

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Tanaman jagung (*Zea mays* L) merupakan salah satu komoditi yang sangat penting setelah padi, karena jagung merupakan salah satu tanaman pangan penghasil karbohidrat. Saat ini permintaan jagung terus meningkat baik untuk bahan makanan maupun pakan ternak, sedangkan peningkatan produksi tidak diimbangi dengan kebutuhan tersebut. Produksi jagung rata-rata di Lampung hanya mencapai $5,08 \text{ t ha}^{-1}$ dalam lima tahun terakhir (BPS, 2014).

Salah satu kendala yang menyebabkan rendahnya produksi jagung di Lampung yaitu lahan yang digunakan merupakan jenis tanah Ultisol. Penelitian Taufik dkk. (2010) menunjukkan bahwa produksi jagung di lahan Ultisol sangat rendah dan hasil biji jagung pipilan kering tertinggi $5,07 \text{ t ha}^{-1}$. Hasil jagung pada tanah Ultisol jauh lebih rendah dari hasil produksi PT BISI Internasional, Tbk yang mencapai $9,1 \text{ t ha}^{-1}$ pipilan kering jagung.

Rendahnya produksi jagung pada tanah Ultisol disebabkan tanah Ultisol tergolong tanah yang mengalami pelapukan lanjut sehingga tergolong tanah tua yang memiliki kesuburan tanah yang rendah. Menurut Subagyo dkk. (2004), tanah Ultisol mempunyai sebaran yang sangat luas, meliputi hampir 25% dari total daratan Indonesia. Tanah Ultisol dicirikan oleh penampang tanah yang dalam,

disertai dengan kenaikan fraksi liat seiring dengan kedalaman tanah. Kesuburan alami tanah Ultisol umumnya terdapat pada horizon A dengan kandungan bahan organik yang rendah. Unsur hara makro seperti fosfor dan kalium yang sering kahat, reaksi tanah yang masam hingga sangat masam, serta kejenuhan aluminium yang tinggi merupakan sifat-sifat tanah Ultisol yang sering menghambat pertumbuhan tanaman (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Upaya untuk meningkatkan produksi jagung adalah dengan memperbaiki kesuburan tanah melalui pemupukan. Salah satu upaya yang dilakukan adalah mencari pupuk alternatif atau kombinasi antara pupuk organik dan pupuk anorganik (pupuk kimia). Sirappa dan Razak (2010) menyatakan bahwa penggunaan pupuk tunggal NPK yang dikombinasikan dengan pupuk kandang dengan takaran 300 kg Urea, 200 kg SP-36, 50 kg KCl dan 2 ton pupuk kandang ha^{-1} mampu memberikan rata-rata hasil pipilan kering jagung $8,71 \text{ t ha}^{-1}$.

Nugroho dkk. (2012) memformulasikan pupuk organik baru yang dikenal dengan pupuk Organonitrofos. Pupuk Organonitrofos merupakan pupuk organik formula baru yang terbuat dari 70-80 % kotoran sapi segar dan 20-30 % limbah padat industri *Monosodium Glumate* (MSG) yang diinokulasi dengan mikroorganisme penambat N (*Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp.) dan pelarut P (*Aspergillus niger* dan *Pseudomonas fluorescens*).

Pemanfaatan limbah cair Monosodium Glutamat (MSG) telah lama dilakukan oleh masyarakat sebagai pupuk untuk tanaman pangan. Limbah cair merupakan hasil pembuangan dari pembuatan MSG atau penyedap masakan yang mempunyai kandungan nitrogen yang cukup tinggi dan kandungan C-organik yang cukup

(3,23% dan 5,47%). Kandungan mineral tersebut dapat menjadikan limbah MSG tersebut dapat digunakan sebagai pupuk yang sangat bermanfaat bagi tanaman dan berkualitas tinggi (Azzahrawani, 2010). Tingginya bahan organik di dalam tanah dapat meningkatkan kesuburan tanah baik secara fisik, kimia maupun biologi tanah yang akan mempengaruhi tingkat kesuburan tanah. Semakin tinggi kandungan dan masukan bahan organik ke dalam tanah maka akan meningkatkan kandungan C- Organik tanah yang diikuti dengan peningkatan aktivitas mikroorganisme tanah sehingga memberi peningkatan terhadap populasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA).

Selain pupuk Organonitrofos dan pupuk kimia, salah satu bahan pembenah tanah yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat tanah Ultisol adalah biochar. Biochar merupakan butiran halus dari arang kayu yang berpori (*porous*), bila digunakan sebagai suatu pembenah tanah maka dapat mengurangi jumlah CO₂ dari udara dengan cara mengikatnya ke dalam tanah. Biochar juga menyediakan habitat bagi mikroorganisme tanah, namun biochar tidak dikonsumsi oleh mikroorganisme tanah. Biochar yang diaplikasikan dapat tinggal dalam tanah selama ratusan atau bahkan ribuan tahun. Dalam jangka panjang biochar tidak mengganggu keseimbangan karbon-nitrogen, namun bisa menahan dan menjadikan air dan nutrisi lebih tersedia bagi tanaman. Bila digunakan sebagai pembenah tanah bersama pupuk organik dan inorganik, biochar dapat meningkatkan produktivitas, serta retensi dan ketersediaan hara bagi tanaman (Gani, 2009).

Salah satu mikroorganisme tanah yang bermanfaat dan bersimbiosis dengan tanaman adalah Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA). Simbiosis ini saling menguntungkan karena fungi mendapatkan senyawa organik karbon dari tanaman inangnya dan fungi melalui hifa ekstraradikal berperan dalam menyerap unsur hara terutama unsur hara yang tidak mobil di dalam tanah seperti P. Hifa tersebut dapat membantu tanaman menyerap air dari tanah yang jauh lebih efisien dibandingkan rambut akar. Selain membantu tanaman dalam menyerap unsur hara dan air, hifa FMA yang berkembang di dalam tanah secara langsung dapat memperbaiki sifat fisik tanah melalui perbaikan agregat tanah. Hifa eksternal yang mencapai 30 meter gram⁻¹ tanah mampu mengikat partikel- partikel tanah menjadi berukuran besar dan membentuk satu kesatuan agregat mikro yang stabil.

Thomas dkk. (1993) menyatakan bahwa FMA pada tanaman bawang di tanah bertekstur lempung liat berpasir secara nyata menyebabkan agregat tanah menjadi lebih baik, lebih berpori, dan memiliki permeabilitas yang tinggi namun tetap memiliki kemampuan memegang air yang cukup untuk menjaga kelembaban tanah dengan kemampuan ini simbiosis tanaman dengan FMA dapat meningkatkan stabilitas tanah.

Ruiz dkk. (1994) menjelaskan bahwa FMA dapat ditemukan pada sebagian besar tanah dan pada umumnya tidak memiliki inang yang spesifik, namun hubungan FMA dengan tanaman inang erat sekali dalam struktur dan fisiologi. Efisiensi hubungan keduanya sangat dipengaruhi oleh perbedaan spesies dan kondisi lingkungan. Kondisi ini akan mempengaruhi populasi dan jenis FMA. Lebih jauh Gupta dan Mukerji (2000) menyatakan bahwa populasi dan spesies FMA dipengaruhi oleh karakteristik tanaman dan beberapa faktor lingkungan seperti

suhu, pH tanah, struktur tanah, konsentrasi logam berat, kandungan fosfor dan nitrogen, keberadaan mikroorganisme lainnya, aplikasi pemupukan dan pestisida. Hasil penelitian Hayman (1975) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk kimia dalam jangka panjang dapat menurunkan populasi dan keanekaragaman spora FMA. Namun, pemberian pupuk organik dapat meningkatkan keanekaragaman spora FMA dalam tanah (Harinikumar dkk., 1990). Warner (1984) juga menambahkan bahwa peranan bahan organik dalam tanah sangat penting untuk ketahanan dan perkembangbiakan fungi FMA dalam tanah. Oleh karena itu perlu dipelajari apakah kombinasi pupuk dengan penambahan biochar pada pertanaman jagung dapat mempengaruhi keberadaan FMA di dalam tanah.

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab masalah yang dirumuskan dalam pertanyaan sebagai berikut

1. Apakah kombinasi pupuk Organonitrofos dan pupuk kimia dapat meningkatkan jumlah FMA pada pertanaman jagung di tanah Ultisol ?
2. Apakah penambahan biochar dapat meningkatkan jumlah FMA pada pertanaman jagung di tanah Ultisol ?
3. Apakah terdapat interaksi antara kombinasi pupuk Organonitrofos dan pupuk kimia dengan penambahan biochar terhadap jumlah FMA pada pertanaman jagung di tanah Ultisol ?

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah, penelitian ini bertujuan:

1. Untuk mengetahui apakah kombinasi pupuk Organonitrofos dan pupuk kimia dapat meningkatkan jumlah FMA pada pertanaman jagung di tanah Ultisol.

2. Untuk mengetahui apakah pengaruh penambahan biochar dapat meningkatkan jumlah FMA pada pertanaman jagung di tanah Ultisol.
3. Untuk menentukan apakah terdapat interaksi antara kombinasi pupuk Organonitrofos dan pupuk kimia dengan penambahan biochar terhadap jumlah FMA pada pertanaman jagung di tanah Ultisol.

1.3 Landasan Teori

Dalam rangka menyusun penjelasan teoretis terhadap pertanyaan yang telah dikemukakan, maka digunakan landasan teori sebagai berikut.

Jenis tanah Ultisol dicirikan dengan adanya akumulasi liat pada horizon bawah permukaan sehingga mengurangi daya serap air, meningkatkan aliran permukaan dan erosi tanah. Erosi merupakan salah satu kendala fisik yang merugikan karena dapat mengurangi kesuburan tanah. Perbaikan kesuburan tanah dapat dilakukan dengan pemberian bahan anorganik, pupuk organik serta biochar ke dalam tanah (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Pupuk anorganik adalah pupuk sintetis yang dibuat oleh industri atau pabrik.

Namun untuk mendapatkan pupuk anorganik di pasaran sangat sulit karena kondisi yang langka dan harga yang melambung tinggi (Agromedia, 2010).

Selain itu, penggunaan pupuk anorganik yang secara terus menerus dapat berdampak buruk bagi tanah yaitu salah satunya mikroorganisme dalam tanah mati (Lestari, 2009). Mengatasi hal tersebut maka digunakan pupuk organik yaitu pupuk Organonitrofos.

Nugroho dkk. (2011) merancang sebuah pupuk organik baru yaitu Organonitrofos yang merupakan pupuk alternatif berbasis bahan organik. Pupuk tersebut terbuat dari kotoran sapi segar yang dikombinasikan dengan bahan mineral berupa batuan fosfat serta melibatkan mikroba penambat N (*Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp.) dan pelarut P (*Aspergillus niger* dan *Pseudomonas fluorescens*) untuk dapat mensuplai kebutuhan unsur hara N dan P. Lumbanraja dkk. (2013) melakukan reformulasi pupuk Organonitrofos karena kurang tersedianya batuan fosfat dengan kandungan P tinggi di Selagalinggai. Sebagai gantinya digunakan limbah padat industri Monosodium Glutamat yang memiliki kandungan P tinggi sebagai sumber fosfor. Menurut Nugroho (2012), *prototype* pupuk Organonitrofos ini mengandung C-organik 14,93%, N-organik 2,63%, P- total 4,91 dan P-terlarut 1,66%.

Hasil penelitian Yusnaini (2009) menjelaskan bahwa pertanaman jagung yang diberi pupuk organik dan anorganik dapat memperbaiki sifat biologis tanah diantaranya melalui peningkatan populasi dan keragaman spora FMA. Selain penggunaan pupuk anorganik dan pupuk organik untuk meningkatkan kesuburan tanah digunakan juga bahan pembenah tanah. Salah satu bahan pembenah tanah yang dapat digunakan adalah biochar. Menurut Gani (2009), penggunaan biochar dapat meningkatkan kualitas tanah karena dapat mengatasi tanaman yang miskin hara, kekurangan bahan organik, dan kekurangan air. Menurut Bambang (2012), penambahan biochar ke tanah meningkatkan ketersediaan kation utama fosfor, total N, dan kapasitas tukar kation (KTK) yang pada akhirnya meningkatkan hasil karena dapat mengurangi resiko pencucian hara khususnya kalium. Peningkatan ketersediaan hara tanah dapat meningkatkan kinerja tanaman inang dan

meningkatkan konsentrasi nutrisi jaringan untuk meningkatkan tingkat kolonisasi akar tanaman inang oleh FMA (Ishii dan Kadoya, 1994).

Atmojo (2003) menjelaskan bahwa penambahan bahan organik ke dalam tanah menyebabkan aktivitas dan populasi mikroorganisme dalam tanah meningkat, terutama yang berkaitan dengan aktivitas dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Beberapa mikroorganisme yang berperan dalam mineralisasi dan dekomposisi bahan organik adalah fungi, bakteri dan aktinomicetes. Bakteri yang mendekomposisi bahan organik melepaskan polisakarida yang bertindak sebagai agen pengikat tanah. Fungi berupa hifa maupun polisakarida keduanya terlibat dalam proses agregasi tanah. Pemberian bahan organik dapat meningkatkan porositas tanah sehingga mengurangi penghalang mekanik bagi pertumbuhan hifa akibatnya hifa dapat terus tumbuh mendekati akar tanaman dan menginfeksi.

Fungi mikoriza arbuskula merupakan fungi obligat yang paling banyak bersimbiosis dengan jenis tanaman inang. Perkembangan kolonisasi FMA dimulai dengan pembentukan suatu apresorium pada permukaan akar oleh hifa eksternal yang berasal dari spora yang berkecambah. Apresorium tersebut masuk ke dalam akar melalui celah antar epidermis, kemudian membentuk hifa interseluler di sepanjang epidermis akar. Setelah proses itu berlangsung, kemudian jaringan dalam korteks akar terbentuk arbuskula dan vesikel. Vesikel merupakan suatu struktur berbentuk lonjong dan bulat, mengandung cairan lemak, dan berfungsi sebagai organ penyimpan makanan atau berkembang menjadi klamidospora yang berfungsi sebagai organ reproduksi dan struktur tahan. Vesikel selain dibentuk secara interseluler ada juga secara intraseluler.

Pembentukan vesikel diawali dengan adanya perkembangan sitoplasma hifa yang menjadi lebih padat, multinukleat dan mengandung partikel lipid dan glikogen (Mosse, 1991).

Semakin tinggi terbentuknya koloni akar maka akan meningkatkan terbentuknya spora FMA. Struktur FMA yang berperan dalam kelangsungan simbiosis dengan tanaman inang adalah hifa intraseluler, hifa interseluler, arbuskula, dan vesikel yang terdapat dalam sel korteks akar. Pada sistem perakaran yang terinfeksi FMA akan muncul hifa eksternal yang menyebar di sekitar rizosfer dan berfungsi sebagai alat absorpsi unsur hara. Hifa eksternal ini berfungsi untuk memperluas sistem perakaran tanaman yang digunakan untuk menyerap hara dan air di dalam tanah serta mampu melarutkan fosfat dalam tanah yang semula berada dalam bentuk yang tidak dapat diserap oleh akar tanaman (Brundrett dkk., 1996).

Spora terbentuk pada ujung hifa eksternal. Hifa FMA akan masuk ke dalam akar menembus atau melalui celah antar sel epidermis, kemudian apresorium akan tersebar baik inter maupun intraseluler di dalam korteks sepanjang akar. Setelah proses tersebut berlangsung barulah terbentuk arbuskula, vesikel dan akhirnya spora (Mosse, 1991).

Manfaat hubungan mutualistik FMA dengan tanaman yaitu meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui salah satunya meningkatkan serapan hara P. Pada kondisi kahat fosfor, tanaman bermikoriza mampu memanfaatkan sumber fosfor yang tidak tersedia melalui peningkatan laju pelarutan fosfor anorganik yang tidak larut dan hidrolisis fosfor organik menjadi fosfor anorganik larut yang diserap oleh tanaman dengan bantuan enzim fosfatase (Rainiyati, 2007).

Perkembangan hifa di luar akar akan menghasilkan enzim fosfatase yang berfungsi melarutkan P tak tersedia menjadi P tersedia yang dapat diserap oleh hifa dan akar. Sejak berasosiasi dengan akar tanaman, mikoriza akan terus berkembang dan selama itu pula membantu penyerapan unsur hara yang diperlukan tanaman. Jumlah spora FMA yang meningkat menyebabkan infeksi dan simbiosis FMA semakin baik sehingga pertumbuhan tanaman akan semakin baik juga. Jika tanaman sudah memiliki sistem perakaran yang baik dan penyerapan unsur hara juga berjalan dengan baik, maka tanaman jagung akan tumbuh dengan baik dan diharapkan produksinya lebih tinggi. Jumlah koloni akar FMA terbanyak terdapat pada tanah yang ditanami dengan tanaman inang (Suhardi, 1989).

1.4 Kerangka pemikiran

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

Tanah Ultisol merupakan tanah yang berwarna merah kuning yang sudah mengalami proses hancuran iklim lanjut. Tanah Ultisol memiliki ciri adanya akumulasi liat pada horizon bawah permukaan sehingga mengurangi daya serap air dan meningkatkan aliran permukaan. Hal ini mengakibatkan terjadinya erosi dan dapat mengurangi kesuburan tanah.

Pupuk Organonitrofos dengan pengkayaan mikroorganisme tanah dapat menjadi alternatif pupuk organik yang dapat mempengaruhi sifat fisik, kimia dan biologi pada tanah Ultisol. Hasil penelitian Rini (2003) menunjukkan bahwa penambahan pupuk organik dengan pupuk kimia berpengaruh nyata terhadap jumlah spora

FMA; pada perlakuan 100 % kotoran ayam (B1) sebesar 80 spora, dan 75% kotoran ayam + 25 % pupuk kimia (K4) sebesar 74 spora, yang tidak berbeda dengan 50 % kotoran ayam + 50 % pupuk kimia (K2) sebesar 67 spora. Hal ini menunjukkan semakin tinggi dosis bahan organik (kotoran ayam) maka populasi FMA semakin meningkat.

Fungi mikoriza arbuskula membentuk simbiosis mutualisme dengan tanaman. Fungi dapat memenuhi kebutuhan hidupnya (karbohidrat) dari akar tanaman inang dan tanaman inang mendapatkan unsur hara untuk keperluan pertumbuhannya, melalui hifa ektraradikal yang berperan dalam memperluas sistem serapan hara terutama unsur hara P. Prinsip kerja dari mikoriza adalah menginfeksi sistem perakaran tanaman inang dan memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang mengandung mikoriza akan mampu meningkatkan kapasitas penyerapan unsur hara dalam tanah, khususnya unsur hara fosfor karena unsur hara fosfor bersifat tidak mobil di dalam tanah.

Selain menggunakan pupuk organik dan kimia, digunakan juga biochar yang berfungsi sebagai pembenah tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman karena dapat membantu meningkatkan kebutuhan hara. Penambahan biochar dapat meningkatkan ketersediaan hara tanah dengan mempengaruhi sifat fisik. Penambahan biochar dapat meningkatkan pH tanah. Oleh karena itu, perubahan pH dapat mendorong peningkatan jumlah spora FMA. pH berpengaruh langsung terhadap aktifitas enzim yang berperan dalam perkecambahan. pH optimum untuk perkecambahan tergantung pada adaptasi dari FMA terhadap lingkungan misalnya terhadap suhu optimum dan juga tergantung kepada jenis FMA.

Perlakuan kombinasi pupuk kimia dan pupuk Organonitrofos dengan penambahan biochar memberikan perbedaan dalam peningkatan kolonisasi FMA. Perbedaan dalam peningkatan kolonisasi FMA disebabkan oleh pemberian pupuk kimia, seperti halnya keberadaan fosfor tanah sangat mempengaruhi jumlah spora yang dihasilkan. Kandungan fosfor yang tinggi didalam tanah maupun pada media buatan akan menghambat terbentuknya koloni FMA pada akar dan pada akhirnya akan mengurangi jumlah spora FMA di dalam tanah. Dengan adanya kombinasi pupuk Organonitrofos dan pupuk kimia serta penambahan biochar diharapkan dapat memperbaiki kondisi biologi tanah menjadi kondusif untuk pertumbuhan biota tanah sehingga dapat meningkatkan populasi FMA di dalam tanah.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Kombinasi pupuk Organonitrofos dan pupuk kimia meningkatkan total populasi FMA dibandingkan pupuk tunggal maupun kontrol.
2. Pemberian biochar 5000 kg ha⁻¹ meningkatkan total populasi FMA.
3. Terdapat interaksi antara pemberian kombinasi pupuk organonitrofos dan kimia serta biochar terhadap total populasi FMA.