

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan pustaka

2.1.1 Agroforestri Kayu putih

Agroforestri berbasis kayu putih dilakukan di hutan Sukun yang memiliki tanah kurang subur. Sifat kimia tanah pada lahan tersebut berdasarkan pada kriteria Lembaga Penelitian Tanah Bogor adalah pH agak masam sampai netral (6,10 - 6,80). Kandungan unsur hara makro antara lain C-organik sangat rendah sampai rendah (0,67% - 5,02%), N-total sangat rendah sampai rendah (0,06% - 0,10%), P-tersedia rendah (0,23 ppm - 2,19 ppm), K-tersedia rendah sampai tinggi (0,18 - 0,62) sedangkan bahan organik sangat rendah sampai rendah (1,15%-5,47%). Oleh karena itu, untuk mempertahankan kelestarian kesuburan tanah perlu dilakukan penambahan unsur hara ke dalam tanah yang berupa pupuk atau amelioran lainnya. Pemulihan daur hara yang terputus akibat pengangkutan biomassa ke pabrik dan ke rumah penduduk, tanpa pengembalian sisa pabrik yang berupa daun kembali ke lahan hutan (Budiadi *et al.*, 2006).

Penanaman jagung pada sistem agroforestri di hutan kayu putih menggunakan pupuk urea secara terus-menerus dan berlebihan, sehingga dapat menurunkan kesuburan tanah dan merusak lingkungan. Oleh sebab itu penggunaan pupuk anorganik perlu dikurangi dengan meningkatkan penggunaan pupuk hayati. Pupuk hayati merupakan alternatif yang tepat untuk memperbaiki, meningkatkan dan mempertahankan kualitas tanah sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan dan menaikkan hasil maupun kualitas berbagai tanaman (Seyedlar *et al.*, 2014).

2.1.2 Fungi mikoriza arbuskula

2.1.2.1. Definisi

Fungi mikoriza arbuskula merupakan mikrobia tanah yang memiliki peranan dalam meningkatkan hasil tanaman (Cahyani, 2009). Fungi mikoriza arbuskula dapat bersimbiosis mutualisme dengan tanaman inang. Fungi mikoriza arbuskula berperan dalam meningkatkan serapan hara, air, toleransi terhadap stres

commit to user

dan ketahanan terhadap penyakit, sedangkan tanaman inang menyediakan karbohidrat untuk fungsi mikoriza arbuskula.

2.1.2.2. Peranan fungsi mikoriza arbuskula dalam produksi tanaman

Fungsi mikoriza arbuskula dapat meningkatkan produksi tanaman yang dibudidayakan dengan cara pertama, meningkatkan serapan nitrogen dan fosfor. Serapan N meningkat dengan adanya fungsi mikoriza, berkaitan dengan peningkatan daya jelajah akar sehingga hara N yang tercuci dapat ditangkap kembali melalui hifa fungsi mikoriza arbuskula (Bender *et al.*, 2015). Peningkatan serapan P terjadi karena kontak langsung antara hifa dengan P di tapak jerapan tanah. Selain itu fungsi mikoriza arbuskula akan memacu bakteri untuk melepas enzim fosfatase sehingga dapat melepas P yang terikat oleh tanah (Bi *et al.*, 2003; Perner *et al.*, 2007; Mrabet *et al.*, 2014;). Kedua, meningkatkan hormon pertumbuhan yaitu IAA dan IBA yang diproduksi oleh bakteri. Fungsi mikoriza arbuskula dapat melapaskan eksudat yang mengandung karbon dan merupakan sumber energi bagi bakteri. Eksudat berada di dekat hifa fungsi mikoriza arbuskula dan banyak ditumbuhi bakteri yang menguntungkan bagi tanaman (Fitze *et al.*, 2005). Ketiga, meningkatkan hasil fotosintesis melalui peningkatan jumlah klorofil. Salah satu bahan pembentuk klorofil adalah Mg. Fungsi mikoriza arbuskula mampu meningkatkan serapan Mg sehingga klorofil yang terbentuk meningkat (Khalil dan Yousef, 2014)

Infeksi fungsi mikoriza arbuskula dapat meningkatkan serapan air yang berguna bagi pertumbuhan tanaman. Fungsi mikoriza arbuskula pada akar tanaman dapat memperluas bidang serapan akar karena hifa eksternal tumbuh dan berkembang melalui bulu akar sehingga dapat memperluas permukaan penyerapan akar (Mrabet *et al.*, 2014). Hifa ekstra radikal di dalam tanah sekitar akar menghasilkan material yang mendorong agregasi tanah sehingga dapat meningkatkan aerasi, penyerapan air dan stabilitas tanah. Tanaman yang diberi inokulan fungsi mikoriza arbuskula mempunyai produktivitas lebih tinggi dibandingkan tanaman yang tumbuh tanpa diberi inokulan fungsi mikoriza arbuskula (Quilambo, 2003).

commit to user

2.1.2.3. Jenis fungi mikoriza arbuskula

Fungi mikoriza arbuskula dapat dibedakan berdasarkan genus yaitu *glomus*, *gigaspora*, *acaolospora*, *entrophospora* dan *scutellospora*. *Glomus* memiliki ciri berdinding tebal, memiliki hifa, dinding hifa menyatu dengan dinding spora dan permukaan halus. *Gigaspora* memiliki ciri permukaan spora bergerigi, memiliki bulborus. *Acaolospora* memiliki ciri terdapat saculle, terdapat dinding spora pada bagian dalam, terdapat perbedaan warna spora. *Scutellospora* memiliki ciri terdapat perisai kecambah pada dinding spora. *Entrophospora* memiliki ciri sama dengan *scutellospora* tetapi spora keluar dari leher sporiferous saculle.

2.1.3 Keragaman fungi mikoriza arbuskula.

2.1.3.1. Parameter keragaman fungi mikoriza arbuskula.

Analisis keragaman fungi mikoriza arbuskula ditentukan dengan kepadatan spora, jumlah spora relatif, Species Richness dan indeks Shanonn-Wiener (Jewfa *et al.*, 2006). Kepadatan spora ditentukan dengan menghitung jumlah spora per 100 g tanah. Jumlah relatif spora ditentukan dengan menghitung jumlah spora per species dibanding dengan total kandungan spora.

2.1.3.2. Faktor yang mempengaruhi keragaman fungi mikoriza arbuskula.

Sebaran spora fungi mikoriza arbuskula tergantung pada faktor lingkungan dan jenis tanaman inangnya. Secara rinci faktor yang mempengaruhi sebaran spora adalah sebagai berikut :

a. Tanaman inang

Tanaman inang yang berbeda akan memiliki kemampuan berkolonisasi terhadap fungi mikoriza arbuskula berbeda pula. Tanaman inang yang kompatibel yang akan mampu berkolonisasi dengan baik. Tanaman monokotil akan lebih kompatibel terhadap genus *Glomus* sedangkan tanaman dikotil akan lebih kompatibel terhadap genus *Gigaspora* dan *Acaulospora* (Mickelson and Kaeppler, 2005). Tanaman yang paling kompatibel terhadap fungi mikoriza arbuskula adalah jagung, sorgum dan gandum, sehingga tanaman tersebut sering digunakan untuk perbanyakan spora fungi mikoriza arbuskula.

b. Bahan organik tanah

Bahan organik tanah merupakan sumber karbon bagi mikroorganisme. Perkembangan mikroba tanah akan memacu perkembangan fungi mikoriza arbuskula melalui simbiosis yang saling menguntungkan. Mikroba akan melepaskan hormon IAA yang mampu memacu pertumbuhan hifa fungi mikoriza arbuskula (Yang *et al.*, 2012)

c. Sistem pertanaman

Sistem pertanaman baik monokultur maupun *intercropping* akan mempengaruhi sifat tanah terutama biologi tanah. Pada sistem *intercropping* akan lebih meningkatkan diversifikasi mikroba baik bakteri maupun fungi dibanding dengan sistem monokultur. Diversifikasi mikroba berhubungan positif dengan perkembangan fungi mikoriza arbuskula (Bainard *et al.*, 2013)

d. Kadar P Tanah

Fungi mikoriza arbuskula akan aktif bersimbiosis dengan tanaman inang apabila kondisi P tanah dalam keadaan rendah. Pada keadaan kekurangan P maka tanaman akan mengalokasikan fotosintatnya ke fungi mikoriza arbuskula supaya tanaman memperoleh P. Semakin tinggi fotosintat yang dialokasikan ke fungi mikoriza arbuskula maka akan digunakan untuk perpanjangan hifa eksternal dan pembentukan spora (Kahiluoto *et al.*, 2012).

e. Pengolahan tanah

Kepadatan spora fungi mikoriza arbuskula akan menurun bila lahan diolah secara intensif. Sistem olah tanah konvensional (setiap musim tanam dilakukan pengolahan tanah) memiliki kepadatan spora (2109/100 g tanah) lebih rendah dibanding sistem tanpa olah tanah dan olah tanah minimum masing masing sebesar 2599 /100 g tanah dan 2863/100 g tanah (Yang *et al.*, 2012). Lebih lanjut dikemukakan oleh Prasetya and Anderson (2011), bahwa tanah yang dikelola secara intensif pada budidaya tanaman semusim memiliki kepadatan spora lebih rendah dibanding hutan.

commit to user

f. Musim

Kepadatan spora di musim penghujan lebih tinggi daripada musim kemarau. Hal ini berkaitan dengan kadar air tanah yang memacu pada proses perkecambahan spora fungi (Perez *et al.*, 2014). Lebih lanjut dikemukakan oleh Guadarrma *et al.*, (2014) bahwa perbedaan musim mempengaruhi Richness fungi mikoriza arbuskula, hal ini berhubungan dengan pH dan kadar NH_4 .

2.1.3.3. Keragaman fungi mikoriza arbuskula dan sifat tanah

Keragaman fungi mikoriza arbuskula dan kandungan bahan organik di lahan padang rumput bervariasi tergantung pada pengelolaan padang rumput. Hasil analisis regresi berganda menunjukkan bahwa ada korelasi linier yang signifikan dan positif antara keragaman fungi mikoriza arbuskula (richness dan evenness) dan konduktivitas listrik tanah atau bahan organik, sementara sifat-sifat tanah lainnya (N, P) tidak berkorelasi dengan keragaman fungi mikoriza arbuskula (Ba *et al.*, 2012).

Aplikasi kapur jangka panjang pada tanah masam dapat mempengaruhi ketersediaan nutrisi tanah dan meningkatkan kolonisasi fungi mikoriza arbuskula, tetapi menurunkan keragaman filotipe fungi mikoriza arbuskula. Hal ini mengindikasikan bahwa sifat kimia tanah dapat menentukan distribusi fungi mikoriza arbuskula pada tanah masam. Indeks keanekaragaman Shannon (H') berkorelasi negatif dengan pH tanah dan Ca ($P < 0,01$), tetapi berkorelasi positif dengan P, Mn dan Al ($P < 0,01$) (Guo *et al.*, 2012)

Distribusi spesies fungi mikoriza arbuskula terutama didorong oleh P-tersedia tanah di banyak ekosistem (Antunes *et al.*, 2012; Heijden *et al.*, 2006). Keragaman fungi mikoriza arbuskula berkorelasi positif dengan pH tanah, konsentrasi Ca-P, total fosfor, total nitrogen dan karbon organik tanah, dan aktivitas alkali fosfatase. Hal ini menunjukkan bahwa di stepa semi kering di Cina utara, tanah yang memiliki kesuburan lebih baik akan meningkatkan keragaman fungi mikoriza arbuskula.

Kekayaan spesies fungi mikoriza arbuskula berkorelasi positif dengan aktivitas asam fosfatase tanah dan aktivitas alkanin phosphatase. Analisis korelasi

juga menunjukkan bahwa filotipe fungi mikoriza arbuskula berbeda dalam responsnya terhadap sifat kimiawi dan biologis tanah. Hal ini menjelaskan alasan perbedaan keragaman fungi mikoriza arbuskula pada padang penggembalaan dengan pengelolaan yang berbeda (Guo *et al.*, 2016)

Indeks keragaman fungi mikoriza arbuskula sangat berkorelasi negatif dengan pH, Ca dan Mg. Tingkat P dan N yang tinggi di tanah sering ditemukan merusak keragaman fungi mikoriza arbuskula (Alguacil *et al.*, 2010; Borriello *et al.*, 2015) tetapi pengaruh sebaliknya telah dilaporkan oleh Van Geel *et al.*, (2015). Kandungan nutrisi tanah tidak berkorelasi dengan keragaman fungi mikoriza arbuskula, mungkin karena kadar P dan N dalam tanah tetap terlalu rendah sehingga tidak mempengaruhi kolonisasi akar tanaman oleh fungi mikoriza arbuskula setelah aplikasi pupuk (Herrmann *et al.*, 2015).

Kandungan unsur hara tanah mendorong sebagian besar variasi spasial dalam komunitas fungi mikoriza arbuskula dan keragaman genetik. Komunitas fungi mikoriza arbuskula lebih heterogen di tanah subur dengan rasio nitrogen/fosfor yang rendah dan sebaliknya. Keragaman genetik fungi mikoriza arbuskula meningkat pada tanah yang dibatasi oleh fosfor dan kandungan bahan organik tanah yang tinggi. Spesies semak yang berbeda menghasilkan kesuburan yang berbeda dalam kandungan nutrisi sehingga mendukung komunitas fungi mikoriza arbuskula yang berbeda dan meningkatkan keragaman fungi mikoriza arbuskula (Martínez-García *et al.*, 2011)

2.1.3.4. Keragaman fungi mikoriza arbuskula dan metabolit sekunder tanaman obat

Metabolit sekunder tumbuhan merupakan senyawa bioaktif utama pada tanaman obat. Fungi mikoriza arbuskular dapat berinteraksi dengan tanaman inang, dalam meningkatkan metabolit sekunder. Selada adalah sayuran dapat berinteraksi dengan fungi mikoriza arbuskula, salah satunya *R. Irregulare*. Selada yang diinisiasi *R. irregulare* dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dan fenolik dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi. Kadar antosianin lebih banyak yang diinokulasi fungi mikoriza arbuskula daripada kontrol. *R. irregulare* memiliki kemampuan lebih kuat dari *F. mosseae* dalam mempengaruhi

metabolisme tanaman. Inokulasi fungi mikoriza arbuskula dapat meningkatkan konsentrasi fenolik (Avio *et al.*, 2017)

Fungi mikoriza arbuskula dapat bersimbiosis dengan Artemesia. Dua jenis fungi mikoriza arbuskula yaitu *G. macrocarpum* dan *G. fasciculatum* terdapat pada tiga aksesori *Artemisia annua*. Inokulasi fungi mikoriza arbuskula dapat meningkatkan produksi herba, berat kering tunas, status nutrisi (P, Zn dan Fe) tunas, konsentrasi minyak esensial dan artemisinin dalam daun dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi fungi mikoriza. Peningkatan pertumbuhan, konsentrasi nutrisi dan produksi metabolit sekunder tanaman bervariasi tergantung interaksi antara fungi mikoriza arbuskula dan tanaman. *Glomus fasciculatum* lebih baik dibanding *Glomus macrocarpum* dalam peningkatan konsentrasi minyak atsiri Artemesia. *Glomus macrocarpum* lebih efektif dalam meningkatkan konsentrasi artemisinin dari pada *Glomus fasciculatum*. Peningkatan konsentrasi minyak atsiri berkorelasi positif dengan status-P tanaman (Chaudhary *et al.*, 2008).

Fungi mikoriza arbuskula juga dapat bersimbiosis dengan *Anethum graveolens*. *Funneliformis mosseae* dapat meningkatkan sintesis minyak atsiri aromatik pada kedua spesies tanaman. Sintesis minyak atsiri aromatik meningkat pada media yang diinokulasi fungi mikoriza dibandingkan dengan tanaman tanpa fungi mikoriza arbuskula (Weisany *et al.*, 2015).

Mentha spicata merupakan tanaman obat yang dapat menghasilkan metabolit sekunder. Aplikasi fungi mikoriza arbuskula dapat meningkatkan biosintesis metabolit sekunder. Efektifitas fungi mikoriza arbuskula tergantung jenis fungi mikoriza arbuskula. *Glomus etunicatum* dan *Glomus mosseae* dapat meningkatkan konsentrasi minyak atsiri, ekspresi limonene sintase gen dan jumlah senyawa fenolik pada tiga genotipe *Mentha spicata* dengan asal Isfahan, Kermanshah dan Yazd (Bagheri *et al.*, 2014).

Viola tricolor L. adalah tanaman obat yang mengandung asam fenolik dan flavonoid yang bersimbiosis dengan fungi mikoriza arbuskula. Fungi mikoriza arbuskula yang dapat bersimbiosis adalah *Rhizophagus irregularis* dan *Funneliformis mosseae*. Pemberian *F. mosseae* dan *R. irregularis* secara terpisah

lebih efektif daripada kombinasi kedua isolat. Pemberian fungi mikoriza arbuskula pada tanaman *Viola tricolor* dapat meningkatkan metabolit sekunder, namun menurunkan biomasa tanaman. Peningkatan produksi sekunder metabolit pada pucuk *V. tricolor* mungkin disebabkan oleh peningkatan nutrisi mineral oleh fungi mikoriza arbuskula dan/atau reaksi pertahanan tanaman terhadap infeksi fungi mikoriza arbuskula. Penurunan biomassa tanaman akibat inokulasi fungi mikoriza arbuskula dapat terjadi adanya alokasi karbon tanaman untuk pemeliharaan simbiosis dan untuk meningkatkan produksi senyawa sekunder (Zubek *et al.*, 2015).

2.1.4 Pemupukan.

2.1.4.1. Hubungan pemupukan dan kesuburan tanah.

Pemupukan adalah suatu tindakan yang dilakukan untuk meningkatkan kadar unsur hara dalam tanah. Pupuk yang diberikan dalam tanah dapat berupa pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk anorganik memiliki keunggulan cepat tersedia bagi tanaman dibanding dengan pupuk organik. Namun pupuk organik memiliki kelebihan dalam memperbaiki kesuburan tanah melalui perbaikan sifat fisik dan biologi tanah.

Pupuk organik dapat meningkatkan sifat fisik tanah melalui peningkatan daya ikat air tanah dan memperbaiki porositas tanah. Sedangkan perbaikan sifat biologi tanah dapat dilakukan dengan penyedia energi bagi mikroba tanah yang bersifat heterotrof yaitu mikrobia yang mendapatkan energi dari memecah karbon menjadi energi. Penambahan bahan organik kedalam tanah akan memacu perkembangan mikrobia tanah yang memiliki peran dalam membantu penyediaan hara bagi tanaman.

2.1.4.2. Hubungan pemupukan dan keragaman fungi mikoriza.

Pemupukan dapat mempengaruhi komunitas fungi mikoriza arbuskula. Penggunaan pupuk sintetik dapat menurunkan species richness dan shannon-weiner index fungi mikoriza arbuskula. Pengaruh paling dominan diakibatkan oleh pemupukan nitrogen (Chen *et al.*, 2014). Pemupukan N tinggi memiliki dampak negatif pada keragaman fungi mikoriza arbuskula keseluruhan yang

commit to user

diukur dengan Shanonn-Weiner indexs (H) dan kolonisasi akar jagung (Tian *et al.*, 2013)

Keragaman fungi mikoriza arbuskula juga dipengaruhi oleh pemakaian pupuk N, P dan pupuk kandang. Pemupukan jangka panjang terutama pupuk kandang dan jerami, memiliki efek menguntungkan pada akumulasi karbon organik tanah, kepadatan spora, dan keragaman fungi mikoriza arbuskula. Sebaliknya pemupukan N dapat mengurangi jumlah fungi mikoriza arbuskula dalam tanah dibanding kontrol dan pupuk organik (Wu *et al.*, 2011).

Dampak dari pemupukan nitrogen (N) dan pengolahan tanah pada fungi mikoriza arbuskula terjadi pada sistem pertanian Mediterania. Pemupukan N dan pengolahan tanah merupakan dua faktor utama yang mempengaruhi fungi mikoriza arbuskula. Pemupukan N dapat mengurangi jumlah spora fungi mikoriza arbuskula (Avio *et al.*, 2013).

Komposisi fungi mikoriza arbuskula dipengaruhi oleh aplikasi pupuk di subtropik pada agroekosistem rotasi gandum-padi di Provinsi Zhejiang, Cina timur. Tingkat kolonisasi akar tidak terpengaruh oleh macam pupuk. Pupuk organik meningkatkan hifa dan spora fungi mikoriza arbuskula, sedangkan pupuk anorganik hanya meningkatkan spora fungi mikoriza arbuskula (Qin *et al.*, 2015)

Shannon-Wiener Indeks spora fungi mikoriza arbuskula secara signifikan lebih tinggi pada pemupukan mineral penuh dibandingkan setengah dosis (Vestberg *et al.*, 2011). Lebih lanjut dikemukakan bahwa manajemen konvensional memiliki tingkat kelimpahan dan keragaman fungi mikoriza arbuskula lebih rendah daripada manajemen organik (Dai *et al.*, 2014)

Sistem pertanian dengan penambahan pupuk kandang memiliki biomassa fungi mikoriza arbuskula terbesar dibanding dengan sistem pertanian dengan pupuk N anorganik (Albizzua *et al.*, 2015) Koloni akar lebih tinggi pada sistem pertanian organik daripada konvensional. Pemupukan organik akan memacu asosiasi fungi mikoriza arbuskula lebih efektif daripada pemupukan konvensional. Penggunaan bahan organik mampu meningkatkan keragaman fungi mikoriza arbuskula (Meyera *et al.*, 2015)

commit to user

2.1.5 Efisiensi nitrogen.

2.1.5.1. Definisi

Nitrogen merupakan unsur hara yang memiliki sifat mudah hilang baik lewat penguapan maupun lewat pencucian. Efisiensi pemupukan N pada umumnya sangat rendah. Efisiensi N adalah jumlah N yang diserap tanaman dibandingkan N yang ditambahkan ke media tanam. Serapan N oleh tanaman dapat ditentukan dengan menghitung kadar N tanaman dikalikan dengan berat kering tanaman. Jumlah yang diberikan ke media tanam dapat dihitung dari kadar N dari pupuk yang ditambahkan ke media tanam dikalikan dengan dosis pemupukan.

2.1.5.2. Faktor yang mempengaruhi efisiensi N.

Efisiensi N oleh tanaman dipengaruhi oleh faktor tanaman dan lingkungan. Faktor tanaman meliputi kemampuan tanaman menyerap hara dan morfologi perakaran. Faktor lingkungan meliputi faktor cuaca dan faktor dalam tanah. Faktor cuaca dapat mempengaruhi efisiensi N terutama curah hujan dan suhu udara. Sedangkan faktor dalam tanah dapat berupa tekstur tanah, kadar air tanah, suhu tanah, mikrobiologi tanah (Bender *et al.*, 2015).

2.1.5.3. Efisiensi N dan fungi mikoriza arbuskula.

Fungi mikoriza arbuskula pada sistem akar tanaman tomat dapat mengurangi pencucian nitrat (NO_3^-) dan amonium (NH_4^+). Fungi mikoriza arbuskula yang menginfeksi tomat dapat mempengaruhi siklus nitrogen tanah dan keberadaan biota tanah. Akar yang dinokulasi fungi mikoriza arbuskula dapat mengurangi kehilangan nitrat (40 %) melalui pencucian, dibandingkan dengan tanpa fungi mikoriza arbuskula (Asghari and Cavagnaro, 2012).

Fungi mikoriza arbuskula dapat meningkatkan nutrisi dan pertumbuhan tanaman. Namun, kontribusi fungi mikoriza arbuskula siklus hara di ekosistem masih kurang dipahami. Fungi mikoriza arbuskula mengurangi kehilangan N melalui penurunan penguapan N melalui fluks N_2O dan pencucian NH_4 . Fungi mikoriza arbuskula dapat mengurangi pencucian N organik terlarut sebesar 24% dan serapan N meningkat sebesar 13% (Bender *et al.*, 2015).

commit to user

Fungi mikoriza arbuskula dapat membentuk hubungan mutualistik dengan mayoritas tanaman darat dan mengurangi kehilangan nutrisi padang rumput saat hujan. Fungi mikoriza arbuskula dapat mengurangi kehilangan ammonium 7,5% dibandingkan dengan kontrol. Pemupukan dapat mengurangi keragaman fungi mikoriza arbuskula, sehingga mengurangi kemampuan fungi mikoriza arbuskula untuk mengurangi pencucian. Fungi mikoriza arbuskula berkontribusi ekosistem keberlanjutan dengan memperbaiki siklus nitrogen dan mengurangi kerugian pencucian nitrogen dalam tanah berpasir (Heijden, 2010)

Fungi mikoriza arbuskula yang bersimbiosis dengan tanaman rumput (*Lolium multiflorum*) dan kacang kacangan (*Trifolium pretense*) memiliki peran dalam mengatasi pencucian N. Tiga spesies fungi mikoriza arbuskula yang berbeda yaitu *G. clardoideum*, *G. irregulare*, dan *F. mosseae* dapat bersimbiosis dengan kedua tanaman tersebut. Fungi mikoriza arbuskula dapat mengurangi pencucian nitrogen, dan efeknya bervariasi tergantung pada spesies tanaman inang dan jenis fungi mikoriza arbuskula. Pengurangan pencucian nitrogen terbesar apabila lahan ditanami *Trifolium pretense* dibanding *Lolium multiflorum*. Spesies fungi mikoriza arbuskula memiliki pengaruh yang berbeda pada pencucian nutrisi. Hal ini menunjukkan bahwa praktek pertanian yang mengubah koloni fungi mikoriza arbuskula secara tidak langsung mengubah siklus hara dan kehilangan pencucian hara (Kohl and Heijden, 2016).

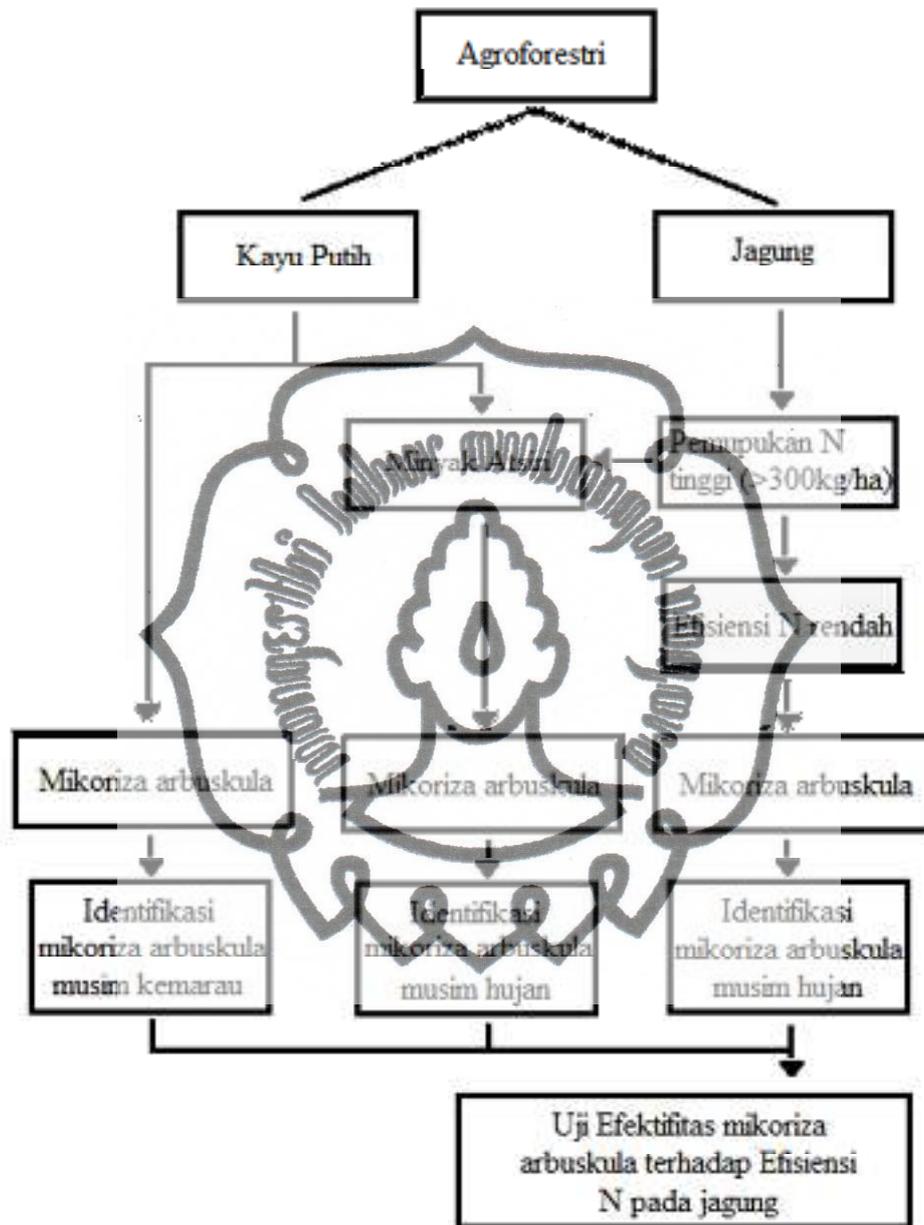
2.2. Kerangka Berpikir

Agroforestri kayu putih merupakan tindakan pemanfaatan hutan kayu putih untuk penanaman tanaman jagung, sehingga setiap tindakan perlu memperhitungkan keuntung bagi tegakan kayu putih dan jagung. Pada saat ini, peningkatan produksi jagung pada sistem agroforestri berbasis kayu putih dilakukan dengan pemupukan anorganik tinggi (terutama N). Pemupukan berlebih akan bermasalah dalam penurunan efisiensi N. Selain itu juga dapat mempengaruhi produksi minyak atsiri kayu putih. Alternatif pemecahannya adalah menggunakan peran fungi mikoriza arbuskula. Fungi mikoriza arbuskula merupakan biota tanah dalam katagori fungi, yang dapat bersimbiosis dengan tanaman untuk meningkatkan efisiensi N. Efektifitas fungi mikoriza arbuskula

dalam efisiensi N tergantung species fungi mikoriza arbuskula. Pada kenyataannya belum teridentifikasi fungi mikoriza arbuskula lokal yang ada pada sistem agroforestri di lahan hutan kayu putih. Fungi mikoriza arbuskula lokal di lahan kayu putih dapat diperoleh dari rhizosfer kayu putih dan rhizosfer jagung.

Pemupukan jagung pada sistem agroforestri kayu putih akan mempengaruhi keberadaan fungi mikoriza arbuskula. Oleh sebab itu maka perlu identifikasi fungi mikoriza arbuskula yang ada di rhizosfer kayu putih dan jagung pada berbagai pemupukan yang berbeda. Fungi mikoriza arbuskula yang akan digunakan sebagai sumber inokulan fungi mikoriza arbuskula berasal dari rhizosfer jagung dengan mempertimbangkan fungi mikoriza arbuskula yang ada di rhizosfer kayu putih, sehingga diharapkan fungi mikoriza arbuskula tersebut dapat bersimbiosis dengan jagung dan tegakan kayu putih. Seleksi macam fungi mikoriza arbuskula yang memiliki keunggulan dalam tingkat infeksi dan kemampuan meningkatkan efisiensi pupuk N dilakukan pada jagung sistem pot.

Penemuan inokulan fungi mikoriza arbuskula yang memiliki keunggulan tersebut dapat digunakan untuk bahan pupuk hayati untuk pengembangan hutan kayu putih dengan sistem agroforestri secara berkelanjutan (Gambar 1). Untuk mempermudah pemahaman kerangka pikir diatas maka perlu dipahami bagan alir penelitian (Gambar 2).



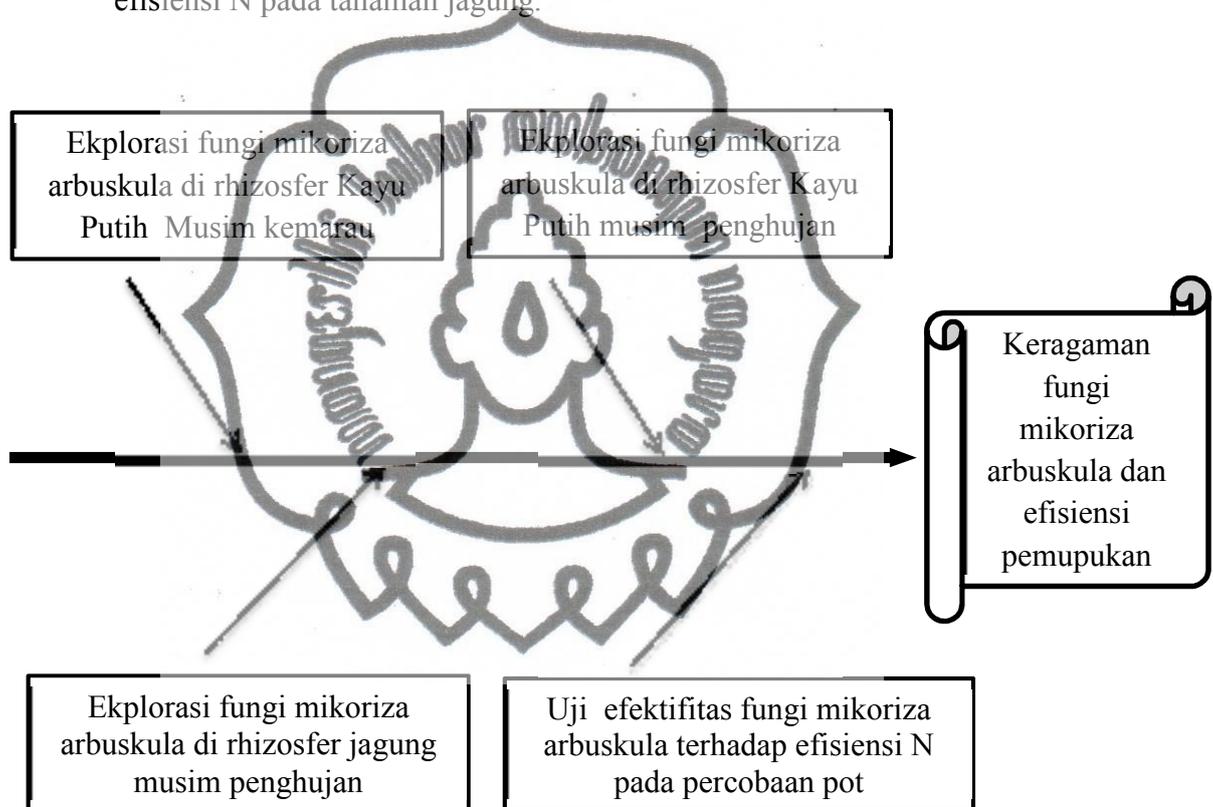
Gambar 1. Kerangka Berpikir

Bagan alir penelitian dibawah ini menggambarkan bahwa penelitian ini memiliki 4 tahap kajian yaitu:

- a. **Kajian 1:** Keragaman fungi mikoriza arbuskula dan sifat kimia tanah sistem agroforestri kayu putih pada musim kemarau.

commit to user

- b. **Kajian 2:** Keragaman fungi mikoriza arbuskula dan hasil jagung pada sistem agroforestri kayu putih dengan perbedaan manajemen pemupukan saat musim penghujan.
- c. **Kajian 3:** Keragaman fungi mikoriza arbuskula dan hasil minyak atsiri Kayu putih pada sistem agroforestri saat musim penghujan.
- d. **Kajian 4:** Pengaruh fungi mikoriza arbuskula dan pupuk nitrogen terhadap efisiensi N pada tanaman jagung.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

2.3. Hipotesis

Berdasarkan kajian pustaka maka dapat disusun hipotesis sebagai berikut :

1. Keragaman, kepadatan spora fungi mikoriza arbuskula di rhizosfer kayu putih pada musim kemarau bervariasi dan berkorelasi dengan sifat kimia tanah.

commit to user

2. Keragaman, kepadatan spora fungi mikoriza arbuskula di rhizosfer jagung pada sistem agroforestri kayu putih bervariasi pada pemupukan yang berbeda dan berkorelasi dengan sifat kimia tanah dan hasil jagung pada musim penghujan.
3. Keragaman, kepadatan spora fungi mikoriza arbuskula di rhizosfer kayu putih pada musim penghujan bervariasi dan berkorelasi dengan sifat kimia tanah dan hasil minyak atsiri kayu putih.
4. Aplikasi fungi mikoriza arbuskula pada tanaman jagung dapat meningkatkan efisiensi pupuk nitrogen pada percobaan pot.

