

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum*)

2.1.1 Asal Usul Tebu (*Saccharum officinarum*)

Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman rumput-rumputan (*Gramineae*) sebagai sumber terbesar gula. Asal spesies ini dari Asia Selatan dan Asia Tenggara, Papua Nugini yang paling mungkin menurut bukti arkeologi (6.000 SM), *S. officinarum* dan *S. edule* genetik mereka terbukti ke negara, dari mana diperkirakan telah menyebar ke daratan Asia melalui migrasi manusia (Naidu, 2009). *Center of origin* tebu dikatakan di Papua Nugini atau timur garis Wallace, tepatnya di Sulawesi, Maluku, Irian Jaya dan Papua Nugini. Papua Nugini, *S. officinarum* menyebar ke Indonesia, Malay, China, India, Micronesia dan Polynesia selama waktu prasejarah (Ming, Moore, Wu, D'Hont, Glazsmann, Tew, Mirkov, Silvia, Jifon, Rai, Schanell, Brumbley, Laskhmanan, Comstock dan Paterson, 2006).

Bentuk kompleks liar *Saccharum*, mulai dibedakan dalam *Saccharum spontaneum* dan *Saccharum robustum*. Seleksi menghasilkan spesies baru, yaitu diberi nama *S. barberi* di India, *S. sinensis* di China dan *S. officinarum* di Jawa. *Saccharum barberi* mungkin dihasilkan dari hibridisasi alami *S. spontaneum* dan *S. officinarum* (Hancock, 2003). Di Indonesia *S. officinarum* berkembang pesat. Daerah atau wilayah pengembangan tebu masih terfokus di Pulau Jawa, yakni di Provinsi Jawa Timur, Jawa Tengah, DI. Yogyakarta dan Jawa Barat yang diusahakan di lahan sawah dan tegalan (Soemarno, 2011). Diluar Jawa, tergolong masih penjanggan, yaitu di Bali dan Nusa Tenggara.

2.1.2 Klasifikasi Tebu

Berikut merupakan klasifikasi botani tanaman tebu (Plantamor, 2012): Kingdom: Plantae (tumbuhan); Subkingdom: Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh); Super Divisi: Spermatophyta (menghasilkan biji); Divisi: Magnoliophyta (tumbuhan berbunga); Kelas: Liliopsida (berkeping satu/monokotil); Sub Kelas: Commelinidae; Ordo: Poales; Famili: Poaceae (suku rumput-rumputan); Genus: *Saccharum*; Spesies: *Saccharum officinarum* L.

2.2 Persyaratan Tumbuh

Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman monokotil yang dapat hidup di daerah tropis dan subtropis yang menghasilkan gula pada bagian batangnya. Tanaman tebu tumbuh di daerah tropik dan sub tropik sampai batas garis isotherm 20°, yaitu antara 19° LU-35° LS (Indrawanto *et al.*, 2010). Akibatnya, intensitas radiasi yang semakin tinggi menimbulkan pengaruh pada produksi tebu yang tinggi. Tebu memerlukan suhu tertentu, yaitu 28-30° C (Shofy, 2008). Apabila suhu melebihi suhu diatas, akan berpengaruh dalam pertumbuhan tebu. Tanaman tebu dapat tumbuh dengan baik di daerah dengan curah hujan berkisar antara 1.000-1.300 mm per tahun dengan sekurang-kurangnya 3 bulan kering (Indrawanto *et al.*, 2010).

Tanaman tebu memerlukan curah hujan yang berkisar antara 1.000-1.300 mm/tahun dengan sekurang-kurangnya 3 bulan kering (Leovici, 2012). Karena tebu berasal di daerah tropis, hasil jauh lebih tinggi apabila tanaman yang disediakan dengan air yang cukup (Indrawanto *et al.*, 2010). Selain itu, curah hujan berkaitan dengan fase pertumbuhan tanaman. Pada pertumbuhan fase vegetatif memerlukan air tinggi sehingga digunakan untuk pertumbuhan anakan dan batang. Jika memasuki fase generatif tanaman membutuhkan air yang sedikit untuk masa periode kering. Tebu dapat ditanam pada berbagai jenis tanah, mulai dari tanah yang mengandung liat tinggi sampai tanah berpasir (Shofy, 2008). Struktur tersebut ideal untuk tebu khususnya diimbangi dengan pori-pori udara dan air didalam tanah. Jika tanah tidak ideal, akan mengakibatkan tekstur tanah yang kasar menimbulkan terdapatnya populasi nematoda.

Dilihat dari jenis tanah, tanaman tebu dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah seperti tanah alluvial, grumosol, latosol dan regusol dengan ketinggian antara 0-1.400 m diatas permukaan laut (Indrawanto *et al.*, 2010). pH tanah optimun untuk perkembangan tanaman tebu, yaitu 6,5. Pada pH dibawah 5,5 dapat menyebabkan perakaran tanaman tidak dapat menyerap air sedangkan apabila tebu di tanam pada tanah dengan pH diatas 7,0 tanaman akan sering kekurangan unsur fosfor (Leovici, 2012).

2.3 Biologi Tebu

Tebu merupakan tanaman rumput dalam genus *Saccharum*, sehingga secara fisik akan beruas-ruas pada bagian batang. Tinggi tanaman mencapai 6 m (Hidayat dan Napitupulu, 2015). Tanaman ini akan muncul tunas selama 1 hingga 3 minggu dimulai dengan perkembangan akar dan pada saat masuk perkecambahan maka akan muncul tunas. Tunas akan berdiferensiasi menjadi batang dan daun.

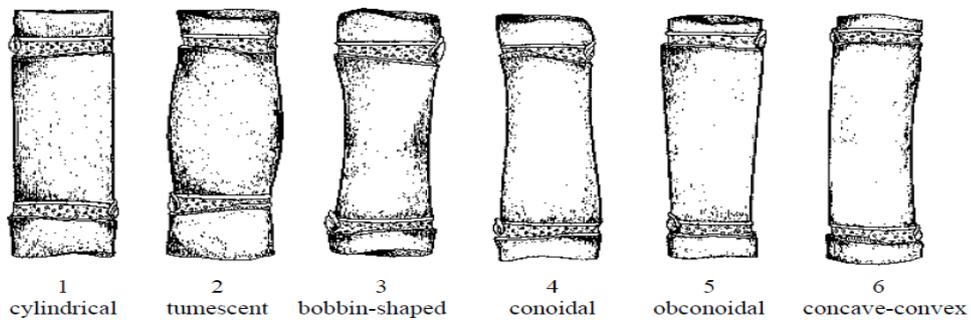


(a) (b) (c) (d)

Gambar 1. Morfologi Tanaman Tebu (a) Ruas, (b) Mata Tunas, (c) Daun dan (d) Varietas PS 921 (Anonymous, 2004)

1. Batang

Bagian ruas batang tersebut dibatasi oleh buku-buku sehingga akan muncul tunas membentuk suatu rumpun. Batang tanaman tebu berasal dari mata tunas yang berada dibawah tanah yang tumbuh keluar dan berkembang membentuk rumpun (Kiswanto dan Wijayanto, 2014). Diameter batang antara 3-5 cm dengan tinggi batang antara 2-5 meter dan tidak bercabang (Indrawanto *et al.*, 2010).



Gambar 2. Bentuk Ruas Batang Tebu (Anonymous, 2005)

2. Bunga

Bunga tebu terlihat malai yang terbuka, bentuk malai tersebut memiliki ciri percabangan setiap klon. Bunga tebu berupa malai dengan panjang antara 50-80 cm (Kiswanto dan Wijayanto, 2014). Tebu perbungaan adalah malai dengan ribuan bulir gabah (Amaral, Santos, Camara, Filho dan Barbosa, 2013). Bunga tebu memiliki organ kelamin jantan dan betina dalam satu bunga.

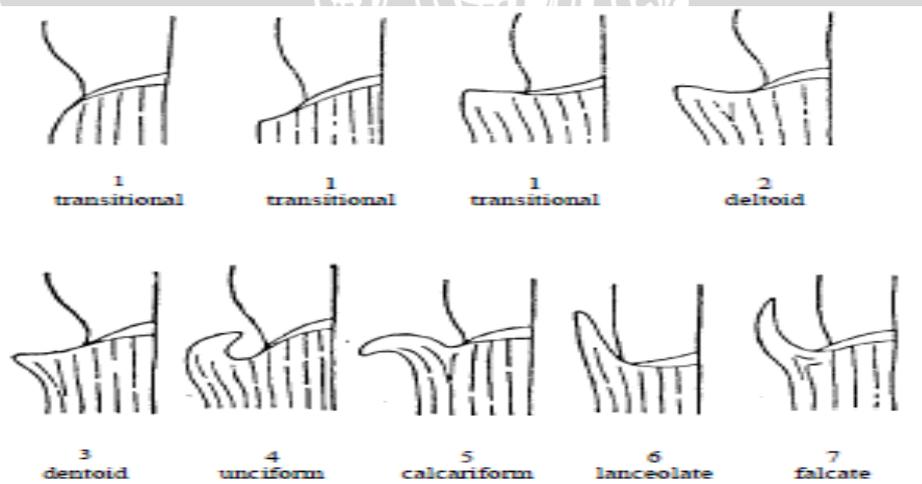


(a) (b)

Gambar 3. Morfologi Bunga Tebu (a) Tanaman Tebu Berbunga dan (b) Bentuk Bunga (Putri, Nurhidayati dan Budi, 2009)

3. Daun

Daun ditanggung pada batang dalam dua barisan, satu di setiap node (James, 2004). Sendi segitiga terdapat diantara pelepah daun dan helaian daun (Leovici, 2012). Daun memiliki panjang berkisar 1-2 m dan lebar 4-6 cm. Permukaan tebu berwarna hijau, terdapat bulu dan kasar.



Gambar 4. Bentuk Kelopak Daun Tebu (Anonymous, 2005)

4. Akar

Menurut James (2004), tanaman tebu memiliki perakaran serabut, yang dapat dibedakan menjadi akar primer dan akar sekunder. Akar tebu termasuk dalam akar serabut tidak panjang. Pada fase pertumbuhan batang, terbentuk pula akar dibagian yang lebih atas akibat pemberian tanah sebagai tempat tumbuh (Kiswanto dan Wijayanto, 2014). Dalam hal ini akar primer adalah akar stek dan akar sekunder ialah akar tunas.

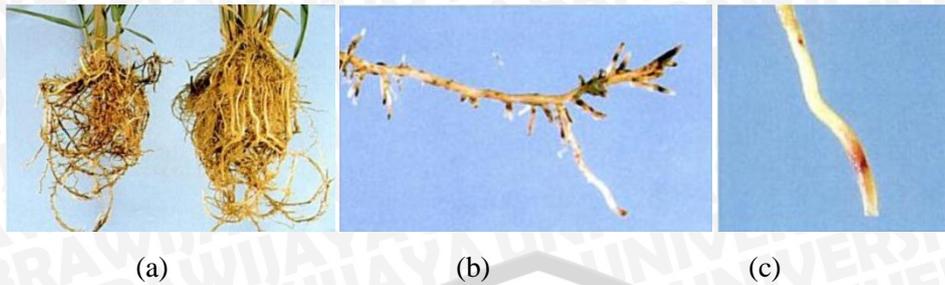
2.4 *Pythium* sp

2.4.1 Klasifikasi dan Gejala

Berikut merupakan klasifikasi botani penyakit layu *Pythium* (Soesanto, 2013): Kingdom: Chromista; Filum: Oomycota; Kelas: Oomycetes; Ordo: Peronosporales; Familia: Pythiaceae; Genus: *Pythium*; Spesies: *Pythium* sp.

Penyakit rebah kecambah disebut juga penyakit *damping off*. Penyakit ini tidak hanya menyerang kecambah namun juga benih yang baru ditanam, sehingga mengurangi cadangan benih untuk ditanam di lapang. Pada kecambah tanaman yang terserang saat dipersemaian akan mengalami layu dan pada akhirnya mati sehingga dijuluki rebah kecambah. Gejala serangan penyakit *damping off* ini akan mudah dilihat dengan mata biasa dan biasanya ada dua fase, yaitu fase pre emergence *damping off* dan fase post emergence *damping off* (Yudiarti, 2010).

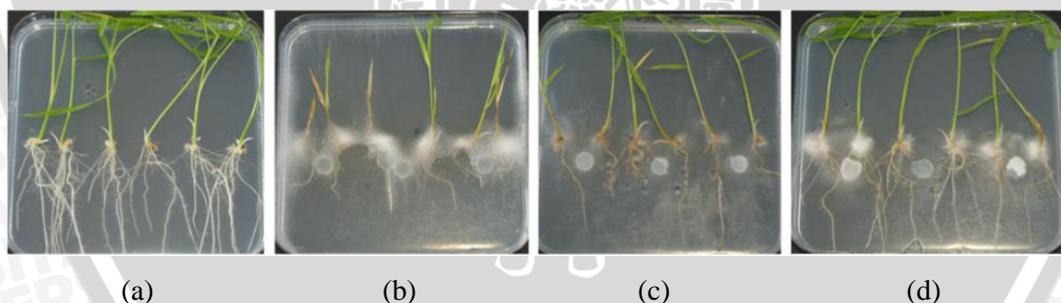
Fase pre emergence *damping off*, yaitu gejala yang timbul dari biji yang belum tumbuh sedangkan fase post emergence *damping off* adalah gejala yang terlihat pada kecambah yang terserang pada bagian batang. Batang tanaman diatas permukaan tipis dan kulit batang menghitam, biasanya batang membusuk (Soesanto, 2013). Gejala tersebut menimbulkan kecambah perlahan tidak dapat menyerap nutrisi dan timbul warna kuning pada daun atau klorosis. Jaringan tanaman menjadi basah berair dan lembek, dan benih diatas layu jatuh (Laemmlen, 2011).



Gambar 5. Bentuk Akar Tebu (a) Sistem Akar Tebu dipengaruhi oleh *Pythium* Menunjukkan Kerusakan akibat Akar dari Infeksi dan Pengurangan Jumlah Tunas (kiri) dan Sistem Akar Sehat (kanan), (b) Individu Akar Menunjukkan Membusuk dari Ujung Akar Primer dan Akar Lateral dan (c) Busuk Ujung Akar, Tip Lembek dengan Coklat Merah (Rott, Bailey, Comstock, Croft dan Saumtally, 2000)

2.4.2 Morfologi

Pythium sp adalah cendawan tular tanah penyebab penyakit pada benih berbagai jenis tanaman (Octriana, 2011). Patogen dapat hidup dan bertahan lama didalam tanah (*soil borne*). Jamur akan membentuk miselium, yang menyebar jika pada media agar. Menurut Soesanto (2013), hifanya lurus berkelok-kelok, tidak banyak percabangan kecuali dibagian ujung, berdiameter sampai 8,5 μm , membentuk banyak apresorium berbentuk gada atau bak-tombol, sering dalam kelompok percabangan.



Gambar 6. Gejala Penyakit pada Bibit Padi 10 hari setelah Inokulasi *Pythium* (a) Control, (b) *P. arrhenomanes*, (c) *P. graminicola* dan (d) *P. inflatum* (Buyten dan Hofte, 2013)

2.4.3 Kondisi Lingkungan

Perkembangan penyakit ini dipengaruhi oleh iklim, khususnya dingin yang akan mempengaruhi infeksi kepada inang. Spesies *Pythium* juga cenderung paling aktif selama bulan-bulan musim semi ketika suhu tanah masih dingin dan kelembaban tanah berlimpah (Laemmlen, 2011). Suhu

optimum untuk pertumbuhan miselium *Pythium* adalah sekitar 30° C, pengurangan karena busuk akar pada suhu ini hanya sekitar sepertiga sampai setengah banyak pada suhu 18° sampai 20° C, yang sangat tidak menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Kehilangan hasil oleh *Pythium* akan lebih parah dengan kondisi tersebut, selain itu kondisi tanaman yang di tanam di lahan sama secara berturut-turut ikut mempercepat infeksi. Jamur dapat menginfeksi akar sampai kedalaman 17 cm dibawah permukaan tanah (Soesanto, 2013).

2.4.4 Pengaruh Terhadap Penampilan Tanaman

Pertumbuhan koloni *Pythium* menimbulkan berbagai macam pengaruh terhadap tanaman diketahui bahwa lingkungan lembab tersebut akan mempengaruhi laju infeksi *Pythium* terhadap tanaman sehingga terjadi penurunan pertumbuhan. Penyakit tersebut sudah muncul sejak di persemaian atau pada fase perkecambahan.

1. Jumlah benih

Tanaman yang terserang oleh penyakit tersebut rata-rata mengalami penurunan dalam kemampuan berkecambah. Ketika tanaman terkena infeksi kemungkinan bagian organ membusuk dan berlendir. Infeksi akan menyebar dengan cepat dan menginfeksi seluruh bibit dan menyebabkan mati, yang dikenal dengan penyakit rebah kecambah sebelum muncul ke permukaan (Soesanto, 2013). *Pythium* menginfeksi jaringan tanaman muda pre dan post emergence *damping off* menurunkan vigor dan pertumbuhan hidup tanaman (Buyten dan Hofte, 2013).

2. Warna dan bentuk

Bagian tanaman yang terinfeksi mengalami perubahan warna khususnya bagian daun yang segera menjadi lemah. Pada tanaman tua, noda bulat berwarna coklat tua yang dikelilingi oleh halo berwarna kuning redup nampak pada daun terinfeksi (Soesanto, 2013). Noda akan membentuk daun yang kering pada tepi daun. Lama kelamaan batang berubah menjadi putih kotor dan berkerut yang akhirnya kecambah tersebut akan roboh (Yudiarti, 2010).

3. Penurunan panjang tanaman

Penurunan nyata menimbulkan akar tanaman busuk sehingga tanaman kehilangan nutrisi untuk masa pertumbuhan. Menurut Buyten dan Hofte (2013), selain itu panjang akar primer secara signifikan berkurang 63 % dibandingkan dengan kontrol tanpa inokulasi ($P \leq 0,05$). Beberapa koloni jamur mengakibatkan penurunan panjang tajuk dan akar, diketahui beberapa spesies yang ditemukan membawa dampak penurunan tinggi. Tambahan lagi pertumbuhan tajuk menurun 36 %, dimana signifikan kehilangan ($P \leq 0,05$) menggunakan dari lebih isolat virulen (Buyten dan Hofte, 2013).

2.4.5 Kelembaban Tanah

Penyakit rebah semai (*damping off*) yang disebabkan oleh jamur *Pythium* sp juga ditemukan saat persemaian akibat kelembaban yang cukup tinggi (77 %) (Ramadhani, 2013). Kelembaban tanah yang tinggi seringkali dapat meningkatkan serangan penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh *Pythium* sp. Kelembaban tanah yang tinggi menyebabkan penambahan eksudat yang keluar dari tanaman inang, sehingga pori-pori tanah terisi air dalam jumlah yang sesuai untuk penyebaran zoospora. Zoospora yang mencapai kista bentuk permukaan akar tanaman yang kemudian berkecambah, menginfeksi dan menyerang akar tanaman (Laemmlen, 2011).

2.5 Ketahanan Penyakit

2.5.1 Ketahanan Genetik Tanaman Terhadap Penyakit

Ketahanan genetik terhadap penyakit dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Ketahanan Horizontal

Tanaman memiliki sifat ketahanan namun tidak spesifik terhadap penyakit. Dalam banyak kasus, salah satu gen ini saja mungkin agak tidak efektif terhadap patogen dan mungkin memainkan peran kecil dalam total perlawanan horizontal (ketahanan gen minor) (Agrios, 2005). Ciri khusus dari sifat ketahanan horizontal, yaitu biasanya memiliki tingkat ketahanan yang lebih rendah dibandingkan dengan tipe ketahanan vertikal dan jarang didapat immunitas, diwariskan secara poligenik dan dikendalikan oleh beberapa atau banyak gen, pengaruhnya terlihat dari penurunan laju perkembangan epidemi (Sulistyowati, 2015).

2. Ketahanan Vertikal

Suatu varietas tahan dengan beberapa penyakit yang lainnya. Ketahanan tersebut kadang-kadang disebut kuat, besar, ras spesifik, kualitatif, atau resistensi diferensial, tapi itu lebih umum dahulu disebut sebagai ketahanan vertikal (Agrios, 2005). Secara umum sifat ketahanan vertikal memiliki sifat ketahanan vertikal memiliki ciri-ciri sebagai berikut: biasanya diwariskan oleh gen tunggal atau hanya sejumlah kecil gen, relatif mudah diidentifikasi dan banyak dipakai dalam program perbaikan ketahanan genetik, menghasilkan ketahanan genetik tinggi (Sulistyowati, 2015).

2.5.2 Mekanisme Ketahanan

Mekanisme ketahanan terhadap penyakit dibagi menjadi tiga, yaitu:

1. Antixenosis

Antixenosis dapat dikelompokkan menjadi penolakan kimiawi atau *antixenosis* kimiawi dan penolakan morfologi atau *antixenosis morfologik* (Sulistyowati, 2015). Tanaman yang memperlihatkan ketahanan dengan sifat antixenosis mampu mengurangi jumlah kolonisasi pada satu musim, demikian juga ukuran populasi dapat direduksi pada tiap-tiap generasi dibanding tanaman yang rentan (Anonymous, 2014).

2. Antibiosis

Antibiosis adalah semua pengaruh fisiologis pada serangga yang merugikan yang bersifat sementara atau yang tetap akibat dari serangga yang makan dan mencerna jaringan atau cairan tanaman tertentu (Sulistyowati, 2015). Pengaruh antibiotik dapat menghasilkan pengurangan berat serangga, mengurangi proses metabolisme, meningkatkan kegelisahan (*restlessness*), banyaknya larva atau serangga pra dewasa yang mati (Anonymous, 2014).

3. Toleran

Toleran adalah sifat genetik dari tanaman yang dapat melindungi diri dari tanaman yang dapat melindungi diri dari serangan populasi serangga, sehingga tidak ada kehilangan hasil secara ekonomi atau hasil yang dicapai mampu memberikan kualitas yang baik (Sulistyowati, 2015). Varietas

toleran tidak berpengaruh terhadap laju peningkatan populasi hama target, tetapi dapat meningkatkan ambang ekonomi yaitu bila ambang ekonomi suatu varietas tanaman ditentukan sebagai A ekor serangga per rumpun, maka ambang ekonomi pada varietas toleran adalah $(A + x)$ ekor serangga per rumpun (Anonymous, 2014).

2.6 Pemuliaan Tebu

Karakterisasi untuk menandai ciri-ciri morfologi yang diperlukan untuk memfasilitasi pemanfaatan plasma nutfah oleh pemulia (Upadhyaya, Gowda dan Sastry, 2008). Proses seleksi kecambah klon tebu unggul diawali dengan karakterisasi. Selanjutnya, membandingkan berbagai karakter yang ada pada plasma nutfah untuk mendapatkan klon potensial yang dikembangkan lebih lanjut dalam program pemuliaan. Metode seleksi merupakan proses efektif untuk memperoleh sifat-sifat yang dianggap penting dan tingkat keberhasilan tinggi.

Tujuan tersebut untuk mendapatkan klon tahan penyakit rebah kecambah pada fase persemaian. Mencapai tujuan seleksi harus diketahui hubungan antar karakter morfologi sehingga seleksi terhadap satu karakter atau lebih dapat dilakukan. Lingkungan yang seragam untuk mengetahui klon tahan penyakit rebah kecambah dengan menciptakan kelembaban sama, untuk memperoleh klon tahan. Selain itu, menguntungkan untuk mengatasi adanya interaksi genetik dengan lingkungan untuk memudahkan penilaian kecambah klon tebu yang tercermin dari perbedaan fenotipe klon tebu.

Penggunaan varietas unggul mempunyai peranan penting dalam upaya peningkatan produktivitas tebu (Kiswanto dan Wijayanto, 2014). Pemilihan didasarkan varietas yang memiliki beberapa sifat seperti produksi gula yang tinggi dan tahan penyakit. Menurut (Indrawanto *et al.*, 2010), varietas tebu berdasarkan masa kemasakannya dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu:

1. Varietas genjah (masak awal), mencapai masak optimal + 8-10 bulan.
2. Varietas sedang (masak tengahan), mencapai masak optimal pada umur + 10-12 bulan.
3. Varietas dalam (masak lambat), mencapai masak optimal pada umur lebih dari 12 bulan.