

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Botani Tebu

Tebu adalah tanaman yang ditanam untuk bahan baku gula, etanol, vetsin dan lain-lain. Tanaman tebu hanya dapat tumbuh di daerah beriklim tropis. Umur tanaman sejak ditanam sampai bisa dipanen mencapai kurang lebih satu tahun. Tanaman tebu termasuk ke dalam famili rumput (*Graminae*) dan masuk dalam genus *Saccharae* atau *Saccharum*. *Saccharum* terbagi menjadi 2 keluarga yaitu *Saccharum spontaneum* (Glagah) dan *Saccharum officinarum* (Tebu) (Wikipedia, 2010). Nama *Saccharum* berasal dari bahasa sansekerta "Sarkara" yang berarti gula pasir, dalam bahasa Inggris "Sugar".

Klasifikasi tanaman tebu adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Liliopsida</i>
Ordo	: <i>Poales</i>
Famili	: <i>Poaceae</i>
Genus	: <i>Saccharum</i>
Spesies	: <i>Saccharum officinarum</i> L.

Tebu merupakan tanaman berbiji tunggal, batang tebu padat, bagian luar berkulit keras dan bagian dalam lunak mengandung air gula. Batang tebu berruas dan berbuku (Bidang Tanaman PTPN VII, 1997).

Tanaman tebu berakar serabut, akar keluar dari lingkungan akar di bagian pangkal batang. Beberapa minggu setelah kuncup dari stek tebu tumbuh jadi tanaman muda, maka tanaman muda tersebut segera membentuk akarnya sendiri.

Daun terbentuk pada buku batang dan duduk pada batang secara berseling. Daun terdiri dari helai daun (lamina) dan pelepah daun (vagina). Helai daun berbentuk garis yang panjangnya 1-2 meter dan lebar 4-7 cm, dengan tepi dan permukaannya kasap tidak licin. Pelepahnya di bagian bawah membalut batang seluruhnya.

Pada tanaman tebu yang kekurangan air, maka daun tebu akan menggulung untuk mengurangi transpirasi. Jika keadaan air sudah baik lagi, maka daun akan terbuka kembali. Pada waktu tanaman tebu akan berbunga, helai daun yang kecil di atas pelepah daun akan keluar. Helai daun yang kecil ini berdiri tegak seperti bendera dan disebut daun bendera. Dalam pelepah yang panjang tersebut terdapat kuncup bunga yang akan keluar dari pelepah sebagai malai (Bidang Tanaman PTPN VII, 1997).

### **Fase Pertumbuhan Tebu**

Menurut Oezer (1993), pertumbuhan tanaman tebu terdiri dari 5 fase, yaitu :

1. Fase perkecambahan. Pada fase ini menunjukkan adanya pertumbuhan perkecambahan dari mata tunas tebu. Fase ini berjalan pada 0-5 minggu setelah tanam.
2. Fase pertunasan. Pada fase ini terjadi pertumbuhan anakan dari batang tebu hingga membentuk rumpun tebu. Fase ini berlangsung pada tanaman berumur 5 minggu – 3 bulan.

3. Fase pertumbuhan pemanjangan batang. Pada fase ini terjadi pengembangan tajuk daun, akar, pemanjangan batang, pembentukan biomasa pada batang dan peningkatan fotosintesis. Proses yang paling dominan adalah proses pemanjangan batang. Pembentukan ruas tebu sekitar 3–4 ruas per bulan selama fase ini dan akan menurun dengan bertambahnya umur (tua). Fase ini berlangsung pada tanaman berumur 3–9 bulan.
4. Fase kemasakan. Pada fase ini berlangsung proses pengisian batang-batang tebu dengan gula (sukrosa) hasil proses fotosintesis tanaman. Proses kemasakan berjalan dari ruas bawah ke atas. Pada tebu muda kadar sucrose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) pada pangkal batang di atas tanah lebih tinggi dibanding bagian lainnya. Fase ini dapat berlangsung pada umur 9–12 bulan.
5. Fase kematian. Pada fase ini tanaman tebu mulai mati setelah melalui kemasakan optimum hingga kembali menurun kadar gulanya.

## **2.2 Fungi Mikoriza Arbuskular**

Hampir semua tanaman pertanian akarnya terinfeksi fungi mikoriza. Gramineae dan Leguminosa umumnya bermikoriza. Tanaman pertanian yang telah dilaporkan terinfeksi mikoriza vesikular-arbuskular antara lain adalah kedelai, barley, jagung, bawang, kacang tunggak, nenas, padi gogo, pepaya, selada, singkong dan sorgum. Tanaman perkebunan yang telah dilaporkan akarnya terinfeksi mikoriza antara lain adalah tebu, kelapa sawit, teh, tembakau, palem,

kopi, karet, kapas, jeruk, kakao, apel dan anggur (Rahmawati, 2003 yang dikutip oleh Novriani dan Madjid, 2010).

Fungi mikoriza arbuskular merupakan fungi yang hidup bersimbiosis secara mutualisme dengan sistem perakaran. Menurut Pattimahu (2004), FMA membentuk organ-organ khusus dan mempunyai perakaran yang spesifik. Organ khusus tersebut adalah arbuskul (arbuscule), vesikel (vesicle), dan spora.

Vesikel merupakan struktur fungi yang berasal dari pembengkakan hifa internal secara terminal dan interkalar, kebanyakan berbentuk bulat telur, dan berisi banyak senyawa lemak sehingga merupakan organ penyimpanan cadangan makanan dan pada kondisi tertentu dapat berperan sebagai spora atau alat untuk mempertahankan kehidupan fungi (Pattimahu, 2004).

Fungi mikoriza arbuskular di dalam akar membentuk struktur khusus yang disebut arbuskular. Arbuskular merupakan hifa bercabang halus yang dibentuk oleh percabangan dikotomi yang berulang-ulang sehingga menyerupai pohon di dalam sel korteks inang (Pattimahu, 2004).

Spora FMA 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 beberapa bulan sampai beberapa tahun.

Namun untuk perkembangan, FMA memerlukan tanaman inang. Spora dapat disimpan dalam waktu yang lama sebelum digunakan lagi (Mosse, 1981).

Fungi mikoriza arbuskular dikelompokkan berdasarkan struktur tubuhnya dan cara infeksi terhadap tanaman inang kedalam dua golongan besar, yaitu

ektomikoriza dan endomikoriza (Imas *et al.*, 1989). Karakteristik fungi mikoriza golongan ektomikoriza adalah hifa fungi membentuk mantel yang menyelimuti permukaan akar. Akar yang terinfeksi membesar dan bercabang, serta tidak ditemukan rambut-rambut akar. Hifa di dalam sel korteks akar membentuk struktur seperti net (jala), dan hifa tidak masuk ke dalam sel tetapi hanya berkembang diantara dinding-dinding sel korteks saja.

Fungi mikoriza golongan endomikoriza mempunyai karakteristik sistem perakaran tanaman inang yang diinfeksi tidak membesar dan terdapat lapisan hifa tipis pada permukaan akar. Hifa fungi menginfeksi sel korteks, dan mempunyai struktur khusus berbentuk oval yang disebut vesikel dan struktur percabangan yang disebut arbuskular.

Banyak faktor biotik dan abiotik yang menentukan perkembangan FMA. Faktor-faktor tersebut antar lain suhu, tanah, kadar air tanah, pH, bahan organik tanah, intensitas cahaya dan ketersediaan hara, logam berat, dan fungisida. Suhu yang relatif tinggi akan meningkatkan aktivitas fungi. Suhu optimum untuk perkecambahan spora sangat beragam tergantung pada jenisnya (Mosse, 1981). Suhu yang tinggi pada siang hari ( $35^{\circ}\text{C}$ ) tidak menghambat perkembangan akar dan aktivitas fisiologi FMA. Peran mikoriza hanya menurun pada suhu di atas  $40^{\circ}\text{C}$ . Suhu bukan merupakan faktor pembatas utama bagi aktivitas FMA. Suhu yang sangat tinggi lebih berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman inang (Mosse, 1981). Untuk tanaman yang tumbuh di daerah kering, adanya FMA menguntungkan karena dapat meningkatkan kemampuan tanaman untuk tumbuh

dan bertahan pada kondisi yang kurang air. Adanya FMA dapat memperbaiki dan meningkatkan kapasitas serapan air tanaman inang (Mosse, 1981).

Fungi pada umumnya lebih tahan terhadap perubahan pH tanah. Meskipun demikian daya adaptasi masing-masing spesies fungi mikoriza terhadap pH tanah berbeda-beda karena pH tanah mempengaruhi perkecambahan, perkembangan dan peran mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman (Mosse, 1981).

Bahan organik merupakan salah satu komponen penyusun tanah yang penting disamping bahan anorganik, air dan udara. Jumlah spora FMA tampaknya berhubungan erat dengan kandungan bahan organik di dalam tanah. Jumlah maksimum spora ditemukan pada tanah-tanah yang mengandung bahan organik 1– 2 % sedangkan paada tanah-tanah berbahan organik kurang dari 0.5 % kandungan spora sangat rendah (Annas, 1997).

Annas (1997) menyimpulkan bahwa intensitas cahaya yang tinggi dengan kekahatan nitrogen ataupun fospor sedang akan meningkatkan jumlah karbohidrat didalam akar sehingga membuat tanaman lebih peka terhadap infeksi oleh fungi mikoriza.

Kondisi lingkungan yang cocok untuk perkecambahan biji dan pertumbuhan akar tanaman biasanya juga cocok untuk perkecambahan spora fungi. Fungi pada umumnya memiliki ketahanan cukup baik pada rentang faktor lingkungan fisik yang lebar. Mikoriza tidak hanya berkembang pada tanah berdrainase baik, tapi juga pada lahan tergenang seperti pada padi sawah (Solaiman dan Hirata, 1995).

Bahkan pada lingkungan yang sangat miskin atau lingkungan yang tercemar limbah berbahaya, fungi mikoriza masih memperlihatkan eksistensinya.

Fungi mikoriza arbuskular dikelompokkan ke dalam ordo *Glomales*, dan beberapa sub ordo, klasifikasi lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Klasifikasi fungi mikoriza arbuskula ordo Glomeromycota.

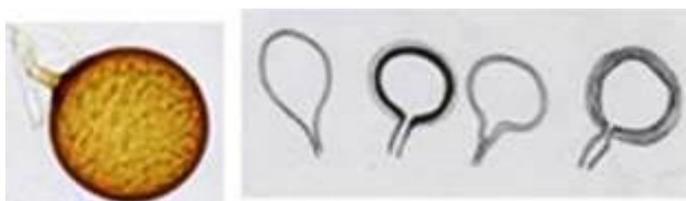
Ordo	Sub Ordo	Famili	Genus
Glomeromycota	Glomineae	Glomaceae	Glomus
		Acaulosporaceae	Acaulospora
		Archaeosporaceae	Archaeospora
	Gigasporineae	Paraglomaceae	Paraglomus
		Gigasporaceae	Gigaspora
			Scutellospora

(INVAM, 2005).

Klasifikasi FMA pada genus berdasarkan bagaimana proses pembentukan hifa FMA dan beberapa ciri morfologinya.

Proses perkembangan spora glomus adalah dari ujung hifa. Ujung hifa akan membesar sampai ukuran maksimal dan terbentuk spora. Karena sporanya berasal dari perkembangan hifa maka disebut chlamydospora (Gambar 1).

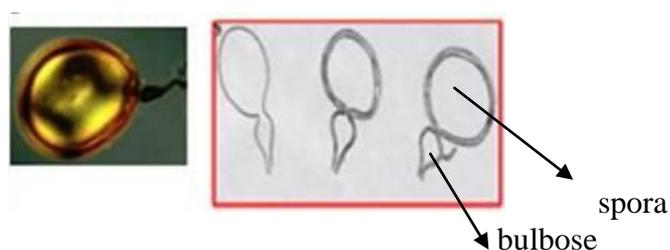
Karakteristik khasnya adalah sering terlihat sisa dinding hifa pada permukaan spora.



Sumber: Adinugroho (1993)

Gambar 1. Bentuk dan proses pembentukan spora jenis *Glomus* sp.

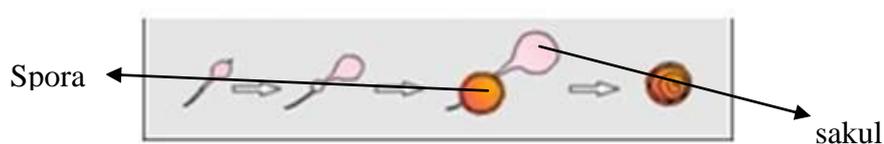
Proses perkembangan gigaspora tidak langsung dari hifa. Pertama-tama ujung hifa membulat yang dinamakan bulbous suspensor. Di atas bulbous suspensor timbul bulatan kecil yang semakin lama semakin besar dan mencapai ukuran maksimum yang akhirnya menjadi spora (Gambar 2). Spora ini disebut azygospora.



Sumber: Adinugroho (1993)

Gambar 2. Bentuk dan proses pembentukan spora jenis *Gigaspora* sp.

Proses perkembangan spora Entrophospora berasal dari ujung hifa yang membentuk sakul. Sakul adalah tempat cadangan makanan berbentuk seperti spora, lalu pada bagian tengah hifa terbentuk spora (Gambar 3).



Sumber: Adinugroho (1993).

Gambar 3. Bentuk dan proses pembentukan spora jenis *Entrophospora* sp.

### 2.3 Manfaat Fungi Mikoriza Arbuskular

Manfaat yang diperoleh dalam penggunaan mikoriza adalah:

- a. Mikoriza dapat menurunkan kebutuhan pupuk, bagi anakan tanaman yang ditanam pada kondisi tanah jelek.

- b. Pemakaian mikoriza merupakan keseimbangan ekologi, aman dipakai (bukan patogen), dapat memperbaiki kesuburan tanah karena kemampuannya untuk mengekstraksi unsur-unsur hara yang terikat.
- c. Beberapa mikoriza menghasilkan antibiotik yang dapat menyerang bakteri, virus, jamur yang bersifat patogen.
- d. Tanaman yang bermikoriza dapat menyerap pupuk fosfat lebih tinggi dibandingkan tanaman yang tidak bermikoriza (Annas, 1997).

Prinsip kerja fungi mikoriza arbuskular adalah menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang mengandung mikoriza tersebut akan mampu meningkatkan kapasitasnya dalam penyerapan unsur hara (Iskandar, 2002 yang dikutip oleh Novriani dan Madjid, 2010). Keuntungan fungi mikoriza bagi tumbuhan adalah meningkatkan penyerapan fosfat, meskipun penyerapan unsur hara lainnya terjadi juga peningkatan (Cumming dan Ning, 2003 yang dikutip oleh Novriani dan Madjid, 2010).

Menurut Suhardi (1989), terdapat dua alasan mengapa mikoriza menambah penyerapan nutrisi yakni (a) mengurangi jarak nutrisi yang memasuki akar tanaman, dan (b) meningkatkan penyerapan nutrisi dan konsentrasi pada permukaan penyerapan. Peningkatan penyerapan tersebut terutama disebabkan oleh hifa yang memperpendek jarak penyerapan dari nutrisi yang masuk dengan cara difusi ke dalam akar tanaman.