

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Budidaya Singkong (*Manihot esculenta Crantz*) Renek

Singkong varietas Renek berasal dari kecamatan Jatipuro Karanganyar. Banyak masyarakat Jatipuro, Karanganyar yang membudidayakan singkong ini karena masa panennya lebih cepat yang umumnya masa panen singkong berumur 8-10 bulan singkong varietas Renek ini bisa dipanen pada umur 4-5 bulan, sehingga sangat efektif dalam segi waktu dan ekonomi karena waktu panennya lebih cepat.

Tanaman singkong Renek dapat mencapai tinggi 1 sampai 2 meter, yang sama dengan pertumbuhan tanaman singkong pada umumnya. Batang singkong berbentuk silindris dengan diameter berkisar 2 sampai 6 cm. Warna batang singkong Renek yaitu coklat hingga coklat tua. Setiap batang menghasilkan rata-rata satu buku (*node*) perhari di awal pertumbuhannya, dan satu buku perminggu dimasa-masa selanjutnya. Setiap satu satuan buku terdiri dari satu buku tempat menempelnya daun dan ruas buku (*internode*). Panjang ruas buku bervariasi tergantung genotipe, umur tanaman, dan faktor lingkungan seperti ketersediaan air dan cahaya. Ruas buku menjadi pendek dalam kondisi kekeringan dan menjadi panjang jika kondisinya sesuai, dan sangat panjang jika kekurangan cahaya. Ubi yang dihasilkan berasal dari pembesaran sekunder akar adventif, daunnya menjari, batangnya berbuku-buku, setiap buku batang terdapat tunas (Purwono & Purnawati, 2008).

Singkong Renek ini memiliki karakteristik yang hampir sama dengan varietas unggul lokal yaitu singkong varietas Ketan. Meskipun hampir sama, kedua varietas ini tetaplah memiliki karakteristik yang berbeda. Warna daun muda varietas Ketan hijau kecoklatan dan daun tua berwarna hijau sedangkan Renek hijau muda dan pada daun tua berwarna hijau tua. Tungkai daun bagian atas kombinasi merah kehijauan dan hijau muda pada varietas ketan dan keseluruhan hijau pada varietas Renek. Warna kulit umbi pada singkong Ketan berwarna coklat dan daging umbi berwarna putih susu, sedang pada Renek terdapat warna merah muda pada lapisan luar umbi. Singkong varietas ketan atau singkong Manggu merupakan salah satu varietas unggul asal Sukabumi dari 10 varietas yang telah dirilis

Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan 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 Ketan memiliki ciri tanaman yang hampir sama dengan varietas Mentega akan tetapi batangnya lebih hijau, serta produktivitasnya 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 18 sebagai bahan membuat gapek, tepung tapioka dan tepung mocaf atau pengganti gandum (Sarjiah, dkk., 2016).

## **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. Media tanam tanah mediteran dicampur sebanyak 3 kg dicampur dengan pupuk kandang dengan dosis 5 ton/ha atau sebanyak 500 gram per tanaman, dosis Urea.

### **b. Teknik Penanaman**

Cara penanaman yang dilakukan yaitu menanamkan bibit sedalam 5-10 cm.

### **c. Pemeliharaan Tanaman**

- i. Penyulaman Bibit yang mati/abnormal segera dilakukan penyulaman.
- ii. Pembubunan Waktu pembubunan bersamaan dengan waktu penyiangan (Rukmana, 1997).

### **d. Pemupukan**

Pemupukan dilakukan dengan sistem pemupukan berimbang antara N, P, K dengan dosis Urea : 135 kg, TSP/SP36 : 75 kg dan KCl : 135 kg. Pupuk tersebut diberikan pada saat tanam dengan dosis N:P:K = 1/3 : 1: 1/3 atau Urea : 50 kg, TSP/SP36 : 75 kg dan KCl : 50 kg (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 dan KCl : 85 kg. Pemupukan I : 7 - 10 hari setelah tanam berikan campuran pupuk, dengan dosis Urea : 50 kg, TSP/SP36 : 75 kg dan KCl : 50 kg 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, dan KCl : 85 kg. 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 (Rukmana, 1997).

#### **e. Pengendalian hama dan penyakit**

Pengendalian hama dan penyakit dengan cara mekanis, tetapi jika serangan melewati abang batas akan dilakukan pengendalian dengan kimia yaitu pestisida. Beberapa hama dan penyakit yang sering muncul ada tanaman singkong yaitu :

##### **i. Bercak daun coklat (*Cercosporidium henningsii*)**

Tanaman yang terserang penyakit ini mempunyai ciri ciri mempunyai bercak bercak berwarna coklat lalu kemudian daun akan mengering dan mati. Cara penanganannya ialah dengan cara sanitasi yang baik atau dengan mengganti tanaman yang terserang penyakit dengan tanaman yang baru.

##### **ii. Tungau merah (*Tetranychus urticae*)**

Untuk gejala hama ini ialah daun pada tanaman singkong menjadi kering, untuk ciri ciri tanaman singkong jika diserang hama ini ialah menghisap cairan bawah dan sehingga daun singkong akan menjadi kering. Cara pengendaliannya ialah dengan menyemprotkan air kepada tanaman singkong secara teratur dan menanam varietas lain yang toleran terhadap tanaman singkong. Selain itu dapat dikendalikan dengan penanganan kimiawi atau menggunakan pestisida, seperti Curacron. Larutkan Insektisida Curacron 0,5 - 1 mL kedalam 1 Liter air, masukan kedalam tabung sprayer atau botol semprotan, kemudian bisa langsung disemprotkan pada tanaman.

##### **iii. Jamur daun putih (*Phaeoramularia manihotis*)**

Gejala penyakit berupa bercak bulat berwarna putih atau coklat kekuningan yang dikelilingi lingkaran transparan. Penyerangan biasa pada daun muda yang masih memiliki jaringan yang tidak rapat. Dikendalikan dengan fungisida Daconil (Fungisida fungistatik berbentuk tepung yang dapat disuspensikan) penyemprotan volume tinggi : 1,5 g/l.

## **f. Pemanenan**

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 (Rukmana, 1997).

## **B. Asosiasi Mikoriza dengan Tanaman Singkong**

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 mengefisiensikan penggunaan pupuk buatan. Data dari penelitian Hapsah, dkk. (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 pembentukan 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 didaerah kering, adanya Mikoriza menguntungkan karena dapat meningkatkan kemampuan tanaman untuk tumbuh dan bertahan pada kondisi yang kurang air. 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 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**

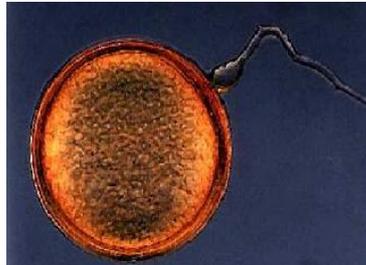
Racun kimia yang diracik untuk membunuh cendawan penyebab penyakit pada tanaman, akan tetapi selain membunuh cendawan penyebab penyakit fungisida juga dapat membunuh mikoriza, dimana pemakaian fungisida ini menurunkan pertumbuhan dan kolonisasi serta kemampuan mikoriza dalam menyerap P.

Adapun karakteristik berbagai jenis mikoriza adalah sebagai berikut:



Gambar 1. *Glomus* sp.

***Glomus sp.*** : merupakan hasil dari perkembangan hifa, dimana ujung dari hifa akan mengalami pembengkakan hingga terbentuklah spora. Ciri *Glomus sp.* yaitu spora bulat, berwarna kuning hingga jingga, permukaan agak kasar dan mempunyai hifa (Desi dkk., 2012).



Gambar 2. *Gigaspora sp.*

***Gigaspora 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. *Acaulospora sp.*

***Acaulospora sp.*** : Ukuran spora 100–200  $\mu\text{m}$ . 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 (Marks dan Foster, 1973) dan dapat memproduksi hormon tumbuh IAA (Indole 3-aceticacid) 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; 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 Gunawan (2000) 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 dan Simanungkalit (2001) CMA dalam bentuk *crude* inokulum diaplikasikan sebanyak 20 gram per tanaman dengan syarat infeksi mikoriza pada akar sebesar 80%-100% dan jumlah spora  $\pm 60$  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. Bentuk Formula Inokulum Mikoriza

Inokulan Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) tidak dapat diperbanyak dengan menggunakan media buatan. Produksi inokulan CMA umumnya dilakukan di rumah kaca dengan tanaman inang seperti sorgum, jagung, dan mentimun (Dehne & Backhaus, 1986). Dalam memproduksi inokulum CMA digunakan suatu bentuk inokulan yang dapat dijadikan media asosiasi mikoriza dengan akar dan juga media tanamnya. Menurut Yahya (1988) inokulum mikoriza dapat menggunakan tanah yang mengandung spora CMA, biakan murni spora CMA, campuran tanah dan akar terinfeksi CMA (*crude*), dan spora ditambah propagul CMA.

Untuk membuat inokulum pupuk hayati CMA maka perlu diteliti metode perbanyakan yang mudah, murah dan efektif. Menurut Rahmansyah, dkk. (1995) CMA diperbanyak dengan menginokulasikan pada tanaman sorghum yang ditumbuhkan pada media pasir selama 4 bulan. Sedang menurut Tjokronegoro dan Gunawan (2000) 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 dan Simanungkalit (2001) CMA dalam bentuk *crude* inokulum diaplikasikan sebanyak 20 gram bersamaan waktu tanam. Jumlah vesikel bertambah banyak dengan semakin tuanya mikoriza ditanam (Suhardi, 1989). Diduga semakin lama umur kultur pot jagung maka propagul

CMA yang terbentuk semakin banyak dan akan semakin efektif menginfeksi tanaman sehingga jumlah inokulum yang diperlukan per tanaman semakin sedikit.

Kompatibilitas mikoriza dengan tanaman inang sangat bervariasi bergantung pada spesies mikoriza, spesies tanaman inang dan kondisi lingkungannya (Bianciotto *et al.*, 1989) yang ditunjukkan oleh infektivitas infeksi yang lebih tinggi pada mikoriza asal rhizosfer tanaman inang yang sama dengan tanaman inangnya. Berdasarkan hal ini maka dapat dikatakan bentuk formula *crude* inokulum merupakan bentuk inokulum mikoriza terbaik yang dapat diaplikasikan untuk tanaman singkong. Sieverding (1991) mengatakan bahwa inokulum dalam bentuk spora memiliki kelemahan untuk aplikasi dilapangan karena perkembangan awal yang lambat sehingga inokulum tidak mampu bersaing dengan CMA asli dan mikroba lainnya. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Anas dan Tampubolon (2004), bahwa jumlah spora yang ditanam pada media tanah lebih tinggi yaitu sebanyak 6.46 spora per 50 g dibandingkan dengan jumlah spora pada media zeolit yang hanya 1.957 spora per 50 g media.

Berdasarkan penelitian Oetami (2012) menyatakan bahwa pemberian Mikoriza pada tanaman singkong ternyata menunjukkan respon yang positif, pemberian pupuk hayati Mikoriza 50 g/tanaman memberikan hasil yang positif pada tanaman singkong baik pada pertumbuhan maupun hasil. Penelitian Selly (2017) menyatakan bahwa singkong sangat *mycotrophic* dan responnya terhadap aplikasi P tergantung sepenuhnya pada asosiasi mikoriza. Selly (2017) mempelajari efektivitas isolat mikoriza dalam meningkatkan serapan P. Infeksi akar meningkat dalam percobaan ini, yaitu dari 53% menjadi 66% pada aplikasi 200 kg P.

#### **a. Inokulum Mikoriza Murni**

Produksi inokulan tentu tidak bermasalah seandainya cendawan MA dapat ditumbuhkan pada kultur murni seperti bakteri rhizobia. 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*), Siratro (*Macroptilium purpureum*), dan sebagainya. Setelah tanaman mencapai umur tertentu spora dipisahkan dengan menggunakan teknik saringan basah dan dekantasi. Tapi prosedur ini sangat makan waktu dan tenaga, sehingga tidak praktis bila tujuannya menyediakan inokulum spora untuk skala komersial. Selain itu juga kemungkinan terjadinya kontaminasi oleh jenis cendawan MA lain dan mikroorganisme-mikroorganisme lain yang tidak diinginkan. Menurut Widiastuti, dkk. (2005), bahwa spora sebagai inokulum bibit kelapa sawit dapat mempengaruhi pertumbuhan kelapa sawit dengan meningkatnya jumlah spora.

Spora yang akan digunakan harus betul-betul spora murni dari suatu spesies tertentu. Ini hanya mungkin diperoleh bila betul-betul berasal dari suatu spora tunggal. Metode untuk memperbanyak inokulum dari spora tunggal telah dikembangkan dengan menggunakan satu spora untuk menginokulasi tanaman inang jagung pada media tanah steril. Penggunaan lebih dari satu spora untuk menginokulasi tanaman inang mungkin menghasilkan spora dari spesies cendawan MA yang berbeda, karena dua spora yang kelihatannya sama belum tentu memiliki sifat genetis yang sama.

#### **b. Inokulum Mikoriza Crude**

Cara yang paling tua untuk mengintroduksi fungi mikoriza ialah dengan tanah terinfeksi (Mosse, 1981). Inokulum tanah atau *crude* (campuran akar, tanah, dan spora) merupakan inokulum alami yang paling murah harganya dan teknologinya juga paling sederhana. Keuntungan dengan menggunakan inokulum *crude* ialah kadang-kadang terbawa jasad renik tanah lainnya yang juga dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Inokulum *crude* atau tanah juga berisi spora, akar dan hifa yang semuanya dapat menginfeksi akar tanaman.

Potongan akar yang terinfeksi dan potongan hifa membentuk koloni lebih cepat namun keduanya mempunyai kemampuan hidup yang lebih kecil bila dibandingkan dengan spora (Smith & Read, 1997). Potongan akar yang terinfeksi dapat dijadikan sebagai sumber inokulum yang penting tetapi secara biologi bila dibandingkan dengan spora maka spora lebih bagus. Hal ini karena spora mempunyai dinding yang tebal dan resisten serta mengandung ribuan nukleat,

lipid, dan karbohidrat sehingga dapat menyesuaikan diri. Potongan akar dapat digunakan sebagai inisiasi kolonisasi. Potongan akar juga mendukung pertumbuhan kembali hifa interseluler. Spora merupakan sumber inokulum yang utama dan hanya propagul ini yang dapat dijadikan sebagai bahan untuk mengidentifikasi jenis spora (Smith & Read, 1997). Disini Herryawan (2012) juga menambahkan bahwa dengan Inokulum CMA yang diproduksi dengan menggunakan metode yang sederhana atau *crude* inokulum dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan meningkatkan kesuburan lahan marjinal serta menunjukkan jumlah spora yang meningkat dari 90 menjadi 199 spora.

### **c. Inokulum Mikoriza Pelet**

Seiring dengan berjalannya waktu, masyarakat umum khususnya petani mulai menyadari akan dampak buruk yang dapat ditimbulkan oleh pupuk kimia dan mulai beralih terhadap pupuk organik maupun pupuk hayati. Pupuk hayati adalah sebuah komponen yang mengandung mikroorganisme hidup yang diberikan ke dalam tanah sebagai inokulan untuk membantu menyediakan unsur hara tertentu bagi tanaman (Andriawan, 2010). Namun pupuk organik atau hayati yang sering digunakan petani yaitu dalam bentuk curah yang memiliki beberapa kelemahan seperti menimbulkan debu dan menyebabkan tanaman overdosis karena sifatnya yang *fast release*.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan merubah bentuk pupuk dari yang curah menjadi pupuk padat. Pupuk hayati dalam bentuk padat lebih mudah digunakan dan disimpan (Hardiatmi, 2009). Salah satu pilihan pupuk padat adalah pupuk dalam bentuk *pelet*. Hal tersebut dikarenakan pupuk granul atau *pelet* tidak menimbulkan debu, dapat mencegah terjadinya segregasi, mencegah overdosisnya tanaman terhadap pelepasan nutrisi yang mendadak, serta memperbaiki penampilan dan kemasan produk (Wahyono, dkk., 2011). Selain itu, menurut Sirappa dan Wahid (2012), perlakuan dengan pupuk organik *pelet* atau granul dapat meningkatkan unsur hara K dan C-organik pada tanah bertekstur lempung berdebu yaitu dari 1,18% menjadi 2,00–3,00% dibandingkan dengan perlakuan pupuk kandang sapi dan

petrogranik. Lalu Bambang, dkk. (2016) menyampaikan bahwa pupuk hayati yang berbentuk granul atau *pelet* dengan campuran mikrobial serta mikoriza sebanyak 60 spora/g dapat berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah umbi, bobot basah dan bobot kering umbi bawang merah yang dihasilkan dan dapat meningkatkan hasil produksi bawang merah sebesar 55,71% dibandingkan dengan tanpa aplikasi pupuk hayati. Kemudian aspek yang harus diperhatikan dalam pembuatan granul atau *pelet* adalah ukuran *pelet* yang diharapkan, kekerasan *pelet*, dan kemudahan *pelet* untuk pecah atau larut (Isroi & Nurheti, 2009).

Pengembangan lahan pertanian khususnya di lahan marginal seperti Mediteran terus diupayakan. Dalam upaya peningkatan produktivitas lahan dan produksi komoditas pertanian salah satunya singkong, acap kali menyebabkan peningkatan pupuk kimia yang juga signifikan. Hal ini dirasa kurang pas, melihat dari efek jangka panjang yang negatif jika dilakukan secara terus menerus (Saraswati, 1999). Perbaikan lahan pertanian terus diupayakan, salah satunya, melalui pengkayaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman.

*Biofertilizer* atau yang lebih dikenal sebagai pupuk hayati merupakan salah satu alternatif pupuk yang dapat mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan pupuk kimia. Mikoriza sangat berperan penting bagi kesuburan tanaman. Banyak penelitian yang membuktikan bahwa Mikoriza mampu meningkatkan serapan hara, baik hara makro maupun hara mikro. Adanya potensi yang besar untuk dijadikan pupuk hayati, sejumlah produk mikoriza telah diusahakan secara komersial baik di luar negeri maupun di Indonesia. Penelitian formulasi dan bahan pembawa atau *carrier* memegang peranan penting dalam meningkatkan viabilitas propagul. Salah satu sifat terpenting yang diperlukan dari bahan pembawa (*carrier*) adalah kemampuannya dalam mempertahankan populasi dari inokulan mikrobial agar tetap tinggi selama jangka waktu penyimpanan. Dalam penelitian ini maka diharapkan dapat diperoleh media pembawa atau *carrier* yang paling sesuai untuk propagul mikoriza *indigenus* Gunung Kidul terhadap pertumbuhan dan hasil Singkong Renek.

#### **D. Hipotesis**

Diduga bentuk terbaik formula inokulum mikoriza *indigenous* Gunung Kidul untuk diaplikasikan terhadap singkong varietas lokal Renek adalah bentuk *crude* inokulum.