

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Tanam Singkong (*Manihot esculenta Crantz*)

Singkong berasal dari benua Amerika, tepatnya Brazil dan Paraguay. Penyebarannya hampir ke seluruh negara termasuk Indonesia. Singkong ditanam di wilayah Indonesia sekitar tahun 1810 yang diperkenalkan oleh orang Portugis dari Brazil. Singkong merupakan tanaman yang penting bagi negara beriklim tropis seperti Nigeria, Brazil, Thailand, dan juga Indonesia. Keempat Negara tersebut merupakan negara penghasil singkong terbesar di dunia.

Singkong merupakan tanaman yang sangat familiar dengan kondisi lingkungan, bahkan ada pernyataan bahwa selama batang singkong menyentuh tanah maka dipastikan tunasnya akan tumbuh. Singkong banyak ditemukan di daerah pedesaan terutama di lahan kritis yang umumnya tanaman lainnya sulit tumbuh. Oleh karena itu, tanaman singkong di Indonesia banyak dibudidayakan di daerah yang memiliki lahan kritis cukup luas, salah satunya Kabupaten Gunung Kidul. Singkong memiliki banyak nama daerah di seluruh belahan dunia, namun akan mudah dikenal apabila disebutkan nama ilmiahnya. Beberapa varietas ketela pohon unggul yang biasa ditanam, antara lain Valenca, Mangi, Betawi, Basiorao, Bogor, SPP, Muara, Mentega, Kirik, Ketan, Andira 1, Gading, Andira 2, Malang 1, Malang 2 dan Andira 4 (Sarjiah dkk., 2016).

Singkong varietas Mentega adalah singkong lokal dengan bentuk batang bulat dan beruas rapat, sedangkan umbinya berbentuk lonjong, Warna kulit

luarnya cokelat dengan again dalam kuning serta rasa masaknya enak dengan kadar HCN 32 mg/kg ubi kupas, kadar tepung 26%. Singkong ini mempunyai tekstur lebih kenyal dan legit serta warna yang kuning. (Rahmat Rukmana, 1997). Singkong varietas ketan atau singkong Manggu merupakan salah satu varietas unggul asal Sukabumi dari 10 varietas yang telah dirilis Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacanga dan Umbi-umbian (BALITKABI) hingga tahun 2011. Dari 10 varietas unggul tersebut 4 diperuntukkan sebagai singkong konsumsi karena rasa umbinya enak dan berkadar pati rendah sekitar 20-30%, sedangkan 6 varietas lain untuk industri karena rasanya cenderung pahit dan berkadar pati tinggi 30-45%.

Singkong tergolong tanaman yang tidak asing lagi bagi sebagian besar masyarakat. Tumbuhan ini berdasarkan klasifikasi ilmiahnya tergolong dalam keluarga besar *Euphorbiaceae* dengan nama latin *Manihot esculenta*. Singkong memiliki banyak nama daerah di seluruh belahan dunia, namun akan mudah dikenal apabila disebutkan nama ilmiahnya. Nama ilmiah singkong, yaitu *Manihot utilissima* dengan rincian hirarki taksonnya: *Plantae* (Kingdom); *Tracheobionta* (Subkingdom); *Spermatophyta* (Super Divisi); *Magnoliophyta* (Divisi); *Magnoliopsida* (Class); *Rosidae* (Sub Class); *Euphorbiales* (Ordo); *Euphorbiaceae* (Famili); *Manihot* (Genus) dan *Manihot utilissima Pohl* (Species) dengan *Manihot esculenta Crantz*. Beberapa nama daerah singkong (ketela pohon, antara lain ubi kayu (Sumatera), pohong, budin (Jawa), sampek, boled (Sunda) dan kaspe (Papua) (Sarjiyah dkk., 2016).

Singkong varietas Ketan atau singkong Manggu merupakan salah satu varietas unggul asal Sukabumi dari 10 varietas yang telah dirilis Balai Penelitian

Tanaman Kacang-kacanga dan Ubi-ubian (BALITKABI) hingga tahun 2011. Singkong Ketan memiliki produktivitas tinggi karena tanpa perawatan saja dapat menghasilkan produksi 3 kg umbi per batang tanaman. Ubi dapat dipanen pada umur 8-10 bulan pasca tanam dan memiliki kadar pati tinggi 27-35% (rata-rata 32%) sehingga berpotensi sebagai bahan chip gaplek, tepung tapioka dan tepung Mocaf atau pengganti gandum (Sahrizal, 2017).

1. Budidaya Tanaman Singkong

a. Pengolahan media tanam :

i. Pembukaan dan Pembersihan lahan : tujuan pembersihan lahan untuk memudahkan perakaran tanaman berkembang dan menghilangkan tumbuhan inang bagi hama dan penyakit.

ii. Pembentukan Bedengan (Guludan) : setelah pengolahan lahan, disarankan untuk memberikan pupuk kandang (matang)/kompos sebanyak $\frac{1}{2}$ kg pada setiap titik tanam (Yosika, 2011). Pupuk organik/pupuk kandang sangat bermanfaat bagi peningkatan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas, mengurangi pencemaran lingkungan, dan meningkatkan kualitas lahan secara berkelanjutan. Penggunaan pupuk organik dalam jangka panjang dapat meningkatkan produktivitas lahan dan dapat mencegah degradasi lahan. Disamping itu, alasan dari penggunaan pupuk kandang yang berasal dari kotoran sapi, kambing dan ayam sebagai pengganti pupuk kimia dikarenakan bahannya mudah diperoleh, mempunyai kandungan unsur hara Nitrogen yang tinggi, dan merupakan jenis pupuk panas yang artinya adalah pupuk yang penguraiannya dilakukan oleh jasad renik tanah berjalan dengan cepat, sehingga unsur hara yang terkandung di dalam

pupuk kandang tersebut dapat dengan cepat dimanfaatkan oleh tanaman dalam pertumbuhan dan perkembangannya (Rendy, 2014).

b. Bibit Singkong

Singkong varietas Ketan atau singkong Manggu merupakan salah satu varietas unggul asal Sukabumi dari 10 varietas yang telah dirilis Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacanga dan Umbi-umbian (BALITKABI) hingga tahun 2011. Singkong Ketan memiliki produktivitas tinggi karena tanpa perawatan saja dapat menghasilkan produksi 3 kg umbi per batang tanaman. Umbi dapat dipanen pada umur 8-10 bulan pasca tanam dan memiliki kadar pati tinggi 27-35% (rata-rata 32%) sehingga berpotensi sebagai bahan chip gaplek, tepung tapioka dan tepung Mocaf atau pengganti gandum. Singkong diperbanyak dengan cara stek batang, yaitu dengan memotong – motong batang singkong dengan panjang 20cm. Bibit yang baik adalah bibit yang berasal dari tanaman yang cukup tua, yaitu tanaman yang sudah berusia 10 atau 12 bulan. Pilih batang tanaman yang bagus, besar, mata tunas rapat dan terbebas dari penyakit. Bagian batang singkong yang baik untuk bibit adalah bagian tengah, yaitu 30cm diatas pangkal batang dan 30cm dibawah daun terbawah yang masih menempel ketika dipanen (Sahrizal, 2017).

c. Teknik Penanaman

Ubi kayu dapat ditanam secara monokultur maupun tumpangsari. Pola monokultur umumnya dikembangkan dalam usaha tani komersial atau usahatani alternatif pada lahan marjinal, dimana komoditas lain tidak produktif atau usahatani dengan input minimal bagi petani yang modalnya terbatas. Pola

tumpangsari diusahakan oleh petani berlahan sempit, baik secara komersial maupun subsisten.

1. Monokultur

monokultur merupakan pola tanam dengan membudidayakan hanya satu jenis tanaman dalam satu lahan pertanian selama satu tahun. Misalnya pada suatu lahan hanya ditanami padi, dan penanaman tersebut dilakukan sampai tiga musim tanam (satu tahun). Pada lahan tegalan/kering, waktu tanam yang paling baik adalah awal musim hujan atau setelah penanaman padi. Jarak tanam yang digunakan dalam pola monokultur ada beberapa macam, diantaranya adalah :

- a. 1 m x 1 m (10.000 tanaman/ha).
- b. 1 m x 0,8 m (12.500 tanaman/ha).
- c. 1 m x 0,75 m (13.333 tanaman/ha).
- d. 1 m x 0,5 m (20.000 tanaman/ha).
- e. 0,8 m x 0,7 m (17.850 tanaman/ha).

Pemilihan jarak tanam ini tergantung dari jenis varietas yang digunakan dan tingkat kesuburan tanah. Menurut Leihner (1983) Untuk tanah-tanah yang subur digunakan jarak tanam 1 m x 1 m, dengan populasi 10.000 tanaman/ha dapat menghasilkan ubi kayu sebanyak 25 ton/ha.

2. Polikultur

Pola tumpangsari dilakukan dengan mengatur jarak tanam ubi kayu sedemikian rupa sehingga ruang diantara barisan ubi kayu dapat ditanami dengan tanaman lain (kacang-kacangan, jagung maupun padi gogo). Pengaturan jarak

tanam ubi kayu diistilahkan dengan double row (baris ganda). Ada beberapa pengaturan baris ganda pada ubi kayu, diantaranya adalah :

a. Jarak tanam baris ganda 2,6 m

Pada baris ganda 2,6 m ini, tanaman ubi kayu ditanam dengan jarak tanam 0,6 m x 0,7 m x 2,6 m. Dimana 0,6 m merupakan jarak antar barisan dan 0,7 m merupakan jarak di dalam barisan, sedangkan 2,6 m merupakan jarak antar baris ganda ubi kayu. Pada jarak antar baris ganda ubi kayu ini dapat ditanami dengan tanaman jagung, padi gogo, kedelai, kacang tanah maupun kacang hijau

b. Jarak tanam baris ganda 0,5 m x 1 m x 2 m

Diantara baris tanaman ubi kayu yang berjarak 2 m dapat ditanami dengan tanaman jagung, padi gogo, kedelai, kacang tanah maupun kacang hijau.

Jarak tanam baris ganda 0,5 m x 0,5 m x 4 m.

Diantara baris tanaman ubi kayu yang berjarak 4 m tersebut dapat ditanami dengan tanaman jagung, padi gogo, kedelai, kacang tanah maupun kacang hijau (Titik, 2010).

Menurut Nila (2005) pada kecamatan Punggur, Lampung Tengah, tumpangsari ubi kayu ditanam secara baris berganda, jarak antar baris ubi kayu dalam baris ganda 50cm dan antar baris ganda 200cm, sedang jarak antar tanaman ubi kayu dalam baris sekitar 80cm. Dengan demikian, populasi ubi kayu sekitar 10.000 tanaman/ha. Lorong antar baris ganda ubi kayu yang berjarak 200cm ditanami kedelai dengan jarak 20 cm x 75 cm. Tumpangsari antara ubi kayu (Malang 6) dan jagung hibrida p12 menghasilkan ubi kayu sebanyak 50.18 ton/ha dan menghasilkan jagung sebanyak 1.67 ton/ha.

d. Pemeliharaan Tanaman

1. Penyulaman Bibit yang mati/abnormal segera dilakukan penyulaman.
2. Pembubunan Waktu pembubunan bersamaan dengan waktu penyiangan.
3. Perempelan/pemangkasan pada tanaman ketela pohon perlu dilakukan pemangkasan/pembuangan tunas. Disarankan hanya membiarkan maksimal 2 tunas saja, agar perkembangan pohon dan umbi menjadi optimal (Yosika, 2011).

e. Pemupukan

Pupuk Kimia Pemupukan dilakukan dengan sistem pemupukan berimbang antara N, P, K dengan dosis Urea : 135 kg/h, SP36 : 75 kg/h dan KCl : 135 kg/h. Pupuk tersebut diberikan pada saat tanam dengan dosis N:P:K = 1/3 : 1 : 1/3 atau Urea : 50 kg/h, SP36 : 75 kg/h dan KCl : 50 kg/h (sebagai pupuk dasar) dan pada saat tanaman berumur 2-3 bulan yaitu sisanya dengan dosis N:P:K = 2/3:0:2/3 atau Urea : 85 kg/h dan KCl : 85 kg/h.

Pemupukan I : 7 - 10 hari setelah tanam berikan campuran pupuk, dengan dosis Urea : 50 kg/h, SP36 : 75 kg/h dan KCl : 50 kg/h pada lahan 1 hektar, 1 pohon diberikan campuran sebanyak $\pm 22,5$ gram dengan cara ditugalkan pada jarak 15 cm dari tanaman dengan kedalaman 10cm.

Pemupukan II Berikan pada umur 60-90 hari berupa campuran pupuk N:P:K dengan dosis Urea : 85 kg/h, dan KCl : 85 kg/h. Asumsi bila 1 hektar lahan ditanam 7.500 pohon = 1 pohon diberikan sebanyak $\pm 22,5$ gram dengan cara ditugalkan pada jarak 15 cm dari tanaman dengan kedalaman 10 cm (Yosika, 2011).

f. Panen

Singkong dapat dipanen pada saat pertumbuhan daun bawah mulai berkurang. Warna daun mulai menguning dan banyak yang rontok. Umur panen tanaman ketela pohon telah mencapai 6–8 bulan untuk varietas Genjah dan 9–12 bulan untuk varietas Dalam. Pemanenan singkong dilakukan dengan cara mencabut batangnya dan umbi yang tertinggal diambil dengan cangkul atau garpu tanah (Yosika, 2011).

B. Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA)

Mikoriza dapat digolongkan menjadi 2 kelompok, Endomikoriza/Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) dan Ektomikoriza. Mikoriza dalam kelompok Endomikoriza dicirikan dengan adanya struktur berupa vesikel dan arbuskul. Vesikel merupakan penggelembungan hifa MVA yang berbentuk bulat dan berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan. Arbuskul merupakan sistem percabangan hifa yang kompleks, bentuknya seperti akar yang halus. Arbuskul berfungsi sebagai tempat pertukaran nutrisi antara jamur dan tanaman. MVA termasuk kelompok mikoriza yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai pupuk hayati (*biofertilizer*) (Kasiono, 2011).

Mikoriza merupakan salah satu kelompok fungi yang bersimbiosis mutualisme dengan akar tanaman tingkat tinggi (Rao, 1994). Mikoriza vesikular-arbuskular (MVA) merupakan salah satu kelompok endomikoriza dari familia *Endogonaceae* yang memiliki ciri khusus yaitu adanya vesikula dan arbuskula (Prihastuti, 2007). Baik cendawan maupun tanaman sama-sama memperoleh

keuntungan dari asosiasi ini. Asosiasi terjadi bila cendawan masuk ke dalam akar atau melakukan infeksi.

Mikoriza memiliki peranan bagi pertumbuhan dan produksi tanaman, peranan Mikoriza bagi tanaman sebagai berikut : a) Mikoriza meningkatkan penyerapan unsur hara, b) Mikoriza melindungi tanaman inang dari pengaruh yang merusak yang disebabkan oleh stres kekeringan, c) Mikoriza dapat beradaptasi dengan cepat pada tanah yang terkontaminasi, d) Mikoriza dapat melindungi tanaman dari patogen akar e) Mikoriza dapat memperbaiki produktivitas tanah dan memantapkan struktur tanah. Banyak hasil penelitian yang menunjukkan cendawan Mikoriza mampu meningkatkan serapan hara Baik hara mikro ataupun makro. Sehingga penggunaan mikoriza dapat dijadikan sebagai alat biologis untuk mengurangi dan mengefisienkan penggunaan pupuk buatan. Data dari penelitian Hapsah (2005) menyatakan bahwa peranan positif MVA jelas terlihat pada keadaan cekaman kekeringan (40% KL) yaitu meningkatkan hasil biji kering pada tanaman kedelai.

Atmaja (2001) dan Agung Astuti (2005) mengatakan bahwa pertumbuhan Mikoriza sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti:

1. Suhu; suhu yang relatif tinggi akan meningkatkan aktifitas cendawan. Untuk daerah tropika basah, hal ini menguntungkan. Proses perkecambahan pembentukkan MVA melalui tiga tahap yaitu perkecambahan spora di tanah, penetrasi hifa ke dalam sel akar dan perkembangan hifa didalam konteks akar. Suhu optimum untuk perkecambahan spora sangat beragam tergantung jenisnya. Beberapa *Gigaspora* sp. yang diisolasi dari tanah Florida, diwilayah subtropika

mengalami perkecambahan paling baik pada suhu 34°C, sedangkan untuk spesies *Glomus* sp. yang berasal dari wilayah beriklim dingin, suhu optimal untuk perkecambahan adalah 20°C.

2. Kadar air tanah Untuk tanaman yang tumbuh di daerah kering, adanya Mikoriza menguntungkan karena dapat meningkatkan kemampuan tanaman untuk tumbuh dan bertahan pada kondisi yang kurang air (Vesser *et al.*, 1984 dan Agung Astuti, 2005). Adanya Mikoriza dapat memperbaiki dan meningkatkan kapasitas serapan air tanaman inang.

3. pH tanah; cendawan pada umumnya lebih tahan terhadap perubahan pH tanah. Meskipun demikian daya adaptasi masing-masing spesies cendawan Mikoriza terhadap pH tanah berbeda-beda, karena pH tanah mempengaruhi perkecambahan, perkembangan dan peran mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman.

4. Bahan organik; jumlah spora Mikoriza berhubungan erat dengan kandungan bahan organik didalam tanah. Jumlah maksimum spora ditemukan pada tanah-tanah yang mengandung bahan organik 1-2 persen sedangkan pada tanah-tanah berbahan organik kurang dari 0,5 persen kandungan spora sangat rendah.

5. Cahaya dan ketersediaan hara. Atmaja (2001) dan Agung Astuti (2005) menyimpulkan bahwa dalam intensitas cahaya yang tinggi kekahatan sedang nitrogen atau fosfor akan meningkatkan jumlah karbohidrat di dalam akar sehingga membuat tanaman lebih peka terhadap infeksi cendawan Mioriza. Derajat infeksi terbesar terjadi pada tanah-tanah yang mempunyai kesuburan yang rendah. Pertumbuhan perakaran yang sangat aktif jarang terinfeksi oleh Mikoriza. Jika pertumbuhan dan perkembangan akar menurun infeksi Mikoriza meningkat.

6. Logam berat dan unsur lain; pada percobaan dengan menggunakan tiga jenis tanah dari wilayah iklim sedang didapatkan bahwa pengaruh menguntungkan karena adanya Mikoriza menurun dengan naiknya kandungan Al dalam tanah. Beberapa spesies Mikoriza diketahui mampu beradaptasi dengan tanah yang tercemar seng (Zn), tetapi sebagian besar spesies Mikoriza peka terhadap kandungan Zn yang tinggi. Pada beberapa penelitian lain diketahui pula bahwa strain-strain cendawan Mikoriza tertentu toleran terhadap kandungan Mn, Al dan Na yang tinggi.

7. Fungisida; merupakan racun kimia yang diracik untuk membunuh cendawan penyebab penyakit pada tanaman, akan tetapi selain membunuh cendawan penyebab penyakit fungisida juga dapat membunuh mikoriza, dimana pemakaian fungisida ini menurunkan pertumbuhan dan kolonisasi serta kemampuan mikoriza dalam menyerap P.

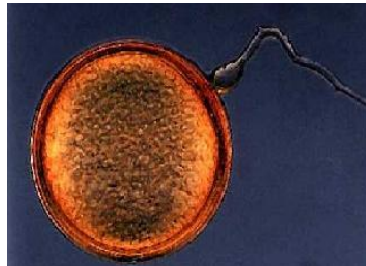
Adapun karakteristik berbagai jenis mikoriza adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Spora mikoriza
Glomus sp.

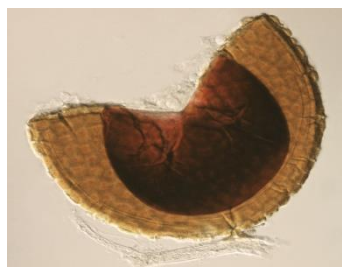
***Glomus* sp.** : merupakan hasil dari perkembangan hifa, dimana ujung dari hifa akan mengalami pembengkakan hingga terbentuklah spora. Ciri *Glomus* sp. yaitu

pora bulat, berwarna kuning hingga jingga, permukaan agak kasar dan mempunyai hifa (Desi dkk., 2012).



Gambar 2. Spora mikoriza
Gigospora sp.

***Gigospora* sp.** : spora pada genus *Gigaspora* sp. ini terbentuk pada mulanya berasal dari ujung hifa (subtending hifa) yang membulat yang disebut suspensor, kemudian di atas bulbour suspensor tersebut terbentuk bulatan kecil yang terus-menerus membesar dan akhirnya terbentuk bulatan kecil yang terus-menerus membesar dan akhirnya terbentuklah struktur yang dinamakan spora. Memiliki bentuk bulat dan permukaan dinding spora relatif kasar. Spora yang ditemukan memiliki dinding spora berwarna hitam, namun tidak terdapat hifa yang menempel pada dinding spora sehingga bulbous suspensor tidak terlihat (Desi dkk., 2012).



Gambar 3. Spora mikoriza
Acaulospora sp.

Acaulospora sp. : Ukuran spora 100–200 μ m. Spora berbentuk bulat, warna dominan merah, permukaan halus, menyerap larutan dan ada perbedaan lapisan. Memiliki beraneka ornamen bergantung kepada spesiesnya, misalnya berbentuk duri pada *Acaulospora spinosa* dan berbentuk tabung pada *A. tuberculata*. Memiliki satu *cycatrix* sebagai tanda (Desi dkk., 2012).

Proses infeksi Mikoriza ke dalam akar tanaman dimulai dengan perkecambahan spora dalam tanah. Hifa yang tumbuh berpenetrasi ke dalam akar lalu berkembang dalam korteks. Pada akar yang terinfeksi akan terbentuk hifa interseluler yang tidak bercabang, terletak di ruangan antar sel. Selain itu juga akan terbentuk hifa intraseluler yang bercabang secara *dichotomy* (arbuskular), atau yang membengkok menjadi bulat atau bulat memanjang (*vesikel*) dan hifa yang mengering (hifa gelung) (Anas dan Santosa, 1993). Vesikel merupakan organ penyimpan dimana jika korteks sobek maka vesikel dibebaskan ke dalam tanah dan selanjutnya dapat berkecambah dan merupakan propagul infeksi. Bagian penting dari Mikoriza adalah hifa eksternal yang dibentuk diluar akar tanaman. Hifa ini membantu memperluas daerah penyerapan akar (Kabirun, 1990). Prinsip kerja dari hifa Mikoriza adalah menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang mengandung Mikoriza tersebut akan mampu meningkatkan kapasitas bidang penyerapan unsur hara (Nurbaity dkk., 2009).

Tanaman-tanaman yang memiliki jumlah akar yang terbatas akan memiliki kesulitan dalam menyerap unsur Phospat dari tanah. Keadaan tersebut menyebabkan tanaman cenderung membentuk asosiasi dengan Mikoriza. Menurut

Smith (1997), perluasan daerah penyerapan akar memberikan keuntungan, yaitu peningkatan penyerapan air dan unsur hara terutama fosfor ke tanaman inang, begitu pula fungi Mikoriza juga mendapat karbohidrat hasil fotosintesis dari tanaman inang. Keuntungan lain dengan adanya fungi Mikoriza dapat meningkatkan ketahanan akar tanaman terhadap serangan patogen dan kekeringan (Mark dan Foster, 1973) dan dapat memproduksi hormon tumbuh IAA (Indole 3-acetic acid) serta memperbaiki struktur tanah (Musfal, 2010). Oleh karena itu fungi Mikoriza mempunyai peranan penting dalam meningkatkan kualitas pertumbuhan. Proses penularan fungi Mikoriza pada akar tanaman (inang) dapat terbentuk setelah terjadi proses infeksi fungi Mikoriza ke dalam akar tanaman, yang diawali dengan berkecambahnya spora maupun infeksi oleh bagian vegetatif dari fungi Mikoriza (Guo *et al.*, 2012).

Hubungan timbal balik antara cendawan Mikoriza dengan tanaman inangnya mendatangkan manfaat positif bagi keduanya (simbiosis mutualistik). Karenanya inokulasi cendawan Mikoriza dapat dikatakan sebagai "*biofertilization*", baik untuk tanaman pangan, perkebunan, kehutanan maupun tanaman penghijauan (Killham, 1994 dan Agung Astuti 2005). Bagi tanaman inang, adanya asosiasi ini, dapat memberikan manfaat yang sangat besar bagi pertumbuhannya, baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara tidak langsung, cendawan Mikoriza berperan dalam perbaikan struktur tanah, meningkatkan kelarutan hara dan proses pelapukan bahan induk. Sedangkan secara langsung, cendawan Mikoriza dapat meningkatkan serapan air, hara dan melindungi tanaman dari patogen akar dan unsur toksik.

Cara yang paling umum dipakai untuk memperbanyak inokulan Mikoriza adalah dengan kultur pot menggunakan Mikoriza tertentu yang telah diketahui keefektifannya diinokulasikan pada tanaman inang tertentu pada medium padat yang steril. Metode ini pertama kali dikembangkan oleh Mosse (1953) yang menginokulasi inokulan murni salah satu spesies *Endogone* (sekarang namanya *Glomus mosseae*) pada akar tanaman arbei yang tumbuh pada tanah steril di kamar kaca. Setelah lebih dari 50 tahun metode ini masih tetap banyak digunakan untuk memproduksi inokulan Mikoriza. Berbagai macam bahan padat seperti tanah, pasir, zeolit, *expanded clay*, dan gambut banyak digunakan sebagai medium pertumbuhan/bahan pembawa. Sedang menurut Tjokronegoro dan Agung Astuti 2005 inokulum CMA berasal dari kultur pot jagung selama 1, 5 bulan, diaplikasikan dalam bentuk crude inokulum sebanyak 10 % dari berat tanah (80 gram untuk 8 kg tanah). Menurut Lukiwati (2001) dan Simanungkalit (1994) CMA dalam bentuk Crude inokulum diaplikasikan sebanyak 40 gram per tanaman dengan syarat infeksi mikoriza pada akar sebesar 80%-100% dan jumlah spora ± 60 spora/100 gram tanah. Mikoriza diaplikasikan bersamaan waktu tanam.

Simanungkalit (1994) memperbanyak *Glomus fasciculatum* pada medium campuran pasir kuarsa dan arang sekam steril (perbandingan volume 3:1) dengan jagung sebagai tanaman inang yang diberi larutan hara. Bila spora yang akan digunakan sebagai inokulan maka produksi dapat dilakukan dalam kultur pot dengan menggunakan berbagai tanaman inang pada medium tanah steril. Berbagai tanaman yang dapat dipakai sebagai tanaman misalnya jagung, rumput Bahia (*Paspalum notatum*), rumput Guinea (*Panicum maximum*), Kirinyu (*Chromolaena*

odorata), sorghum (*Sorghum bicolor*) dan sebagainya. Hal ini menunjukkan Mikoriza hampir dapat hidup diberbagai jenis tanah.

Starter inokulum yang digunakan walaupun merupakan mix antara beberapa jenis spesies Mikoriza, tetapi antara lain didalamnya mengandung Mikoriza *Glomus manihotis* (Kabirun, 1990). Mikoriza spesies ini terutama memang secara alami ditemukan bersimbiosis dengan tanaman ubi kayu (*Manihot* sp.). sehingga kemungkinan besar mampu menginfeksi akar tanaman ubi kayu, walaupun sifat Mikoriza sendiri memang mampu bersimbiosis dengan hampir semua spesies tanaman. Dalam hal ini walaupun ada selisih antara produksi ubi kayu menggunakan pupuk hayati Mikoriza dan pupuk anorganik Urea+SP 36, sebagai langkah awal hasilnya cukup menguntungkan menggunakan Mikoriza.

C. Asosiasi Mikoriza dengan Tanaman

Mikoriza adalah suatu cendawan yang bersimbiosis dengan perakaran tumbuhan tingkat tinggi, dimana hubungannya bersifat mutualisme (menguntungkan). Dalam hubungan ini cendawan tidak merusak atau membunuh inang tetapi sebaliknya memberikan suatu keuntungan kepada tanaman inang, antara lain dapat meningkatkan penyerapan unsur hara, meningkatkan ketahanan kekeringan, serta meningkatkan ketahanan terhadap serangan pathogen akar dan cendawan memperoleh karbohidrat dan faktor pertumbuhan lainnya dari tanaman inang (Widiastuti dkk., 2005). Tanaman yang bersimbiosis dengan mikoriza akan meningkat pertumbuhannya. Hal ini karena infeksi mikoriza dapat meningkatkan konsentrasi posfor dalam tanaman (Ahiabor dan Hirata, 1994).

Di dalam akar, jamur mikoriza membentuk arbuskular dan vesikel di dalam kortek akar, arbuskular merupakan hifa bercabang halus yang dapat meningkatkan 2-3 kali luas permukaan plasmolema akar, dan dapat memindahkan nutrisi antara jamur dan tanaman. Vesikel merupakan organ penyimpan dimana jika korteks sobek maka vesikel dibebaskan ke dalam tanah dan selanjutnya dapat berkecambah dan merupakan propagul infeksi. Bagian penting dari mikoriza adalah hifa eksternal yang dibentuk di luar akar tanaman. Hifa ini membantu memperluas daerah penyerapan akar (Kabirun, 1990). Prinsip kerja dari hifa mikoriza adalah menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang mengandung mikoriza tersebut akan mampu meningkatkan kapasitas bidang penyerapan unsur hara (Nurbaity dkk., 2009)

Menurut Smits (1997), perluasan daerah penyerapan akar memberikan keuntungan, yaitu peningkatan penyerapan air dan unsur hara terutama fosfor ke tanaman inang, begitu pula fungi mikoriza juga mendapat karbohidrat hasil fotosintesis dari tanaman inang. Keuntungan lain dengan adanya fungi mikoriza dapat meningkatkan ketahanan akar tanaman terhadap serangan patogen dan kekeringan (Mark dan Foster, 1973; Malajczuk *et al.*, 1994) dan dapat memproduksi hormon tumbuh IAA (Indole 3-acetic acid) serta memperbaiki struktur tanah (Musfal, 2010). Oleh karena itu fungi mikoriza mempunyai peranan penting dalam meningkatkan kualitas pertumbuhan, khususnya pada tanaman jenis dipterokarpa yang sangat bergantung pada mikoriza. Proses penularan fungi mikoriza pada akar tanaman (inang) dapat terbentuk setelah

terjadi proses infeksi fungi mikoriza ke dalam akar tanaman, yang diawali dengan berkecambahnya spora maupun infeksi oleh bagian vegetatif dari fungi mikoriza (Guo *et al.*, 2012). Penularan tersebut dapat terjadi, baik secara alami maupun dengan bantuan manusia (Guo *et al.*, 2012).

Dalam penelitian Mosse (1981) menyatakan bahwa pengaruh Mikoriza terhadap pertumbuhan dan kandungan Fospor dalam berbagai jaringan tanaman pada tanah steril, menunjukkan bahwa tanaman Singkong yang tidak terinfeksi bobot kering tanamannya 1,20 g, sedang yang terinfeksi 11,9 g. Kandungan P yang tidak terinfeksi 0,47 %, sedang yang terinfeksi 0,74%. Pada tanaman tebu, cara aplikasi pupuk Mikoriza terbaik dengan cara dicampur dengan pupuk dasar, ternyata dapat mengurangi penggunaan pupuk SP-36 sebesar 25-50%.

Efisiensi pemupukan P sangat jelas meningkat dengan penggunaan Mikoriza. Hasil penelitian Mosse (1981) menunjukkan bahwa tanpa pemupukan. TSP produksi singkong pada tanaman yang tidak bermikoriza kurang dari 2 g, sedangkan ditambahkan TSP pada takaran setara dengan 400-kg P/ha, masih belum ada peningkatan hasil singkong pada perlakuan tanpa Mikoriza. Hasil baru meningkat bila 800 kg P/ha ditambahkan. Pada tanaman yang diinfeksi Mikoriza, penambahan TSP setara dengan 200 kg P/ha saja telah cukup meningkatkan hasil hampir 5 g. penambahan pupuk selanjutnya tidak begitu nyata meningkatkan hasil (Nocie, 2009).

Aplikasi pupuk hayati Mikoriza pada areal pertanaman yang digunakan untuk demo plot memberikan hasil panen umbi ubi kayu 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. Dalam hal ini walaupun ada selisih antara produksi ubi kayu menggunakan pupuk hayati Mikoriza dan pupuk anorganik Urea+SP 36, sebagai langkah awal hasilnya cukup menguntungkan menggunakan Mikoriza. Hal ini tampak apabila ditinjau dari segi biaya sarana produksi, terutama pupuk. Pemberian pupuk hayati Mikoriza hanya dilakukan satu kali untuk cikal bakal perbanyakan. Selanjutnya dapat diproduksi sendiri dengan metode yang relatif mudah. Sehingga secara berkelanjutan penggunaan Mikoriza dapat menekan biaya produksi(Oetami dan Agus, 2012).

Pemberian pupuk hayati Mikoriza hanya dilakukan satu kali untuk cikal bakal perbanyakan. Selanjutnya dapat diproduksi sendiri dengan metode yang relatif mudah. Sehingga secara berkelanjutan penggunaan Mikoriza dapat menekan biaya produksi. Starter inokulum yang digunakan walaupun merupakan mix antara beberapa jenis spesies Mikoriza, tetapi antara lain didalamnya mengandung Mikoriza *Glomus manihotis* (Oetami dan Agus, 2012). Mikoriza spesies ini terutama memang secara alami ditemukan bersimbiosis dengan tanaman ubi kayu (*Manihot sp.*). sehingga kemungkinan besar mampu menginfeksi akar tanaman ubi kayu, walaupun sifat Mikoriza sendiri memang mampu bersimbiosis dengan hampir semua spesies tanaman. Dalam hal ini walaupun ada selisih antara produksi ubi kayu menggunakan pupuk hayati Mikoriza dan pupuk anorganik Urea+SP 36, sebagai langkah awal hasilnya cukup menguntungkan menggunakan Mikoriza.

Menurut Mansur (2003), MVA banyak yang berasal dari spesies *Glomus* sp. dan *Acaulospora* sp. Dalam aplikasinya, sebaiknya digunakan starter yang berasal dari campuran dua spesies. Starter yang diperoleh dapat diperbanyak di lapangan atau di rumah kaca dengan media batuan zeolit dan tanaman indikator jagung. Setelah tanaman berumur dua bulan, media batuan zeolit dan potongan akar yang terinfeksi MVA dapat diaplikasikan. MVA diberikan di dekat perakaran tanaman atau di dalam lubang benih. Cara aplikasi MVA perlu diperhatikan karena akan memengaruhi efektivitasnya terhadap tanaman.

D. Hipotesis

Diduga perlakuan sistem tanam polikultur antara singkong dan jagung paling efektif dalam meningkatkan efektivitas infeksi MVA pada tanaman Singkong.