

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Singkong

Singkong merupakan tanaman pangan berupa perdu yang berasal dari benua Amerika, tepatnya dari negara Brazil. Klasifikasi singkong adalah sebagai berikut: Kingdom: Plantae (Tumbuhan) Subkingdom: Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh) Super Divisi : Spermatophyta (Menghasilkan biji) Divisi: Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga) Kelas: Magnoliopsida (berkeping dua / dikotil) Sub Kelas: Rosidae Ordo: Euphorbiales Famili: Euphorbiaceae Genus : Manihot Spesies: *Manihot utilissima*. Varietas singkong lokal Gunungkidul sampai saat ini yang dapat diidentifikasi dan banyak ditanam petani, yaitu Ketan, Mentega, Kirik, Pahit dan Ndorowati (Sarjiyah, 2016).

Budidaya singkong membutuhkan media tanam yang berstruktur remah, gembur, tidak terlalu liat dan tidak terlalu poros serta kaya bahan organik. Jenis tanah yang sesuai untuk tanaman ketela pohon adalah jenis aluvial Latosol, Podsolik merah kuning, Mediteran, Grumosol dan Andosol. Derajat keasaman (pH) tanah yang sesuai untuk budidaya ketela pohon berkisar antara 4,5-8,0 dengan pH ideal 5,8. Ketinggian tempat yang baik dan ideal untuk tanaman singkong antara 10–700 m dpl. Curah hujan yang sesuai untuk tanaman ketela pohon antara 1.500-2.500 mm/tahun dengan suhu udara minimal 10⁰C. Kelembaban udara optimal untuk tanaman ketela pohon antara 60-65%. Sinar matahari yang dibutuhkan bagi tanaman

ketela pohon sekitar 10 jam/hari terutama untuk kesuburan daun dan perkembangan ubinya.

Singkong merupakan tanaman yang mudah beradaptasi dengan baik pada lingkungan tumbuh dibanding tanaman pangan lain (toleran kekeringan, toleran masam, mampu mengekstrak hara yang lebih efektif). Kemampuan adaptasi tanaman singkong yang baik membuat tanaman singkong dapat tumbuh dan menghasilkan walaupun ditanam pada tanah marginal. Jumlah hara yang diambil untuk setiap ton ubi yang dihasilkan adalah lebih kurang 6,5 kg N, 2,24 P₂O₅ dan 4,32 kg K₂O (Howeler, 1994; Howeler, 2002). Produktivitas singkong akan berkurang atau menurun apabila dalam budidayanya tanpa disertai dengan pemupukan yang seimbang dengan hara yang diambil oleh tanaman. Singkong memiliki resiko gagal panen 5% dan tidak memiliki banyak hama. Tanaman ini mempunyai umur rata-rata 7 hingga 12 bulan. Singkong mempunyai umbi atau akar pohon berdiameter rata-rata 5-10 cm lebih dan panjang 50-80 cm. Daging umbinya ada yang berwarna putih atau kekuning-kuningan (Sarjiah dkk., 2016).

B. Bahan Organik

Bahan organik tanah merupakan semua bahan yang berasal dari sisa makhluk hidup yang berada didalam tanah yang sebagian telah mengalami pelapukan dan pembentukan kembali. Meningkatkan bahan organik dalam tanah dapat menggunakan penambahan pupuk kandang atau kompos dari berbagai macam bahan.

1. Pupuk kandang sapi

Pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari kotoran maupun sisa makanan dari hewan yang ditenakan atau dikandangkan. Menurut Lingga (1997) pupuk kandang sapi merupakan pupuk yang mengandung 0,40% N, 0,20% P₂O₅, 0,10% K₂O dan 85% H₂O. Berdasarkan penelitian Utomo (2017) menyatakan bahwa perlakuan dengan pemberian macam pupuk kandang pada tanaman kedelai memberikan hasil yang berbeda nyata pada presentase muncul bintil akar. Presentase muncul bintil akar yang paling tinggi pada perlakuan menggunakan pupuk kandang sapi yang mencapai rerata 55%.

Berdasarkan penelitian Pemmy (2015) menyatakan bahwa pemberian pupuk kandang sapi dengan dosis 20 ton/ha dapat meningkatkan produksi singkong, yaitu berupa bobot ubi/tanaman terbaik pada pemupukan 20 ton/ha kotoran sapi yaitu 4.350 g, dan produksi umbi/tanaman terbaik pada pemupukan 20 ton/ha kotoran sapi yaitu 130.500 g, nilai bobot ubi/tanaman dan produksi ubi/petak tertinggi pada pemupukan dosis 20 ton/ha kotoran sapi. Selain itu, Novia (2015) menyatakan bahwa pupuk kandang kotoran sapi dosis 15 ton/ha memberikan pengaruh yang terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil ubi jalar, terutama pada parameter jumlah tunas panjang ubi terpanjang, bobot umbi segar pertanaman, bobot ubi segar per plot.

Menurut penelitian Eko (2016) menyatakan bahwa seluruh perlakuan memberikan efek positif terhadap pertumbuhan tanaman sehingga perlakuan yang paling efisien digunakan dalam budidaya brokoli adalah pupuk kandang sapi dengan takaran 0,75 kg per tanaman atau setara dengan 30 ton per hektar. Waktu

pembungaan brokoli tercepat pada pemberian pupuk kandang sapi 0,75 kg pertanaman yaitu 64 HST.

2. Pupuk kandang kambing

Pupuk kandang kambing adalah pupuk kandang yang mengandung 0,60% N, 0,30% P_2O_5 , 0,17% K_2O , 60% H_2O (Lingga, 1997). Mosa (2016) menyatakan bahwa pupuk kandang (kambing/domba/ayam) untuk tanaman singkong adalah sebesar 15-20 ton/ha. Pupuk kandang dapat memperbaiki tekstur tanah dan juga menghasilkan hormon sitokinin dan giberelin. Kedua hormon tersebut dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Pupuk kandang juga memberikan unsur hara makro yang memang dibutuhkan tanaman.

Berdasarkan penelitian Arfan (2015) menyatakan bahwa aplikasi pupuk kandang kambing pada tanaman jagung berpengaruh nyata meningkatkan C-Organik tanah pada akhir masa vegetatif yaitu sebesar 0,53%. Peningkatan kandungan C-organik disebabkan pupuk kandang kambing merupakan pupuk yang berbahan organik yang memiliki kandungan C-Organik yang tinggi yaitu (6,32%). Selain itu, diketahui bahwa pengaruh aplikasi pupuk kandang kambing dosis 20 ton/ha cenderung meningkatkan N-total tanah dengan kisaran nilai N-total dari 0,056% menjadi 0,064%.

3. Pupuk kandang ayam

Lingga (1997) menyatakan bahwa pupuk ayam merupakan pupuk dengan komposisi unsur hara 55% H_2O , 1,00% N, 0,80% P_2O_5 dan 0,40% K_2O . Selain itu,

Rosmarkam (2001) menyatakan bahwa pupuk kandang ayam dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah sehingga tanah menjadi lebih gembur. Pupuk kandang memiliki sifat yang alami dan tidak merusak tanah, menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk tumbuh. Pengaruh pemberian pupuk kandang secara tidak langsung memudahkan tanah untuk menyerap air. Pemakaian pupuk kandang ayam dapat memberikan kontribusi hara yang mampu mencukupi pertumbuhan tanaman (Santoso dkk., 2004).

Berdasarkan penelitian Haveel (2013) menyatakan bahwa dosis pupuk kandang ayam untuk pertumbuhan tomat yang optimal adalah 20 ton/ha. Bobot buah per petak maksimal adalah 17,41 kg per petak. Estimasi bobot buah per hektar maksimal sebesar 22,79 ton/ha. Pupuk kandang ayam mengandung bahan organik yang lebih tinggi dibandingkan pupuk kandang sapi dan kambing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kompos kotoran ayam di tanah masam berpengaruh terhadap sifat kimia tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis pupuk cenderung diikuti dengan semakin tinggi pH, C organik, N total, serta kadar P_2O_5 dan K_2O tanah. Menurut penelitian Tufaila dkk. (2014) menyatakan bahwa pemberian pupuk kandang ayam 25 ton/ha memberikan pengaruh terbaik pada jumlah daun di 15 HST, 20 HST, dan 25 HST yaitu sebesar 12,67, 26,92, dan 42,50.

C. Mikoriza

Mikoriza merupakan suatu bentuk simbiosis mutualisme antara cendawan (*myces*) dan perakaran (*rhiza*) tumbuhan tingkat tinggi. Simbiosis mikoriza melibatkan pertukaran fotosintat dengan hara tanah melalui sistem perakaran dan mikoriza. Mikoriza membantu tanaman dalam meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan dan membantu penyerapan hara dan air melalui jaringan miselium dalam tanah (Smith, *et al.*, 2003). Mikoriza akan membantu tanaman menyerap air, mineral, dan unsur hara terutama hara fosfor (Gianinazzi, *et al.*, 2010).

Fosfor merupakan salah satu unsur hara makro bagi tanaman. Fosfor berfungsi sebagai katalis reaksi-reaksi biokimia penting dalam tanaman. Tanaman menyerap P dari tanah dalam bentuk ion fosfat, terutama H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} yang terdapat dalam larutan tanah. P dapat berasal dari pelapukan batuan induk dari proses mineralisasi (P anorganik). Bentuk P anorganik ini sebagian besar berkombinasi dengan Al, Fe, Ca, dan juga berikatan dengan liat membentuk kompleks fosfat liat tidak larut, sedangkan P organik di dalam tanah sekitar 3-9% terdapat dalam mikroorganisme sehingga banyak tidak tersedia bagi tanaman. Tetapi hal ini dapat diatasi salah satunya dengan pemberian mikoriza. Mikoriza memiliki enzim fosfatase yang dapat meningkatkan ketersediaan P bagi tanaman (Hanafiah, 2007).

Menurut Smith *et al.* (2008), terdapat tiga mekanisme mikoriza dalam meningkatkan serapan P dan pada akhirnya meningkatkan pertumbuhan tanaman, yaitu (1) mikoriza memodifikasi kimia akar tanaman karena mikoriza dapat mengeluarkan enzim fosfatase. Enzim fosfatase merupakan suatu enzim yang dapat

memacu proses mineralisasi P anorganik dengan mengkatalis pelepasan P dari kompleks anorganik; (2) mikoriza memiliki hifa eksternal yang berfungsi sebagai perluasan akar dan (3) hifa mikoriza memiliki kemampuan untuk mendistribusikan P ke akar tanaman.

Proses terjadinya infeksi mikoriza pada akar tanaman melalui beberapa tahap, (1) Pra infeksi: spora mikoriza akan berkecambah membentuk appressoria, (2) Infeksi: dengan alat apressoria melakukan penetrasi ke dalam akar tanaman, (3) Pasca infeksi: setelah penetrasi pada akar, maka hifa akan tumbuh secara interselluler, arbuskular terbentuk didalam sel setelah penetrasi. Arbuskular percabangannya lebih kuat dari hifa setelah penetrasi pada dinding sel. Arbuskular hidup hanya 4- 15 hari, kemudian mengalami degenerasi dan pemendekan pada sel inang. Pada saat pembentukan arbuskula, beberapa mikoriza membentuk vesikel pada bagian 7 interselluler. Vesikel merupakan pembengkakan pada bagian apikal atau interkalar hifa, (4) Perluasan infeksi fungi mikoriza dalam akar yang terdiri dari tiga fase yaitu fase awal dimana saat infeksi primer; fase exponential dimana penyebaran, dan pertumbuhannya dalam akar lebih cepat; fase saat pertumbuhan akar dan mikoriza sama, dan (5) setelah terjadi infeksi primer dan fase awal, pertumbuhan hifa keluar dari akar dan di dalam *rhizosfer* tanah (Talanca, 2005).

Astiko (2008) menyatakan bahwa daya infeksi dan daya kecambah spora mikoriza dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu, jenis kemasan yang dipakai untuk menyimpan inokulum, suhu, media tanam, jenis tanaman inang, jenis mikoriza, dan lama penyimpanan inokulum. Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) tergolong ke dalam

tipe endomikoriza yaitu memiliki jaringan hifa yang masuk ke dalam sel korteks akar dan membentuk struktur yang khas berbentuk oval yang disebut vesikular dan sistem percabangan hifa yang disebut arbuskul. Bagian-bagian dari mikoriza adalah sebagai berikut:

1. Vesikular

Vesikular merupakan struktur fungi yang berasal dari pembengkakan hifa internal, berbentuk bulat telur yang berukuran 30-50 μm sampai 80-100 μm dan berisi banyak senyawa lemak sehingga merupakan organ penyimpan cadangan makanan dan pada kondisi tertentu dapat berperan sebagai spora atau alat untuk mempertahankan kehidupan fungi. Jika suplai metabolik dari tanaman inang berkurang, maka cadangan makanan itu akan digunakan oleh fungi sehingga vesikular mengalami degenerasi (Brundrett, 2004).

2. Arbuskular

Mikoriza di dalam akar membentuk struktur khusus yang disebut arbuskular. Arbuskular merupakan hifa yang bercabang halus yang dibentuk oleh percabangan dikotomi yang berulang-ulang sehingga menyerupai pohon di dalam sel inang. Struktur ini mulai terbentuk 2-3 hari setelah infeksi, dimulai dengan penetrasi cabang hifa lateral yang dibentuk oleh ekstraseluler dan intraseluler ke dalam dinding sel inang (Brundrett, 2004). Arbuskular merupakan percabangan hifa yang masuk ke dalam sel tanaman inang. Pada akar yang telah dikolonisasi oleh mikoriza dapat dilihat berbagai arbuskular dewasa yang dibentuk berdasarkan umur dan letaknya.

Arbuskular dewasa terletak dekat pada sumber unit kolonisasi tersebut (Pattimahu, 2004).

3. Spora

Spora terbentuk pada ujung hifa eksternal. Spora ini dapat dibentuk secara tunggal, berkelompok atau di dalam sporokarp tergantung pada jenis fungsinya. Spora dapat hidup di dalam tanah sampai beberapa tahun. Namun untuk perkembangan, mikoriza memerlukan tanaman inang. Spora dapat disimpan dalam waktu yang lama sebelum digunakan lagi (Mosse, 1981). Ukuran spora fungi yaitu sekitar >35 sampai $>500 \mu\text{m}$. Karena ukurannya yang cukup besar, maka spora ini dapat dengan mudah diisolasi dari dalam tanah dengan menyaringnya (Simanungkalit, 2004).

Berdasarkan hasil-hasil penelitian (Santoso, 1989; Rusdi, 2002), penggunaan mikoriza terbukti dapat meningkatkan produksi singkong, karena kemampuannya membantu meningkatkan kemampuan tanaman melakukan penyerapan hara tertentu dan air melalui perluasan bidang serapan tanaman dengan adanya hifa eksternal, serta memperbaiki metabolisme tanaman. Penelitian Mosse (1981) membuktikan bahwa mikoriza dapat menggantikan kita-kita 50% penggunaan Fosfat, 40% Nitrogen dan 25% Kalium. Keberadaan mikoriza pada perakaran tanaman mampu meningkatkan efisiensi dalam pemupukan karena mikoriza dapat memperpanjang dan memperluas jangkauan akar terhadap penyerapan unsur hara. jika serapan hara pada tanaman meningkat, maka pertumbuhan tanaman akan meningkat, hal tersebut akan membuat produktivitas tanaman singkong juga akan meningkat.

Berdasarkan penelitian Oetami (2012) menyatakan bahwa pemberian pupuk hayati *crude* mikoriza 50 g/tanaman memberikan hasil yang positif pada tanaman singkong baik pada pertumbuhan maupun hasil, serta memberikan dampak positif pada lahan pertanaman singkong secara berkelanjutan. Sedangkan peningkatan efektifitas dan efisiensi budidaya singkong menggunakan pupuk hayati mikoriza terbukti dengan nilai produksi yang kurang lebih hampir sama dengan produksi menggunakan pupuk sintetis, terutama bila dilakukan dengan secara berkelanjutan.

Berdasarkan penelitian Triono dkk. (2015) menyatakan bahwa pemberian *crude* imikoriza 75 gram/tanaman merupakan dosis yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman sengon pada parameter tinggi tanaman, berat kering, panjang akar dan kandungan klorofil yang ditumbuhkan pada media yang mengandung logam Pb dengan masing-masing nilai 77,5 cm; 17,86 gram; 31,5 cm; 8,99 g/ml. Dosis 75 gram *Glomus* sp. juga meningkatkan penyerapan serta akumulasi logam Pb pada akar tanaman sengon sebesar 3,60 ppm. Berdasarkan penelitian Rachmawati (2011) menyatakan bahwa persentase infeksi mikoriza pada akar tanaman lada tertinggi terjadi pada perlakuan *crude* mikoriza 25 gram (96,67 %).

D. Asosiasi Tanaman Singkong dengan Mikoriza

Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) merupakan cendawan yang dapat bersimbiosis mutualisme dengan tanaman, asosiasi antara cendawan tertentu dengan akar tanaman dengan membentuk jalinan interaksi yang kompleks. Mikoriza dapat

memenuhi keperluan hidupnya dari tanaman inang mikoriza mempenetrasi epidermis akar melalui tekanan mekanis dan aktivitas enzim, selanjutnya tumbuh menuju korteks membentuk arbuskul dan vesikel. Pertumbuhan hifa secara eksternal terjadi, jika hifa internal tumbuh dari korteks melalui epidermis dan terus berlangsung sampai tidak memungkinnya untuk terjadi pertumbuhan lagi. Hifa eksternal berfungsi mendukung fungsi reproduksi untuk transportasi karbon serta hara lainnya ke dalam spora dan menyerap unsur hara dari dalam tanah untuk digunakan oleh tanaman (Marina, dkk., 2011).

Efektivitas mikoriza dipengaruhi oleh faktor lingkungan tanah yang meliputi faktor abiotik (konsentrasi hara, pH, kadar air, temperatur, pengolahan tanah dan penggunaan pupuk/pestisida) dan faktor biotik singkong secara fisiologis memiliki perakaran yang kurang berkembang. Akibatnya pertumbuhan singkong menjadi lebih baik dengan adanya cendawan Mikoriza arbuskula pada sistem perakarannya. Selain itu, berdasarkan penelitian Agung Astuti (2016) menyatakan bahwa penggunaan Mikoriza terbukti dapat meningkatkan produksi singkong, karena kemampuannya membantu meningkatkan kemampuan tanaman melakukan penyerapan hara tertentu dan air melalui perluasan bidang serapan tanaman dengan adanya hifa eksternal. Dengan adanya mikoriza, laju penyerapan unsur hara oleh akar bertambah hampir empat kali lipat dibandingkan dengan perakaran normal, demikian juga luas penyerapan akar makin bertambah hingga 80 kali. Tanaman yang bermikoriza dapat menyerap pupuk fosfat lebih tinggi hingga 10-27% dibandingkan dengan tanaman yang tidak bermikoriza, yaitu 0,4-13%. (Kabelan, 2010).

Tanaman mikoriza lebih tahan terhadap kekeringan karena pemakaian air yang lebih ekonomis. Pengaruh tidak langsung karena adanya miselin eksternal menyebabkan mikoriza efektif dalam mengagregasi butir-butir tanah sehingga kemampuan tanah menyimpan air meningkat. Aplikasi mikoriza akan membantu proses penyerapan air yang terikat cukup kuat pada pori mikro tanah, sehingga panjang musim tanam tanaman pada lahan kering diharapkan dapat terjadi sepanjang tahun (Kabelan, 2010).

Menurut Rao (1994) menyebutkan bahwa tanaman pertanian yang telah dilaporkan terinfeksi fungi mikoriza arbuskular adalah kedelai, barley, bawang, kacang tunggak, nanas, padi gogo, pepaya, selada, singkong dan sorgum. Salah satu tanaman yang dalam perakarannya dapat ditumbuhi oleh mikoriza adalah singkong. Singkong yang bersimbiosis dengan mikoriza akan lebih tahan terhadap cekaman kekeringan yang terjadi tanah Mediteran di Gunung Kidul, sehingga apabila dikombinasikan dengan berbagai macam bahan organik maka prosuktivitas singkong akan tinggi karena unsur haranya tercukupi.

Penelitian singkong yang dikombinasikan dengan mikoriza sudah dilakukan pada lahan pertanaman di Desa Pucungbedug, Kecamatan Purwonegoro, Kabupaten Banjarnegara. Hasil umbi singkong dibandingkan antara budidaya dengan aplikasi pemupukan mikoriza lebih rendah dengan budidaya yang menggunakan pupuk kimiawi/anorganik, dengan menggunakan indikator berat total umbi per tanaman. Panen dilakukan pada saat tanaman berumur 10 bulan setelah tanam. Aplikasi pupuk hayati mikoriza pada areal pertanaman yang digunakan untuk *demo plot* memberikan

hasil panen umbi singkong 156 kg per 32 batang, dengan dosis pupuk 50 g/tanaman. Sedangkan pada areal pertanaman yang biasa dilakukan petani memberikan hasil panen 160 kg per 32 batang tanaman, dengan menggunakan pupuk urea dan SP 36 masing-masing 400 kg per 32 batang tanaman (Oetami, 2012).

Budidaya singkong yang dilakukan di lahan pertanaman di Desa Pucungbedug, Kecamatan Purwonegoro, memperoleh hasil yang sedikit lebih rendah dari singkong yang dipupuk menggunakan Urea + SP 36, kemungkinan karena lahan tersebut selama ini telah dilakukan pemupukan SP 36 (sebagai sumber unsur hara P selain Urea sebagai sumber hara N) secara terus menerus sepanjang musim tanam. Mikoriza apabila diaplikasikan pada media tanam dengan kandungan P tinggi pertumbuhannya agak terhambat, dan akan optimal fungsinya dalam menyerap P pada tanah dengan kondisi kekurangan unsur hara (Santoso, 1989).

E. Hipotesis

Diduga pemberian pupuk kandang ayam dan mikoriza 75 g/tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan singkong pada fase vegetatif.