2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Budidaya Tanaman Tebu

2.1.1 Syarat Tumbuh

Tanaman tebu adalah tanaman yang tumbuh di daerah tropika dan subtropis. Tanaman tebu menghendaki kondisi tanah yang tidak terlalu kering dan terlalu basah. Menurut Indrawanto, dkk. (2010) syarat tumbuh untuk tanaman tebu adalah:

1. Drainase dengan kedalaman sekitar 1 meter memberikan peluang akar tanaman menyerap air dan unsur hara pada lapisan yang lebih dalam sehingga pertumbuhan tanaman pada musim kemarau tidak terganggu. Drainase yang baik dan dalam juga dapat manyalurkan kelebihan air di musim penghujan sehingga tidak terjadi genangan air yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman karena berkurangnya oksigen dalam tanah.
2. Jenis tanah yang baik untuk budidaya tanaman tebu adalah jenis tanah alluvial, grumosol, latosol dan regusol dengan dengan kondisi pH 6-7,5 dan ketinggian antara 0-1.400 m di atas permukaan laut. Akan tetapi lahan yang paling sesuai adalah kurang dari 500 m di atas permukaan laut. Sedangkan pada ketinggian > 1.200 m di atas permukaan laut pertumbuhan tanaman relative lebih lambat. Kemiringan lahan sebaiknya kurang dari 8%, meskipun pada kemiringan sampai 10% dapat juga digunakan untuk areal yang dilokalisir. Kondisi lahan terbaik untuk tebu adalah berlereng panjang, rata dan melandai sampai 2% apabila tanahnya ringan dan sampai 5% apabila tanahnya lebih berat.
3. Curah hujan yang optimal untuk budidaya tanaman tebu berkisar antara 1.000-1.300 mm per tahun dengan sekurang-kurangnya 3 bulan kering. Distribusi curah hujan yang ideal untuk pertanaman tebu adalah pada periode pertumbuhan vegetatif diperlukan curah hujan yang tinggi (200 mm per bulan) selama 5-6 bulan. Periode selanjutnya selama 2 bulan dengan curah hujan 125 mm dan 4–5 bulan dengan curah hujan kurang dari 75 mm per bulan yang merupakan periode kering. Periode ini merupakan periode pertumbuhan generatif dan pemasakan tebu.

4. Suhu mempunyai pengaruh penting terhadap pertumbuhan dan pembentukan sukrosa pada tebu. Suhu ideal bagi tanaman tebu berkisar antara 24ºC–34ºC dengan perbedaan suhu antara siang dan malam tidak lebih dari 10ºC, dimana pembentukan sukrosa terjadi pada siang hari dan akan berjalan lebih optimal pada suhu 30ºC. Sukrosa yang terbentuk akan ditimbun/disimpan pada batang dimulai dari ruas paling bawah pada malam hari. Proses penyimpanan sukrosa ini paling efektif dan optimal pada suhu 15ºC.
5. Penyinaran yang diperlukan tanaman tebu berkisar antara 12-14 jam setiap harinya. Proses asimilasi akan terjadi secara optimal, apabila daun tanaman memperoleh radiasi penyinaran matahari secara penuh sehingga cuaca yang berawan pada siang hari akan mempengaruhi intensitas penyinaran dan berakibat pada menurunnya proses fotosintesis sehingga pertumbuhan terhambat.
6. Kecepatan angin sangat berperan dalam mengatur keseimbangan kelembaban udara dan kadar CO_2 di sekitar tajuk yang mempengaruhi proses fotosintesa. Angin dengan kecepatan kurang dari 10 km/jam di siang hari berdampak positif bagi pertumbuhan tebu, sedangkan angin dengan kecepatan melebihi 10 km/jam akan mengganggu pertumbuhan tanaman tebu bahkan tanaman tebu dapat patah dan roboh.

2.1.2 Varietas Unggul

Varietas tebu berdasarkan masa kemasakannya dapat dibedakan menjadi tiga（Indrawanto, dkk., 2010, yaitu:

1. Varietas Genjah (masak awal), mencapai masak optimal antara 8-10 bulan.
2. Varietas Sedang (masak tengah), mencapai masak optimal pada umur + 10-12 bulan.
3. Varietas Dalam (masak lambat), mencapai masak optimal pada umur lebih dari 12 bulan.

Pemerintah telah melepas beberapa varietas unggul (Tabel 1) yang memiliki kriteria diantaranya adalah memliki potensi produksi gula yang tinggi melalui bobot tebu dan rendemen yang tinggi, memiliki produktivitas yang stabil dan mantap, memiliki ketahanan yang tinggi untuk keprasan dan kekeringan, serta tahan terhadap hama dan penyakit.

Tabel 1. Varietas Unggul Tanaman Tebu yang Telah Dilepas oleh Pemerintah

Varietas	Sifat Masak	Produksi				SK. Menteri Pertanian
		Lahan Sawah		Lahan Tegalan		
		Tebu (ku/ha)	Rend (%)	Tebu (ku/ha)	Rend (%)	
PS 865	Awal-tengah			804 ± 112	9,38 ± 1,41	342/Kpts/SR. 120/3/2008
Kdg Kencana	Tengah-lambat	1.125 ± 325	10,99 ± 1,65	992 ± 238	9,51 ± 0,88	334/Kpts/SR. 120/3/2008
PS 864	Tengah-lambat	1.221 ± 228	8,34 ± 0,60	888 ± 230	9,19 ± 0,64	56/Kpts/SR.1 20/1/2004
PS 891	Tengah-lambat	1.106 ± 271	9,33 ± 1,19	844 ± 329	10,19 ± 1,35	55/Kpts/SR.1 20/1/2004
PSBM 901	Awal-tengah			704 ± 162	9,93 ± 1,02	54/Kpts/SR.1 20/1/2004
PS 921	Tengah	1.391 ± 101	8,53 ± 1,19			53/Kpts/SR.1 20/1/2004
PS 951	Lambat	1.461 ± 304	9,87 ± 0,86			52/Kpts/SR.1 20/1/2004

Sumber: (Indrawanto, 2010)

2.2 Kebijaksanaan pengendalian OPT

Berdasarkan UU No. 12 Tahun 1992 menyatakan bahwa pengendalian organisme penggangu tumbuhan (OPT) dilaksanakan berdasarkan prinsip pengendalian hama terpadu (PHT) yang meliputi:

1. Budidaya tanaman sehat
2. Pengamatan mingguan
3. Pemanfaatan musuh alami
4. Petani ahli dalam PHT (Anonymous, 1997)

Pemanfaatan musuh alami yang merupakan bagian dari PHT meliputi pemanfaatan antagonis untuk pengendalian beberapa penyakit pada berbagai tanaman (Anonymous, 1997).

2.3 Jamur Antagonis

Antagonis adalah peristiwa yang menyebabkan tertekannya aktivitas suatu mikroorganisme jika dua mikroorganisme atau lebih berada pada tempat yang berdekatan (Tuju 2004). Mikroorganisme yang bersifat antagonis ini memiliki pertumbuhan yang cepat sehingga dapat menutupi mikroorganisme yang berdekatan dengannya. Mikroorganisme antagonis dalam pengendalian hayati terhadap patogen tanaman banyak jenisnya termasuk di dalamnya bakteri, jamur, virus tanaman tingkat tinggi dan predator mikrofauna seperti protozoa, nematoda, collembola dan tungau (Baker and Cook, 1974).

2.3.1 Peranan Jamur Antagonis

Menurut Sastrahidayat (2011) penggunaan jamur yang berperan sebagai antagonis terhadap patogen dapat menurunkan perkembangan penyakit pada tanaman. Pemanfaatan jamur antagonis untuk pengendalian penyakit tumbuhan dan untuk meningkatkan produksi tanaman merupakan bagian terpadu dari pertanian yang berkelanjutan.

Jamur antagonis dianggap mampu berkompetisi dengan jamur patogen, Hawker (1950), menyatakan bahwa adanya kompetisi ruang dan makanan pada kedua jamur yang saling berinteraksi menyebabkan pertumbuhan salah satu jamur terdesak di sepanjang tepi koloninya, sehingga pertumbuhannya akan ke atas tidak menyamping. Jamur yang diisolasi dari dalam tanah supresif memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan sebagai agensia hayati. Pemanfaatan *Trichoderma sp.* seperti *T. virens* (*Gliocladium virens*), *T. harzianum* dan *T. viride* sebagai agensia hayati telah banyak digunakan bahkan telah dijual dalam bentuk produk komersial untuk mengendalikan penyakit rebah kecambah dan penyakit akar yang disebabkan oleh *Fusarium*, *Rhizoctonia* dan *Pythium spp.* Pengendalian patogen dengan mikroba antagonis dapat dihasilkan dari satu atau lebih mekanisme antagonistik tergantung atas jenis mikroba antagonis.

Jamur antagonis memiliki pengaruh langsung terhadap patogen termasuk kompetisi untuk kolonisasi pada tempat infeksi, kompetisi karbon dan sumber nitrogen, kompetisi besi melalui produksi senyawa pengikatan besi (*iron-chelating compounds*) atau siderofor, senyawa antimikroba seperti antibiotik dan HCN, degradasi faktor perkecambahan patogen atau faktor patogenisitas dan parasitisme. Selain itu jamur antagonis memiliki pengaruh secara tidak langsung terhadap tanaman yang meliputi perbaikan hara tanaman dan kompensasi kerusakan, perubahan dalam anatomi sistem akar, perubahan mikroba dalam rhizosfer dan aktivasi mekanisme ketahanan tanaman (Sudarma, 2011).

2.3.2 Mekanisme Penghambatan oleh Jamur Antagonis

Pengendalian patogen dengan mikroba antagonis dapat dihasilkan dari satu atau lebih mekanisme antagonistik tergantung atas jenis mikroba antagonis. (Barea et al.,2005). Menurut Benitez (2004) jamur antagonis memiliki beberapa mekanisme dalam menghambat jamur patogen, antara lain:

1. Kompetisi
   a. Fungistasis

      Antagonis yang baik biasanya mampu mengatasi efek fungistatik tanah yang dihasilkan dari adanya metabolit yang dihasilkan oleh spesies lain, termasuk tanaman, dan bertahan hidup dalam kondisi kompetitif yang sangat ekstrim.

   b. Perebutan nutrisi

      Kelaparan adalah penyebab paling umum kematian bagi mikroorganisme, sehingga persaingan untuk membatasi hasil nutrisi dalam kontrol biologis patogen jamur. Sebagai contoh, pada kebanyakan jamur berfilamen, penyerapan zat besi sangat penting untuk kelangsungan hidup, dan di bawah kekurangan zat besi, kebanyakan jamur mengeluarkan beberapa molekul untuk menyeimbangkan lingkungan. Selanjutnya, zat besi akan pulih melalui mekanisme penyerapan tertentu.

2. Antibiosis

Antibiosis terjadi selama interaksi yang melibatkan senyawa antibiotik yang dihasilkan oleh jamur yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme lainnya. Beberapa jamur menghasilkan metabolit senyawa volatile dan non-volatile yang menghambat kolonisasi oleh mikroorganisme yang diantagonis. Dalam beberapa kasus, produksi antibiotik berkorelasi dengan ,kemampuan biokontrol.

Diketahui bahwa beberapa spesies dari genus Trichoderma mampu menghasilkan metabolit gliotoksin dan viridin sebagai antibiotik dan beberapa spesies juga diketahui dapat mengeluarkan enzim b1,3-glukanase dan kitinase yang menyebabkan eksolisis pada hifa inangnya.

3. Mycoparasitisme

Mycoparasitisme adalah serangan langsung oleh satu jamur ke jamur yang lain. Proses ini sangat kompleks dan melibatkan beberapa kejadian berurutan dimulai dari pengenalan, serangan dan penetrasi berikutnya dan pembunuhan inang. Namun proses yang terpenting yaitu kemampuan mikoparasit dan persaingannya yang kuat dengan patogen (Chet, 1987).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan menyatakan *Trichoderma spp.* memiliki peran antagonisme terhadap beberapa patogen tular tanah yang berperan sebagai mikoparasit terhadap tanaman inang. Chet (1987) berpendapat bahwa bahwa mikoparasitisme dari *Trichoderma sp*. merupakan suatu proses yang kompleks dan terdiri dari beberapa tahap dalam menyerang inangnya. Interaksi awal dari *Trichoderma sp*. yaitu dengan cara hifa membelok ke arah jamur inang yang diserangnya. Ketika mikoparasit itu mencapai inangnya, hifa kemudian membelit atau menghimpit hifa inang tersebut dengan membentuk struktur seperti kait (*hook-like structure*), mikoparasit ini juka terkadang mempenetrasi miselium inang dengan mendegradasi sebagian dinding sel inang.

2.4 Klasifikasi *Trichoderma sp.*

Kerajaan : Fungi, divisi : Ascomycota, kelas : Ascomycetes, ordo : Hypocreales, family: Hypocreaceae, genus : Trichoderma (Anonymous,1999).

2.4.1 Morfologi *Trichoderma sp.*

Trichoderma merupakan jamur imperfekti (tak sempurna) yang memiliki ciri berupa konidiofor tegak, bercabang banyak, agak berbentuk kerucut, dapat membentuk klamidospora, pada umumnya koloni dalam biakan tumbuh dengan cepat, berwarna putih sampai hijau (Cook and Baker, 1983). Bentuk sempurna dari jamur ini secara umum dikenal sebagai Hipocreales atau kadang-kadang Eurotiales, Clacipitales dan Spheriales. Spesies dalam satu kelompok yang sama dari genus Trichoderma dapat menunjukkan spesies yang berbeda pada Hypocrea sebagai anamorf. Hal ini karena terdapat banyak perbedaan bentuk seksual dari Trichoderma, sebagai contoh misalnya pada *T. harzianum* dapat menunjukkan enam perbedaan bentuk seksual yang masing-masing bentuk ini menunjukkan anamorf yang berbeda (Chet, 1987).

Cook dan Baker (1983) mengemukakan terdapat 5 jenis jamur *Trichoderma* yang telah dikenal sebagai agensia hayati terhadap patogen tanaman. Kelima jenis Trichoderma tersebut meliputi *T. viridae, T. hamatum, T. harzianum, T. polysporum* dan *T. koningii*. Jenis jamur ini terdapat dalam tanah dengan jumlah yang cukup banyak dan efisien sebagai mikroorganisme parasit dalam tanah.

2.4.2 Ekologi Jamur *Trichoderma sp.*

Jamur *Trichoderma spp.* sering terdapat pada bahan organik yang telah terdekomposisi dengan baik dan bersifat kosmopolit. Jamur ini juga dapat ditemukan pada permukaan akar berbagai macam tumbuhan, kulit kayu yang membusuk terutama membusuk karena terserang oleh jamur dan pada sklerotia atau propagul lain dari jamur lain (Papavizazs,1985).

Jamur *Trichoderma sp.* dapat hidup pada berbagai macam kondisi lingkungan. Dua jenis Trichoderma yang dapat beradaptasi pada kondisi kelembaban tanah yang sangat tinggi adalah *T. hamatum dan T. pseudokoningii*.

Sementara itu, *T. viridae* dan *T. polysporum* terbatas pada daerah yang mempunyai suhu rendah, *T. harzianum* sangat umum ditemukan pada daerah beriklim panas, sedangkan *T. hamatum* dan *T. koningii* tersebar secara luas pada kondisi iklim yang bermacam-macam (Danielson dan Davey, 1973 dalam Papavizas, 1985). Meskipun demikian, kondisi kering di dalam tanah yang terjadi pada waktu yang lama dapat mengakibatkan populasi jamur *Trichoderma sp.* menurun (Rifa'I, 1969).

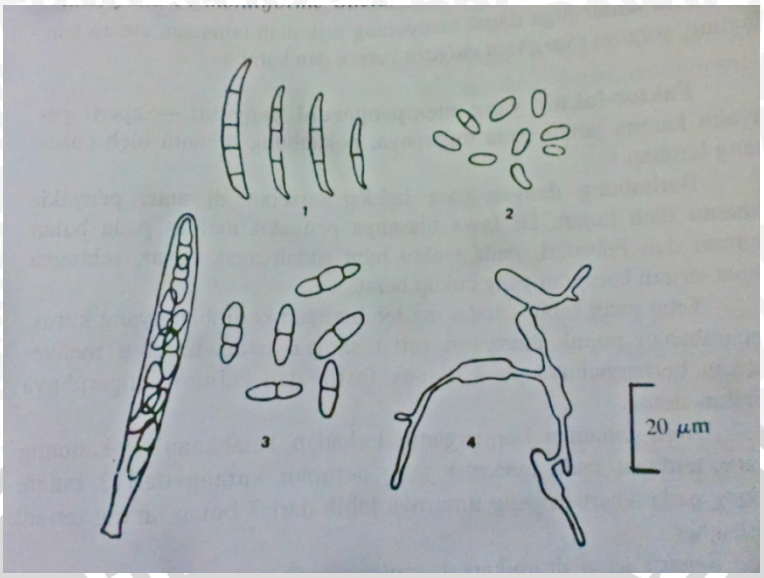
2.5 Klasifikasi *Fusarium moniliformae*

Kerajaan : Fungi, divisi : Eumycota, subdivisi: Deuteromycotina, kelas: Deuteromycetes, ordo: Moniliales, family: Tuberculariaceae, genus: Fusarium, spesies: *Fusarium moniliformae* (Agrios,1997).

2.5.1 Morfologi *F. moniliformae*

Morfologi dari makrokonidia *F. moniliformae* dinilai memiliki kesamaan karakteristik dasar pada kebanyakan spesies Fusarium lainnya (Nelson, 1991). Jamur *F. moniliformae* mempunyai makrokonidia yang berbentuk seperti sabit dan mempunyai 3-7 sekat berukuran 25-60 x 2,5-4 µm. Mikrokonidia dari jamur ini bersel 1, berbentuk kumparan atau jorong dengan ukuran 14-18 x 4,5-6 µm. Dalam biakan murni jamur yang masih muda mempunyai miselium hialin, sedangkan jamur yang tua berwarna kecoklatan (Semangun, 1988). *F. moniliformae* adalah bentuk anamorf dari *Giberella fujikuroi*.

Makrokonidia dan mikrokonidia *F. moniliformae* sangat spesifik menurut Sherbakoff dalam Limber (1927) menyatakan bahwa makrokonidia berdinding tipis dan sebagian besar memiliki 3 septa. Selain itu juga disebutkan bahwa pada makrokonidia tidak ada klamidiospora dan memiliki substratum yang bervariasi dari tidak berwarna hingga berwarna ungu. Sementara itu mikrokonidia dari jamur ini berantai, bersel 1, berbentuk kumparan atau jorong (Semangun,1988).



Gambar 1. Mikroskopis *F. moniliformae*. 1. Makrokonidia; 2. Mikrokonidia; 3. Askus dan askospora; 4. Mikrokonidium yang berkecambah dan mengadakan anastomosis Sumber: (Semangun, 1988)

2.5.2 Ekologi *Fusarium moniliformae*

F. moniliformae sering ditemukan berasosiasi pada jaringan tanaman dan tanah. Jamur ini lebih umum tumbuh pada kondisi lingkungan hangat daripada daerah yang dingin (Joffe,*et al*., 1973). Dalam media kultur terlihat pertumbuhan jamur *F. moniliformae* terjadi pada suhu 12°C hingga 18°C, kemudian meningkat lebih optimum secara bertahap dari suhu 26°C hingga 33°C, setelah itu menurun tajam pada setiap temperatur yang lebih tinggi. Ada sedikit pertumbuhan pada suhu 37°C. Henry dalam Limber (1927) memberikan kisaran suhu sebagai berikut yaitu sedikit pada 5°-7°C, optimum pada 30°C, dan sedikit pada 36°-36,5°C.

Menurut Limber (1927), *F. moniliformae* adalah parasit yang aktif yang mampu menyebabkan akar dan batang membusuk di lapangan, tetapi tidak melukai perkecambahan kecuali pada infeksi yang sangat parah. Pada saat tidak ada tebu jamur ini dapat mempertahankan diri di dalam tanah dengan hidup sebagai saprofit. Selain itu jamur ini juga dapat menyerang sejumlah tanaman, antara lain jagung, cantel dan bambu.

2.6 Gejala Serangan Penyakit Pokahbung

Gejala paling jelas dari penyakit pokahbung adalah terjadinya malformasi yang khas pada tunas ujung tebu. Gejala ini juga yang menjadi alasan dibalik pemberian nama penyakit ini yang dalam Bahasa Jawa *pokkah* yang berarti malformasi atau perubahan bentuk dan *bung* adalah tunas (Semangun, 1988). Gejala awal dari penyakit pokahbung adalah daun muda yang menunjukkan gejala klorosis pada pangkalnya dan terpotong pada beberapa bagian. Gejala klorosis paling nyata ditunjukkan pada permukaan daun bagian bawah yang diduga di bagian inilah keberadaan miselium yang berwarna putih. Gejala nekrosis dapat berkembang pada pelepah dan tulang daun dengan pola seperti tangga.

Selain itu gejala berupa warna gelap, garis kemerahan dan nekrosis dapat terbentuk di dalam batang atau kulit dengan ukuran sekitar seperempat bagian dari batang tebu. Bolle (1935) dalam Semangun (1988) membagi gejala pokahbung dalam tiga tingkatan (Gambar 2), yaitu:

1. Pb1, pada tingkatan ini gejala hanya terdapat pada daun. Helaian daun muda menunjukkan gejala klorosis yang pada serangan tingkat lanjut menimbulkan titik-titik atau garis-garis kemerahan. Apabila serangan meluas hingga ke dalam, maka daun-daun yang belum membuka akan terserang, rusak dan tidak dapat membuka dengan sempurna.

2. Pb2, pada tingkatan ini jamur menyerang ujung batang yang masih muda tetapi belum sampai menyebabkan pembusukan. Gejala yang tampak berupa garis merah kecoklatan yang dapat meluas menjadi rongga yang dalam. Rongga-rongga ini mempunyai sekat melintang yang memiliki pola seperti tangga, sehingga apabila ujung batang terus tumbuh akan terjadi hambatan berupa membengkoknya batang pada bagian yang berongga tersebut.

3. Pb3, pada tingkatan ini jamur menyerang titik tumbuh dari tanaman tebu dan berujung pada pembusukan. Busuknya tunas sering disertai dengan bau tidak sedap. Pada stadium ini dapat menyebabkan kematian pada tanaman tebu.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Gambar 2. Gejala pokahbung; Kiri: pb 1, klorosis pada pangkal daun yang sering disertai dengan penyempitan; Tengah: pb2, terjadi kerusakan pada pucuk; Kanan: pb3, pucuk mati, sering dengan gejala yang mirip "tangga". Sumber: (Handojo, 1982)

2.7 Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Penyakit Pokahbung

Penyebaran dari patogen penyebab pokahbung dilakukan oleh angin yang menyebarkan konidia dan mendarat pada permukaan tanaman yang lain. Selain itu penyebaran melalui alat pemotong yang mengakibatkan luka pada tanaman juga dimungkinkan terjadi tetapi tidak sampai menimbulkan kerugian.

Menurut Semangun (1988), faktor yang mempengaruhi terjadinya penyakit pokahbung sama seperti pada jamur pada umumnya, diantaranya adalah:

1. Cuaca, patogen penyebab penyakit pokahbung menyukai kondisi lingkungan yang lembab, sehingga dapat dikatakan bahwa kondisi cuaca di musim penghujan turut membantu dalam penyebaran patogen penyebab penyakit pokahbung tersebut.

2. Umur tanaman, hal ini berpengaruh kepada ketahanan terhadap serangan penyakit pokahbung. Fakta menunjukkan penyakit pokahbung jarang ditemukan pada tanaman yang berumur kurang dari 2 bulan.

3. Unsur hara, tanaman tebu yang subur cenderung lebih rentan terhadap serangan pokahbung dibandingkan dengan yang kurus. Penambahan pupuk ammonium sulfat secara berlebihan dapat memperparah intensitas serangan pada tingkatan pb3.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA