akan memperluas bidang serapan akar terhadap air dan unsur hara. Di samping itu, ukuran hifa yang sangat halus pada bulu – bulu akar memungkinkan hifa dapat menyusup ke pori – pori tanah yang paling halus, sehingga hifa mampu menyerap air pada kondisi kadar air tanah yang sangat rendah (Kilham, 1994 yang dikutip oleh Suhaelah, 2007). Serapan air yang lebih besar oleh tanaman bermikoriza juga

akan membawa unsur hara seperti N, P, dan K, sehingga serapan hara oleh tanaman akan meningkat.

Musfal (2008) dan Kabirun (2002) melaporkan bahwa tanaman yang terinfeksi FMA mampu menyerap unsur P yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang tidak terinfeksi. Tingginya serapan P oleh tanaman yang terinfeksi FMA disebabkan oleh hifa FMA mengeluarkan enzim fosfatase, sehingga P yang terikat di dalam tanah akan terlarut dan tersedia bagi tanaman.

Anggiarini (2005) melaporkan bahwa inokulasi FMA (*Glomus* sp. dan *Gigaspora* sp.) mampu meningkatkan tinggi bibit, panjang akar tunggang, dan bobot kering akar bibit kakao yang berumur 16 minggu setelah *transplanting*. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Lucia, Yahya, dan Fakuara (1998) menunjukkan bahwa inokulasi fungi mikoriza pada tanaman kakao dapat menghasilkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik. Inokulasi fungi mikoriza nyata mengefisienkan pemberian air pada pembibitan kakao. Pada peubah tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah akar, inokulasi fungi mikoriza secara nyata meningkatkan efisiensi penyiraman sebesar 200 – 400%. Inokulasi fungi ini juga mampu mempersingkat waktu di pembibitan selama satu bulan.

Hasil penelitian Sasli (1999) menunjukkan bahwa pemberian FMA dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kakao yang lebih baik dibanding bibit tanpa FMA. Ini terlihat dari tingginya nilai rata-rata untuk hampir semua peubah yang diamati dibanding bibit yang tidak ber-FMA. Inokulasi FMA meningkatkan bobot kering tajuk dan akar masing-masing sebesar 144,7 % dan 190 % dibandingkan dengan kontrol. Efisiensi penggunaan air juga tertinggi untuk bibit

kakao yang mendapat perlakuan inokulasi mikoriza, yang dapat mencapai 149,2 % dari nilai kontrol untuk taraf kekeringan 70% air tersedia. Ini menunjukkan bahwa bibit yang bermikoriza sebenarnya tidak mengalami cekaman kekeringan oleh karena adanya hifa eksternal FMA yang masih dapat menyerap air dari pori-pori tanah.

Menurut Dirjen Perkebunan (2011a), produksi kakao Indonesia pada tahun 2010 sebesar 844.626 ton. Apabila dilihat dari banyaknya produksi ini maka terdapat produk lain berupa limbah kulit buah kakao yang berpotensi mencemari lingkungan, akan tetapi hal ini dapat diatasi dengan penanganan dan teknologi yang tepat untuk memanfaatkan limbah tersebut. Kandungan hara kompos yang dibuat dari kulit buah kakao adalah 1,81 % N, 26,61 % C-organik, 0,31% P_2O_5, 6,08% K_2O, 1,22% CaO, 1,37 % MgO, dan 44,85 cmol/kg KTK (Goenadi, 1997).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sudirja, Solihin, dan Rosniawaty (2005), pemberian kompos kulit buah kakao dengan kascing tidak berpengaruh pada pH tanah, C-organik, dan KTK tanah. Namun, secara mandiri, kompos bioaktif kulit buah kakao memberikan pengaruh nyata terhadap perbaikan pH dan C-organik tanah. Pemberian kompos bioaktif kulit buah kakao 2,51 kg per *polybag* memberikan pH tanah dan C-organik tertinggi masing-masing sebesar 6,9613 dan 4,844%, atau meningkat 50,80% dan 159% jika dibandingkan dengan kontrol.

Pemberian bahan organik berkelanjutan selain dapat memperbaiki sifat kimia tanah melalui perbaikan pH, juga sifat biologis tanah yaitu FMA. Harinikumar, Bagyaraj, dan Mallesha (1990) menyatakan bahwa akumulasi bahan organik dapat

meningkatkan keragaman spora FMA, dan meningkatkan daya tahan dan daya tumbuh spora fungi di dalam tanah.

Jayanegara (2011) melaporkan bahwa terdapat interaksi dalam perlakuan pemberian FMA 10 gram/ *polybag* dan dosis pupuk kompos 2,5 ton/ha terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum (*Shorgum bicolor* [L.] Moench). Hal itu dibuktikan dengan meningkatnya jumlah daun dan bobot biji per tanaman pada tanaman berumur 6 minggu setelah *transplanting*.

Kombinasi media tanam campuran *subsoil* dengan kompos dan FMA menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun bibit kelapa sawit. Hal tersebut menunjukkan bahwa bahan organik dan kandungan hara terutama N dari kompos telah bisa dimanfaatkan untuk meningkatkan jumlah daun. Selain itu juga, kombinasi media tanam campuran *subsoil* dengan kompos (TKS atau kompos UNPAD) dan FMA meningkatkan bobot basah dan bobot kering bibit. Secara umum, pemberian kompos dan FMA pada subsoil dapat meningkatkan bobot basah dan bobot kering bibit dibandingkan dengan yang menggunakan subsoil saja. Hal tersebut tejadi karena penambahan kompos baik kompos TKS maupun kompos UNPAD mengakibatkan peningkatan kesuburan fisik dan biologis tanah (Suherman, Nuraini, dan Rosniawaty, 2006).

Hasil penelitian Muslim (2009) menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi antara kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan mikoriza berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, bobot basah akar, bobot basah tajuk, bobot kering akar, bobot kering tajuk, bobot biji per tanaman dan bobot 100 biji pada tanaman kedelai.

1.5 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan landasan teori yang telah dikemukakan, berikut ini disusun kerangka pemikiran untuk memberikan penjelasan teoretis terhadap perumusan masalah.

Mikoriza adalah fungi tanah yang bersimbiosis secara mutualisme dengan akar tanaman. Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) diberikan pada akar bibit tanaman kakao, maka spora FMA akan berkecambah di dalam tanah. Akar tanaman akan mengeluarkan eksudat berupa gula, asam organik, dan asam amino, yang berfungsi sebagai makanan spora dan seleksi terhadap FMA. Selanjutnya, proses infeksi dimulai dengan hifa yang keluar dari spora yang berkecambah membentuk apresorium, yaitu struktur yang berupa penebalan massa hifa yang kemudian menyempit dan berbentuk seperti tanduk. Apresorium ini membantu hifa menembus ruang sel epidermis melalui permukaan akar atau rambut-rambut akar secara mekanis dan enzimatis. Hifa yang telah masuk ke dalam akar melalui ruang sel epidermis, kemudian berkembang dan menyebar di dalam dan di antara sel-sel korteks. Hifa ini akan bercabang-cabang seperti pohon-pohon kecil yang disebut arbuskul. Arbuskul berfungsi sebagai tempat pertukaran nutrisi antara tanaman inang dengan fungi. Kemudian, sitoplasma hifa berkembang menjadi lebih padat, multinukleat, dan mengandung partikel lipid dan glikogen yang diakibatkan oleh adanya proses kondensasi, sehingga terbentuklah vesikel yang berkembang secara interseluler. Selanjutnya jaringan hifa ini terus berkembang secara eksternal menyebabkan tanaman memiliki jangkauan akar yang jauh lebih luas daripada jangkauan akar tanaman itu sendiri.

Maka, setelah bersimbiosis dengan FMA, bibit tanaman kakao mampu tumbuh dengan lebih baik sebagai akibat dari perluasan hifa eksternal FMA yang memungkinkannya bisa menyusup ke pori-pori tanah yang paling kecil (mikro) dalam menyerap air dan unsur hara yang dibutuhkan oleh bibit kakao. Hifa eksternal pada mikoriza dapat menyerap unsur fosfat dari dalam tanah dan segera diubah menjadi senyawa polifosfat. Senyawa polifosfat kemudian masuk ke dalam hifa dan dipecah menjadi fosfat organik yang dapat diserap oleh sel tanaman.

Efisiensi penyerapan unsur hara yang didapat dari kompos kulit buah kakao meningkat dengan penggunaan mikoriza. Dengan adanya kombinasi antara penggunaan kompos kulit buah kakao dan mikoriza, maka tanaman akan mudah mendapatkan unsur P, yang diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang relatif banyak. Selain itu, dengan adanya infeksi FMA, akar tanaman akan mengalami perubahan fisiologi yang memungkinkannya untuk menahan patogen akar. Hal itu disebabkan oleh kemampuan FMA dalam memproduksi antibiotik yang dapat menghadang patogen akar.

Bahan organik memiliki peran penting dalam menentukan kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman, sehingga jika kadar bahan organik tanah menurun, kemampuan tanah dalam mendukung produktivitas tanaman juga menurun. Kompos adalah pupuk organik yang berasal dari bahan organik yang telah mengalami dekomposisi. Ketika kompos diberikan sebagai campuran media tanam bibit tanaman kakao, maka media tanam akan menjadi lebih baik dari segi fisik dan kimia.

Secara fisik, kompos berpengaruh pada struktur dan tekstur tanah yang menjadikannya ringan untuk diolah dan mudah ditembus akar sehingga akar tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Hal ini menyebabkan akar menjadi mampu menjangkau daerah yang lebih luas dalam menyerap nutrisi dan hara sehingga pertumbuhan tanaman juga menjadi baik. Selain itu juga, kompos mampu meningkatkan daya menahan air (*water holding capacity*) sehingga kemampuan tanah untuk menyediakan air menjadi lebih banyak. Hal ini dapat menjadi tabungan air bagi tanaman pada masa kekeringan oleh penguapan ataupun karena diserap oleh akar tanaman.

Secara kimia, kompos dapat memperbaiki pH tanah, meningkatkan kandungan C-organik, dan memiliki KTK (Kapasitas Tukar Kation) yang tinggi karena bahan organik mempunyai daya jerap kation yang lebih besar daripada koloid liat dan dapat melepaskan P dari P terfiksasi menjadi P-tersedia bagi tanaman. Selain itu, kompos juga mampu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman, walaupun relatif sedikit. Kompos yang digunakan di sini adalah kompos kulit buah kakao (KKBK) yang mengandung unsur hara N, C, P, K, Ca, dan Mg, sehingga kompos ini dapat membantu menyediakan hara tanaman, walaupun relatif kecil.

Dengan berbagai kandungan dan sifat dari kompos kulit buah kakao tersebut, maka bibit tanaman kakao akan memiliki pertumbuhan yang jauh lebih baik dibandingkan dengan bibit kakao yang ditanam dengan media tanam tanpa kompos (bahan organik).

1.6 Hipotesis

Dari kerangka pemikiran yang telah dipaparkan, maka dapat dibuat hipotesis sebagai berikut:

1. Pemberian fungi mikoriza arbuskular akan meningkatkan pertumbuhan bibit kakao.
2. Pemberian kompos kulit buah kakao akan meningkatkan pertumbuhan bibit kakao sampai dosis tertentu, setelah itu peningkatannya akan menurun.
3. Respons bibit kakao terhadap aplikasi FMA ditentukan oleh dosis kompos kulit buah kakao.