

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. SRI (*System of Rice Intensification*)

SRI (*System of Rice Intensification*) dikembangkan di Madagaskar awal tahun 1980 oleh Henri de Lauline, seorang pastor Jesuit yang lebih dari 30 tahun hidup bersama petani-petani di sana. Tahun 1990 dibentuk *Association Tefy Saina* (ATS), sebuah LSM Malagasy untuk memperkenalkan SRI. Empat tahun kemudian, *Cornell International Institution for Food, Agriculture and Development* (CIIFAD), mulai bekerja sama dengan Tefy Saina untuk memperkenalkan SRI di sekitar Ranomafana National Park di Madagaskar Timur, didukung oleh *US Agency for International Development*. SRI telah diuji di Cina, India, Indonesia, Filipina, Sri Langka dan Bangladesh dengan hasil yang positif (Berkelar, 2001).

Awal munculnya SRI adalah pada saat musim kering, Henri de Laurine mencoba secara tidak sengaja menanam bibit yang sangat muda hanya berumur 15 hari. Semua orang terkejut karena hasil dari penanaman tersebut diluar dugaan yaitu dengan hasil 7 sampai 15 t/ha. Hasil tersebut diperoleh dari petani-petani kecil yang mengolah tanah dengan rendah pemupukan, intensitas pengairan yang jauh lebih rendah, dan tidak menggunakan pupuk anorganik maupun bahan kimia pertanian lainnya. Pada 2 tahun terakhir beberapa organisasi pengembang berhasil mengulang metode ini pada setengah bagian dari wilayah Asian (Stoop, Uphoff, dan Kassam, 2002).



Gambar 1. Perbandingan SRI dan Konvensional (Uphoff, 2006)

SRI adalah sistem tanam dengan menggunakan satu batang bibit padi untuk satu lubang tanam, model tanam padi intensif dan efisien mengutamakan sistem perakaran yang berbasis pada pengelolaan tanah, tanaman dan air, dengan tetap menjaga produktifitas dan mengedepankan nilai ekologis. Dalam SRI, nilai ekologis ini sangat penting karena terdapat anggapan bahwa SRI tidak harus dengan asupan pertanian organik, akan tetapi bagaimana caranya atau teknologi usaha tani apa yang perlu diterapkan sehingga terjadi peningkatan produktifitas usaha tani sebagai hasil dari aplikasi komponen-komponen teknologi yang dilaksanakan secara intensif. Dalam model tanam SRI terdapat tiga hal yang sangat esensial, pengelolaan tanah yang sehat serta pengelolaan bahan organik, pengelolaan potensi tanaman secara optimal serta pengelolaan air yang baik dan teratur dan menjaga kondisi tanah dalam keadaan lembab tidak perlu adanya penggenangan, bahkan sewaktu-waktu dikeringkan (Marlina, Eko, dan Nurbaiti 2012).

Metode tersebut memberikan kontribusi terhadap kesehatan tanah, tanaman dan memelihara mikroba tanah yang beraneka ragam melalui masukan bahan organik, tanpa pupuk kimia dan tanpa pestisida kimia serta dapat menghemat penggunaan air hingga 50%. Penemuan SRI telah diadopsi berbagai negara, di antaranya Indonesia. Aplikasi teknik SRI di Indonesia diawali dengan pelatihan yang dilakukan oleh Dinas Pertanian Jawa Barat pada tahun 2003. Pelatihan tersebut diikuti oleh sembilan Kabupaten di antaranya, Kabupaten Bandung, Kabupaten Subang, Kabupaten Majalengka, Kabupaten Cirebon, Kabupaten Cianjur, Kabupaten Indramayu, Kabupaten Tasik, Kabupaten Garut, Kabupaten Ciamis (Maulana, 2009).

Ciri utama pendekatan ini adalah menangkap potensi batang-batang padi untuk bertumbuh secara optimal melalui secara dini memindahkan benih satu per satu dan menanamnya dengan jarak jauh satu sama lain, menyokong kemampuan maksimal untuk pertumbuhan akar dengan menciptakan keadaan aerobik, mengairi tanah dan membiarkannya kering secara bergantian, serta mengairinya sesedikit mungkin dan sering menyiangi. Enam prinsip penerapan SRI adalah (a) Bibit dipindahkan (transplantasi) lebih awal, (b) Bibit ditanam satu bibit untuk satu lubang tanam, (c) Jarak tanam yang lebar, (d) Kondisi tanah tetap lembab tapi

tidak tergenang air atau macak-macak, (e) Penyiangan dilakukan dengan tangan atau alat, dan (f) Asupan Organik yang cukup (Berkelar, 2001).

Meskipun SRI dijelaskan secara operasional sebagai yang terbaik dalam hal membuat beberapa perubahan praktik budidaya padi secara konvensional, namun SRI bukan berpatokan pada cara praktik budidayanya. SRI lebih baik dipahami dengan berfokus pada tujuannya daripada caranya. SRI adalah strategi produksi padi sawah, penyesuaian kondisi setempat, tanah, air dan pengelolaan unsur hara dengan tujuan (a) mendorong lebih besarnya sistem akar yang dapat berfungsi lebih baik dan (b) keanekaragaman biota tanah yang hidup berhubungan dengan sistem akar lebih berlimpah. Organisme ini termasuk flora dan fauna dari skala yang sangat kecil sampai skala terlihat. Mereka melakukan berbagai layanan penting bagi tanaman (Uphoff, 2006).

## **2.2. Perbedaan SRI (*System of Rice Intensification*) dengan Sistem Konvensional**

Latief *et al.* (2009) membagi manajemen budidaya padi yang dilakukan oleh petani menjadi tiga metode. Ketiga metode budidaya padi tersebut memiliki perbedaan dari cara budidayanya. Metode yang pertama adalah *System of Rice Intensification* (SRI) yang menggunakan bibit muda dengan umur 14-15 hari dengan penanaman 1 bibit untuk 1 lubang tanam. Jarak tanam yang digunakan adalah 25cm x 25cm. Irigasi pada metode SRI menggunakan irigasi berselang. Pada metode SRI dilakukan penyiangan pada umur 13-15, 30-32, dan 43-45 hari setelah tanam. Metode yang kedua adalah *Best Management Practice* (BMP) yang menggunakan bibit padi dengan umur 35-37 hari dengan penanaman 2 bibit untuk 1 lubang tanam. Jarak tanam yang digunakan adalah 25cm x 20cm. Irigasi dan penyiangan yang digunakan pada metode BMP sama dengan metode SRI. Metode yang ketiga adalah *Farmer practice* (FP) yang menggunakan bibit berumur 45-55 dengan penanaman 3-5 bibit untuk 1 lubang tanam. Jarak tanam yang digunakan adalah 25cm x 15cm. Irigasi yang digunakan adalah dengan cara penggenangan tanah. Penyiangan dilakukan pada 15-20, 30-32, dan 42-47 hari setelah tanam.

*System of Rice Intensification* (SRI) dilakukan dengan beberapa tahap pelaksanaan. Penyiapan benih dilakukan dengan cara merendam benih selama 24 jam sebelum disemai. Penyemaian dilakukan pada kotak plastik dengan media semai tanah dan kompos. Penanaman di lahan dilakukan ketika bibit berumur 8-

10 hari dengan menggunakan 1 bibit untuk 1 lubang tanam. Air irigasi diatur secara berselang agar keadaan air di tanah hanya macak-macak. Pemupukan menggunakan pupuk organik. Penyiangan dilakukan secara mekanis atau manual. Pemanenan dapat dilakukan ketika 90% padi sudah menguning atau sekitar 30-35 hari setelah padi berbunga (Suiatna, 2009).

Menurut Badan Ketahanan Pangan (2009), cara budidaya padi secara konvensional dilakukan dengan beberapa tahap. Sebelum pembibitan, benih direndam dengan air selama 24 jam. Pembibitan dilakukan langsung di lahan dengan membuat bedengan. Penanaman di lahan sawah dilakukan ketika bibit berumur 21 hari dengan menggunakan 3 bibit untuk 1 lubang tanam. Pemupukan dilakukan dengan menggunakan pupuk anorganik. Irigasi yang digunakan adalah dengan penggenangan secara terus menerus. Penyiangan dilakukan secara mekanis atau manual, Pemanenan dilakukan ketika gabah sesudah menguning tapi malai masih segar.

Uphoff (2003) menjelaskan perbedaan antara *System of Rice Intensification* (SRI) dan praktek konvensional dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Metode SRI dan Konvensional

<b>Praktek Budidaya</b>	<b>SRI</b>	<b>Konvensional</b>
<b>Umur bibit siap tanam</b>	8-12 hari, tidak lebih dari 15 hari	3-4 minggu atau lebih
<b>Jumlah bibit per lubang tanam</b>	1 bibit	3-4 bibit atau lebih
<b>Jarak tanam</b>	25cm x 25cm sampai 35cm x 35cm	10cm x 10cm sampai 20cm x 20cm
<b>Pengaturan Irigasi</b>	Sistem pengairan berselang dengan membiarkan tanah tetap basah namun tidak tergenang air. Penggenangan air 1-3cm dilakukan ketika fase reproduksi.	Digenangi terus menerus dengan kedalaman 10-20cm.
<b>Pengendalian gulma</b>	Penyiangan dilakukan dengan cara mekanik maupun manual. Dimulai 10-12 HST. Lebih baik dilakukan lebih dari 4 kali.	Sebagian besar dilakukan ketika penggenangan dengan menggunakan cara manual maupun kimia.
<b>Pemupukan</b>	Menggunakan kompos.	Pupuk kimia NPK.

Sumber : Uphoff (2003)

### 2.3. Kondisi Tanah pada SRI (*System of Rice Intensification*)

Hal yang paling berpengaruh terhadap siklus unsur hara serta mikro organisme di dalam tanah pada metode SRI (*System of Rice Intensification*) adalah penggenangan dan pengeringan selama fase vegetatif tanaman. Pada SRI ada dua kondisi tanah yaitu anaerob dan aerob, sedangkan pada metode konvensional tanah dibiarkan tergenang sehingga kondisi yang ada hanyalah anaerob saja (Uphoff dan Randriamiharisoa, 2002). Kondisi aerob maupun anaerob akan berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara terutama unsur nitrogen (N) yang sangat dipengaruhi oleh konsentrasi Oksigen ( $O_2$ ) di dalam tanah (Sooksa-nguan *et al.*, 2009).

Nitrogen biasanya dalam bentuk ammonium ( $NH_4^+$ ) pada tanah dengan kondisi anaerob dan biasanya ditemukan dalam bentuk nitrat ( $NO_3^-$ ) pada kondisi aerob.  $NH_4^+$  seharusnya lebih menguntungkan daripada  $NO_3^-$  sebagai sumber N tanaman karena metabolisme  $NH_4^+$  membutuhkan tenaga yang lebih sedikit. Namun hal tersebut hanyalah sebuah pemikiran, pada pH yang optimal,  $NO_3^-$  lebih efektif daripada  $NH_4^+$  sebagai sumber nitrogen padi. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa kombinasi dari  $NH_4^+$  dan  $NO_3^-$  dapat meningkatkan hasil produksi 40-70% daripada hanya menggunakan  $NH_4^+$  sebagai sumber N (Ceesay *et al.*, 2006).

Stoop *et al.* (2002) menyatakan, pada kondisi anaerob banyak mikro organisme bekerja kurang efisien, hasilnya tingkat dekomposisi dan mineralisasi dari bahan organik menurun. Hal tersebut berdampak pada ketersediaan nutrisi yang bersumber dari bahan organik. Hal yang sama juga terjadi pada proses penambatan nitrogen oleh bakteri. Mineralisasi nitrogen dari bahan organik adalah proses yang berlanjut, tapi tidak pada kondisi tergenang atau anaerob.

Dalam kondisi tergenang, persediaan oksigen ( $O_2$ ) akan menjadi sangat sedikit sehingga tidak ada pembentukan spora. Ketidakterdapatnya spora dalam lahan yang selalu tergenang atau banjir dikarenakan oksigen yang tersedia disekitar perakaran sangat sedikit. Pada tanah tergenang perkembangan FMA terhambat sebagai akibat tingkat serapan oksigen yang rendah. Karena ada hubungannya dengan reaksi redoks, jumlah spora dan presentase infeksi akar lebih rendah daripada tanah dengan kondisi aerob. Pada kondisi tanah yang

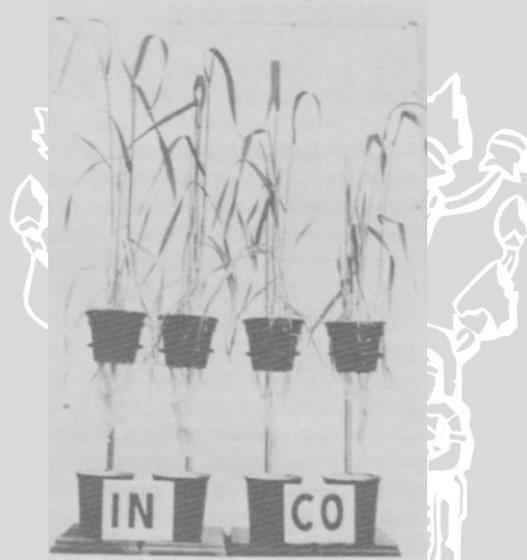
lembab, proses sporulasi FMA menjadi lebih rendah sehingga jumlah dan jenis spora yang terkandung dalam tanah menjadi sedikit (Gustian, Burhanuddin, dan Ratna, 2015). Kurniawati (2011) melaporkan, pemberian inokulum mikoriza pada kondisi tidak tergenang memberikan hasil yang lebih baik daripada pemberian inokulum mikoriza pada kondisi tergenang.

Praktek budidaya padi metode SRI akan meningkatkan pertumbuhan dan fungsi dari system perakaran tanaman padi. Selain itu praktek budidaya metode SRI juga meningkatkan jumlah dan keragaman biota tanah yang berkontribusi dalam pertumbuhan dan produksi tanaman (Uphoff, 2008). Barison dan Uphoff (2011) menjelaskan, metode budidaya SRI memberikan kontribusi penyerapan unsur hara yang lebih besar pada tanaman padi. Hal ini terlihat dari pertumbuhan akar yang lebih besar serta terjadi peningkatan panjang akar. Serapan hara yang tinggi disebabkan pertumbuhan akar yang lebih besar dan penetrasi ke horizon tanah menjadi lebih dalam dengan panjang akar yang dapat masuk ke dalam tanah di bawah kedalaman 30 cm. Hal ini memungkinkan tanaman dengan metode budidaya SRI untuk mengambil hara pada volume tanah yang lebih besar daripada tanaman dengan metode konvensional.

#### **2.4. *Azospirillum* sp. dan Peranannya Sebagai Penambat Nitrogen**

*Azospirillum* merupakan salah satu bakteri penambat nitrogen non simbiotik yang diperkenalkan oleh J. Dobereiner dan rekan-rekannya pada tahun 1974 di Rio de Janeiro, Brazil. Mereka mengisolasi bakteri tersebut dari daerah perakaran tanaman pakan ternak dan tanaman padi-padian. Pada saat itu tanaman pakan ternak dan padi-padian merupakan sumber makanan utama di peradaban modern. Pada saat itu J. Dobereiner dan rekan-rekannya tahu bahwa mereka tidak dapat menggunakan *Rhizobium* untuk meningkatkan hasil produksi dari tanaman pakan ternak dan padi-padian tersebut, sehingga untuk meningkatkan hasil produksi harus tetap menggunakan pupuk nitrogen (N) yang cukup besar. Diperkirakan bahwa hanya 50% dari pupuk N yang diaplikasikan di lahan yang dapat digunakan oleh tanaman, sisanya hilang melalui proses denitrifikasi, pencucian, dan penguapan (volatilasi). Hasil beberapa penelitian di lapang sejak tahun 1974 menunjukkan bahwa inokulasi *Azospirillum* dapat meningkatkan hasil produksi dibawah kondisi tanah dan lingkungan yang konsisten (Okon, 1985).

Pada sepuluh tahun terakhir, banyak penelitian melaporkan bahwa *Azospirillum* berpotensi menguntungkan untuk pertanian. Dari beberapa data yang terkumpul, menunjukkan bahwa inokulasi *Azospirillum* menguntungkan untuk tanaman dengan beberapa mekanisme. Inokulasi dari *Azospirillum* akan diikuti dengan perkembangbiakannya pada akar dan akan menyebar ke bagian dalam akar. Hal ini akan meningkatkan perkembangan akar dan batang tanaman, menyebabkan perubahan susunan sel korteks pada akar, meningkatkan pengambilan mineral oleh akar yang terinokulasi, menjaga status air tanaman, meningkatkan aktivitas fiksasi nitrogen secara biologis oleh asosiasi *Azospirillum* dan akar tanaman terutama pada saat pembungaan, serta dalam beberapa kasus juga meningkatkan hasil produksi dari sereal dan beberapa jenis gandum seperti yang terlihat pada Gambar 2 (Okon dan Kapulnik, 1986).

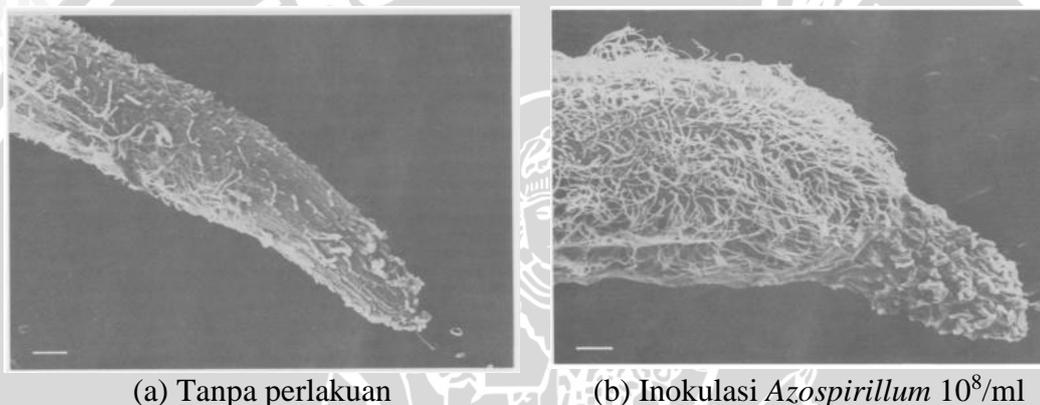


Gambar 2. Efek pemberian inokulan *Azospirillum* pada gandum (Okon,1985)

Semua *Azospirillum* adalah bakteri penamban nitrogen yang memiliki nitrogenase yang sama dengan bakteri penambat nitrogen lainnya. *Azospirillum* dapat menggunakan  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ , asam amino dan  $\text{N}_2$  sebagai sumber nitrogen untuk tumbuh. Mereka dapat tumbuh dalam keadaan anaerob dengan menggunakan  $\text{NO}_3^-$  sebagai pengganti  $\text{O}_2$  atau biasa disebut denitrifikasi. Mereka juga tumbuh pada kondisi mikro aerob dengan menggunakan  $\text{N}_2$  atau  $\text{NH}_3$  sebagai sumber nitrogen dan kondisi aerob penuh dengan mengkombinasikan  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HO}_3^-$ , dan asam amino. *Azospirillum* tidak memiliki mekanisme khusus untuk

melindungi nitroenasenya, sehingga hanya dapat menambat nitrogen pada keadaan mikro aerob atau pada keadaan minimum oksigen (Okon, 1985).

Salah satu mekanisme kerja lain dari bakteri ini adalah kemampuannya dalam memproduksi zat pemacu tumbuh. *Azospirillum* merangsang volume dan panjang akar sehingga akan meningkatkan kenampakan dari akar lateral dan luas permukaan akar. Intensitas efek yang ditimbulkan bergantung pada jenis tanaman serta varietas dari tanaman tersebut. Intensitas efek yang ditimbulkan sangat dipengaruhi oleh konsentrasi dari inokulum *Azospirillum* tersebut. Gambar akar yang terinokulasi *Azospirillum* dengan kerapatan  $10^8$ /ml dapat dilihat pada Gambar 3 (Okon dan Gonzalez, 1994).



(a) Tanpa perlakuan

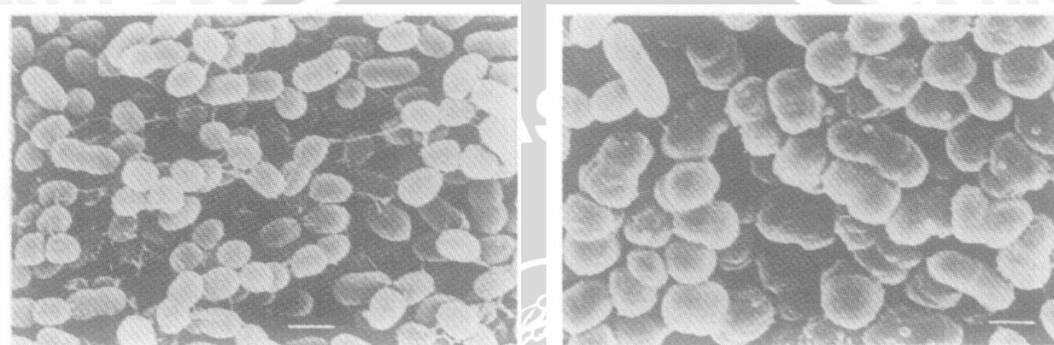
(b) Inokulasi *Azospirillum*  $10^8$ /ml

Gambar 3. Efek akar sorgum yang diinokulasi *Azospirillum* (Okon, 1985)

Meskipun banyak bakteri pada rhizosfer seperti *Pseudomonas* sp., *Beijerinckia* sp. dan *Azotobacter* sp., namun komponen yang dimiliki *Azospirillum* sp. membuatnya berdaptasi dengan lebih baik untuk mengkoloni serta berkem-bangbiak pada keadaan perubahan kadar oksigen yang terus menerus dan keadaan lingkungan yang sangat kompetitif pada *rhizosfer*. Dari beberapa penelitian yang menggunakan inokulasi *Azospirillum* pada tanaman di lahan menunjukkan bahwa *Azospirillum* menempati 1-10% dari jumlah total bakteri pada rhizosfer. *Azospirillum* tersebut berkontribusi biomasa bakteri lebih besar karena ukurannya yang lebih besar ( $1,0 \times 3,0 \mu\text{m}$ ) (Okon, 1985).

Bakteri tersebut memperlihatkan kemampuan yang baik dalam memetabolisme karbon dan nitrogen yang membuatnya mampu beradaptasi lebih baik dalam persaingan di suatu lingkungan rhizosfer. *Azospirillum* menggunakan ammonium, nitrat, nitrit, asam amino dan molekul nitrogen sebagai sumber

nitrogennya. Pada keadaan tidak menguntungkan seperti kekeringan dan nutrisi yang terbatas, *Azospirillum* dapat berubah menjadi seperti kista yang membesar. Kenampakan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4. Perubahan morfologi ini disertai dengan pengembangan dari lapisan terluar dari polisakarida dan akumulasi butiran poly- $\beta$ -hydroxybutyrate yang berlimpah dimana hal tersebut dapat berfungsi sebagai karbon dan sumber energi dibawah kondisi stress dan kekurangan makanan (Oda dan Vanderleyden, 2000).



(a) 5% poly- $\beta$ -hydroxybutyrate dari berat kering sel (b) 40% poly- $\beta$ -hydroxybutyrate dari berat kering sel

Gambar 4. Poly- $\beta$ -hydroxybutyrate dari *Azospirillum* (Okon,1985)

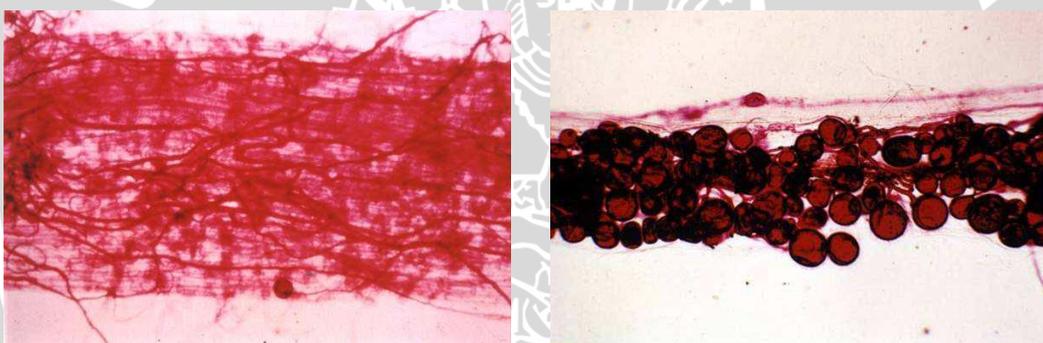
*Azospirillum* pada daerah perakaran akan membentuk suatu hubungan dekat dengan tanaman. Meskipun demikian, hubungan antara *Azospirillum* dan tanaman tersebut tidak terlalu signifikan daripada apa yang diharapkan. Okon (1985) melaporkan, pada beberapa area seperti Florida dan Wisconsin hasil dari penelitian tersebut tidak menunjukkan hasil yang konsisten. Potensi kontribusi dari penambat nitrogen biologi untuk meningkatkan hasil produksi lebih rendah dari yang diperkirakan.

### 2.5. Peranan Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) Dalam Meningkatkan Ketersediaan Fosfor

Fosfor merupakan unsur hara makro yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Fosfor disebut juga sumber kehidupan karena berperan langsung pada hampir seluruh proses kehidupan. Unsur ini adalah penyusun komponen sel hidup dan cenderung lebih banyak terdapat pada biji dan titik tumbuh. Di dalam tanah P tersedia untuk tanaman kurang dari 1% dari P total tanah (Bolan, 1991). Rendahnya ketersediaan P ini disebabkan oleh terikatnya unsur P secara kuat pada koloid tanah serta adanya retensi P yang tinggi. Retensi

P adalah masalah yang timbul pada tanah kering dan masam dengan tekstur liat yang banyak mengandung oksida Al dan Fe (Tan, 2008). Nyimas *et al.* (2011) menyatakan bahwa ketersediaan fosfor dapat ditingkatkan dengan pengaplikasian pupuk hayati mikoriza.

Mikoriza sendiri berasal dari kata kata mices yang berarti fungi serta rhiza yang berarti perakaran, sehingga arti dari mikoriza adalah bentuk asosiasi mutualisme antara cendawan dan perakaran tumbuhan tingkat tinggi yang memiliki spectrum sangat luas baik dari segi tanaman inang, jenis fungi, mekanisme asosiasi, efektifitas, mikrohabitat maupun penyebarannya. Dalam fenomena ini jamur menginfeksi dan mengkoloni akar tanpa menimbulkan nekrosis seperti infeksi pada jamur pathogen seperti terlihat pada Gambar 5. Mikoriza memberi keuntungan kepada tanaman inang dimana tanaman inang menerima hara mineral, sedangkan fungi memperoleh senyawa karbon dari hasil fotosintesis tanaman inangnya (Salisbury dan Ross, 1995).



(a) Kolonisasi hifa

(b) Kolonisasi spora

Gambar 5. Kolonisasi cendawan MA dalam akar padi (Simanungkalit, 2006)

Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) merupakan jamur tanah biotrof obligat yang tumbuh pada akar tanaman serta tidak dapat memisahkan diri dari tanaman inangnya. Jamur ini dicirikan dengan adanya struktur vesikel dan arbuskel. Beberapa jenis jamur ini membentuk kedua struktur tersebut dalam akar yang dikolonisasi, sehingga lama sebelumnya jamur ini disebut dengan jamur versikuler-arbuskuler. Namun terdapat keberatan pada beberapa pihak karena tidak semua spesies dari jamur ini tidak membentuk vesikel dalam akar, sedangkan struktur arbuskel terdapat pada semua spesies. Oleh karena itu sampai sekarang dalam literature mikoriza kedua sebutan tersebut masih dipakai. Vesikel sendiri merupakan struktur berdinding tipis berbentuk bulat, lonjong atau tidak

teratur. Sedangkan arbuskel sendiri merupakan struktur dalam akar berbentuk seperti pohon berasal dari cabang-cabang hifa intraradikal setelah hifa cabang menembus dinding sel korteks dan terbentuk antara dinding sel dan membrane plasma (Simanungkalit, 2006).

Asosiasi antara mikoriza dan tanaman inang akan memberikan manfaat yang besar bagi pertumbuhan tanaman inang tersebut baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara tidak langsung, mikoriza berperan dalam perbaikan struktur tanah, meningkatkan kelarutan hara dan proses pelapukan bahan induk. Sedangkan secara langsung, mikoriza dapat meningkatkan serapan air, hara dan melindungi tanaman dari pathogen akar dan unsur toksik, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan yang ekstrim. Dengan demikian mikoriza mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman karena status nutrisi tanaman dapat ditingkatkan dan diperbaiki terutama pada tanah-tanah marjinal (Sieverding, 1991).

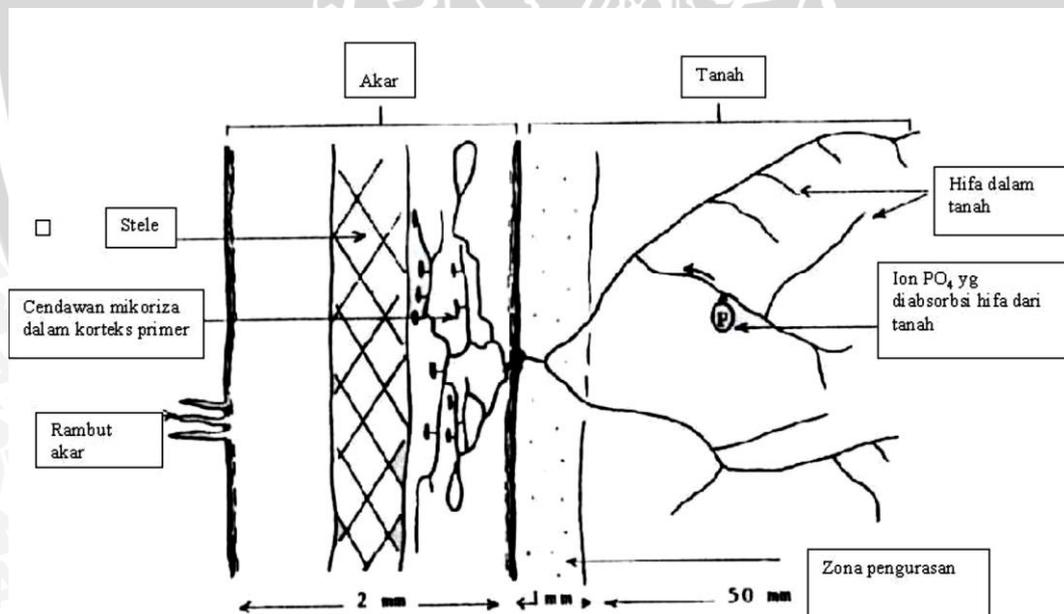
Diameter hifa FMA jauh lebih kecil daripada diameter akar. Hifa FMA juga panjang serta menyebar luas mengisi rongga dalam tanah menyebabkan semakin meluasnya permukaan untuk menyerap unsur hara dan air. Hal tersebut membuat tanaman mampu menyerap unsur hara terutama NPK dapat diserap tanaman lebih banyak dan kebutuhan air tercukupi (Bonfante dan Scannerini, 1992). FMA berperan meningkatkan unsur hara makro dan mikro terutama untuk unsur hara P oleh akar tanaman. FMA memiliki struktur hifa yang menjalar luas ke dalam tanah melampaui jarak yang dapat dicapai oleh rambut akar tanaman. Pada saat P berada disekitar rambut akar, maka hifa akan membantu menyerap P di tempat-tempat yang tidak dapat dijangkau oleh rambut akar. Daerah akar bermikoriza tetap aktif dalam menyerap hara untuk jangka waktu yang lebih lama dibanding akar yang tidak bermikoriza (Nyimas *et al.*, 2011).

Mekanisme penyerapan P oleh mikoriza adalah hifa dalam tanah mengabsorpsi P dan mengangkutnya ke akar-akar tanaman inang, sehingga dapat meningkatkan jangkauan penyerapan P oleh system perakaran tanaman (Simanungkalit, 2006). Selain itu baik ektomikoriza maupun endomikoriza mampu menghasilkan fosfatase. Pada berbagai ekosistem, kebanyakan P terkandung dalam bahan organik dan berbentuk P organik. Aktivitas fosfatase dari

mikoriza ini dapat merubah P organik menjadi P anorganik yang dapat diserap oleh tanaman sehingga sangat bermanfaat pada tanah yang mengandung P organik tinggi (Prayudyaningsih, 2012).

Ada tiga fase proses bagaimana hara dipasok oleh FMA ke tanaman. Pertama adalah absorbsi hara dari tanah oleh hifa eksternal. Dilanjutkan dengan translokasi hara dari hifa eksternal ke miselium internal dalam akar tanaman inang. Terakhir adalah pelepasan hara dari miselium internal ke sel-sel akar. P diangkut melalui hifa eksternal dalam bentuk polifosfat. Adanya granula dalam vakuola hifa telah dibuktikan melalui mikroskop elektron (Simanungkalit, 2006).

Kemampuan meningkatkan serapan hara tanaman adalah peran agronomis yang paling utama dari mikoriza yang diterima hingga sekarang. Penyerapan P pada permukaan akar lebih cepat daripada pergerakan P ke permukaan akar, sehingga zona terkurasnya fosfat terjadi disekitar akar. Hifa dari mikoriza yang meluas dari permukaan akar dapat membantu penyerapan P tanaman melewati zona ini sehingga dapat menyerap P lebih baik dari tanaman yang tidak bermikoriza seperti yang terlihat pada Gambar 6 (Simanungkalit, 2006).



Gambar 6. Skema penyerapan P oleh akar bermikoriza (Simanungkalit, 2006)