

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Semangka

Menurut Sharma (1993) tanaman semangka sebagai berikut Kingdom Plantae, Divisi Spermatophyta, Subdivisi Angiospermae, Kelas Dicotyledonae, Ordo Cucurbitales, Famili Cucurbitaceae, Genus Citrullus, dan Spesies *Citrullus vulgaris* Schard.

Tanaman semangka termasuk jenis tanaman menjalar atau merambat dengan perantaraan alat pemegang berbentuk pilin, dan hidupnya semusim. Sistem perakarannya menyebar ke samping dan dangkal. Batang tanaman semangka bersegi dan berambut. Panjang batang antara 1,5–5,0 meter dan sulurnya bercabang menjalar di permukaan tanah atau dirambatkan pada turus dari bilah bambu (Rukmana, 2006).

Batang semangka berbentuk bulat lunak, berambut dan sedikit berkayu. Batang ini merambat panjangnya sampai 3,5-5,6 meter. Cabang-cabang lateral mirip dengan cabang utama (Kalie, 2001). Diantara ruas cabang dan daun terdapat sulur-sulur sebagai ciri khas dari family Cucurbitaceae. Sulur-sulur ini berguna sebagai alat pembelit atau pemanjat apabila tanaman semangka ini dibudidayakan dengan system turus (Peirce, 1987). Helaian daun bercangkup menyirip kecil-kecil, permukaannya berbulu, bentuknya mirip jantung dibagian pangkalnya, ujungnya meruncing, tepinya bergelombang dan berwarna hijau tua. Letak daun berseberangan satu sama lain dan tersusun dalam tangkai berukuran relatif panjang (Rukmana, 2006).

Bunga semangka ada 3 macam, yaitu bunga jantan, bunga betina dan bunga hemaprodit yang tumbuh secara sendiri-sendiri pada ketiak daun. Bunga betina tersebut tumbuh ditiap ruas batang. Mahkota bunganya bersatu dalam satu tabung sebagaimana bunga timun sejumlah 5. Kepala putiknya berjumlah 3 dikelilingi oleh 3 kepala sari. Nektar diproduksi didaerah bagian bawah korola. Bunga semangka terbuka pada pagi hari 1-2 sesudah matahari terbit. Bunga jantan maupun bunga betinanya membuka dalam waktu yang hamper bersamaan. Kepala sarinya mulai matang ketika korola masih sedang berkembang. Namun tepung sari masih menempel pada kepala sari (Ashari, 1995).

Semangka tersedia dalam bentuk, warna, dan bermacam-macam ukuran. Bentuknya bervariasi dari bulat hingga lonjong, dengan warna-warna yang berlaku mulai dari hijau muda hingga kehitaman. Warna kulit buah dapat mulus, bergaris-garis atau berbercak-bercak. Warna daging buah ada yang kuning, merah jambu, merah cerah ataupun merah tua. Dan terdapat pula semangka berbiji maupun semangka tanpa biji (Gordon, 2007).

2.2. Penyakit Embun Bulu

Menurut Hansen (2000), penyakit embun bulu ini disebabkan oleh jamur *Pseudoperonospora cubensis* disebut juga downy mildew. Penyakit embun bulu menyebabkan kerusakan yang lebih besar pada famili Cucurbitaceae dibanding dengan penyakit lain di Virginia, terutama selama periode dingin dan cuaca lembab.

Pada ketimun, labu air, labu siam, dan gambas sering timbul busuk daun (downy mildew), yang sering juga disebut sebagai “embun bulu”. Dapat dikatakan bahwa penyakit ini merupakan penyakit terpenting pada labu-labuan dan dapat timbul pada macam-macam anggota dari famili Cucurbitaceae ini (Semangun, 2000).

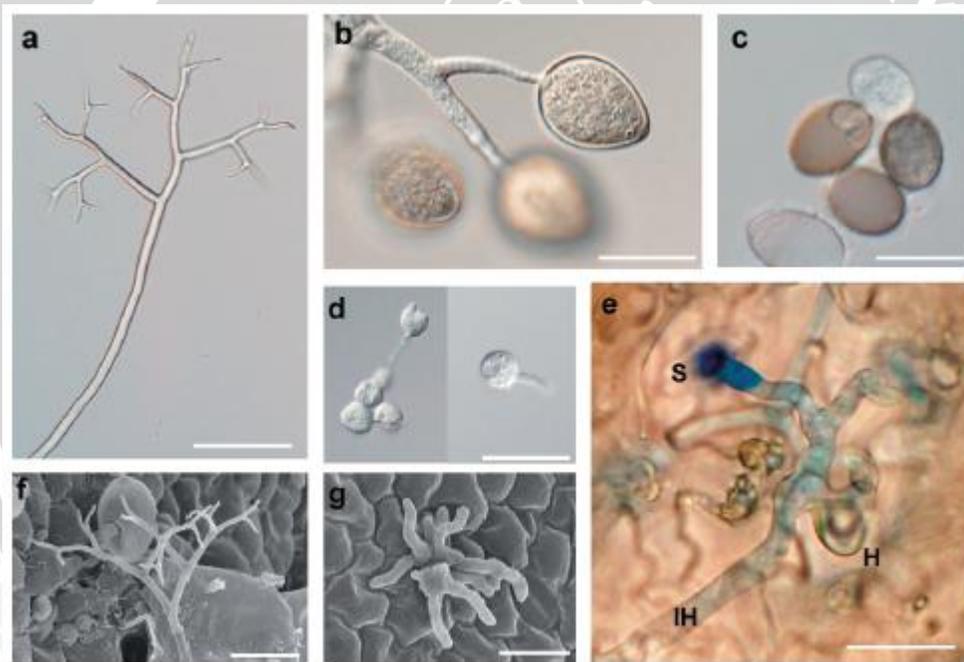
2.3. Klasifikasi dan Deskripsi *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. Et Curt) Rostow

Menurut Alexopoulos dan Mims (1979) *P. cubensis* diklasifikasikan ke dalam Divisi Mycota, Sub Divisi Eumycotina, Kelas Oomycetes, Bangsa Peronosporales, Suku Peronosporaceae, Marga *Pseudoperonospora*, dan Jenis *Pseudoperonospora cubensis*.

Perkembangbiakan tak kawin pada bangsa Peronosporales termasuk jamur *P. cubensis* dilakukan oleh sporangium, yang mempunyai zoospora biflagella. Pada Peronosporaceae, sporangium dibentuk pada sporangiospora, dan apabila telah masak sporangium tersebut akan jatuh dan disebarkan oleh angin. Spora berkecambah pada tetesan embun atau air hujan pada permukaan daun, dan akan menghasilkan tabung kecambah miselium yang tidak berseptum yang mengambil makanan melalui haustorium ke dalam sel. Penetrasi melalui stomata adalah mekanisme penetrasi yang paling sering dilakukan oleh *P. cubensis*. Dalam marga *Peronospora* atau

Pseudoperonospora, konidiofornya mempunyai bentuk sendiri. Pelepasan spora kurang diketahui dengan jelas. Dalam beberapa spesies marga ini, spora dengan mudah dilepaskan karena adanya tekanan higroskopis dari konidiofor oleh pemanasan (Sastrahidayat, 2011).

Reproduksi seksual jamur *P. cubensis* sangat jarang terjadi, meskipun telah dilakukan observasi pada beberapa negara yang beriklim sedang dan tropis. Hal ini jarang terjadi pada dinding yang berstruktur tebal, yaitu oospora, sehingga membatasi kelangsungan hidup *P. cubensis* saat tidak tersedianya inang hidup. Saat ini masih belum diketahui peranan penting oospora didalam siklus hidup *P. cubensis* (Savory *et al.*, 2011).

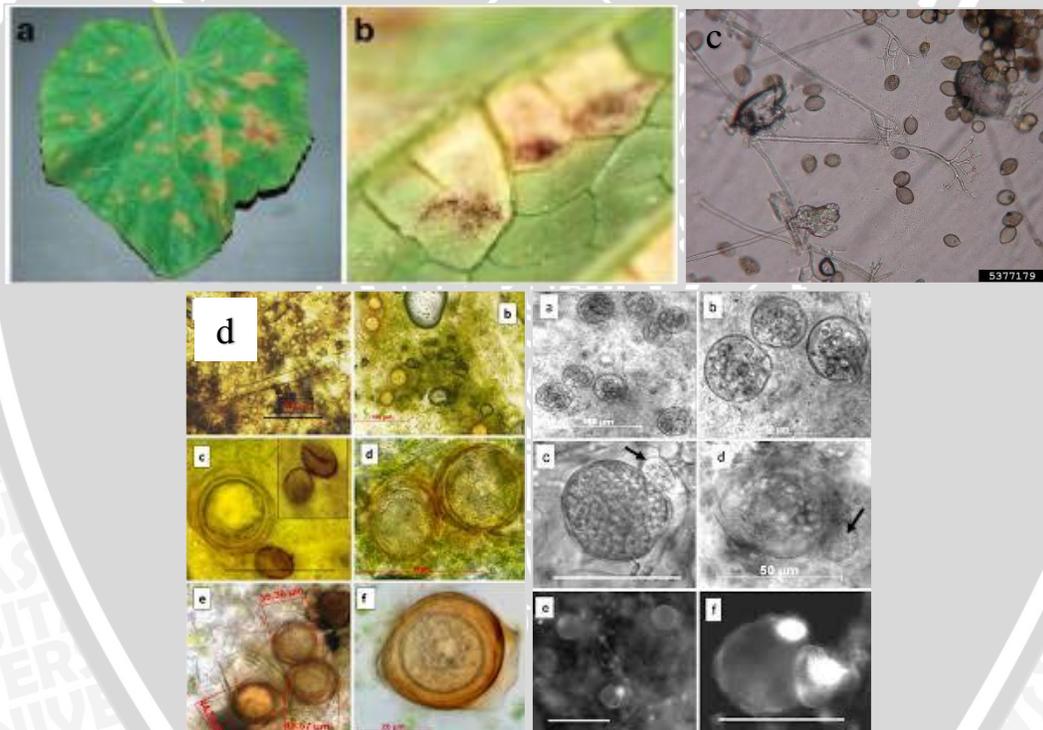


Gambar 1. Morfologi *P. cubensis*. (a) Sporangiospora (bar, 50mm). (b) Sporangium melekat pada ujung distal sporangiospora. (c) Sporangium berkecambah melalui pembelahan sitoplasma. (d) kiri: zoospora. kanan: encysted zoospora dengan tabung kuman. (e) Pertumbuhan didalam sel: H=haustorium; IH=hifa interseluler; S=stomata. (f) Mikrograf Scanning elektron sporangiospora (bar, 20mm). (g) Mikrograf Scanning elektron dari beberapa sporangiospora muncul melalui stomata (bar, 20mm). Bar, 25mm, kecuali dicatat. (Savory *et al.*, 2010)

Penyakit embun bulu disebabkan oleh jamur *P. cubensis* (Berk. *et* Curt) rostow, yang pada waktu ini masih banyak disebut dengan nama *P. cubensis* Berk. *et* Curt,

merupakan parasit obligat. Jamur *P. cubensis* miselium tidak bersekat, interiseluler, dengan haustorium kecil, kadang-kadang mempunyai cabang seperti jari. Sporangiospora keluar melalui mulut kulit, dapat berkelompok sampai 5, sepertiga bagian yang paling atas dari sporangiospora bercabang-cabang, baik secara dikotom atau antara dikotom dan monopodial. Sporangium berwarna ungu kelabu atau ungu kecoklatan, bulat telur, berdinding tipis, mempunyai papil pada ujungnya. Sporangium berukuran 21-39 x 14-23 μm , berkecambah dengan membentuk zoospora berbulu cambuk 2, yang setelah berhenti dan membulat bergaris tengah 10-13 μm (Semangun, 2000).

2.4. Gejala Penyakit Embun Bulu

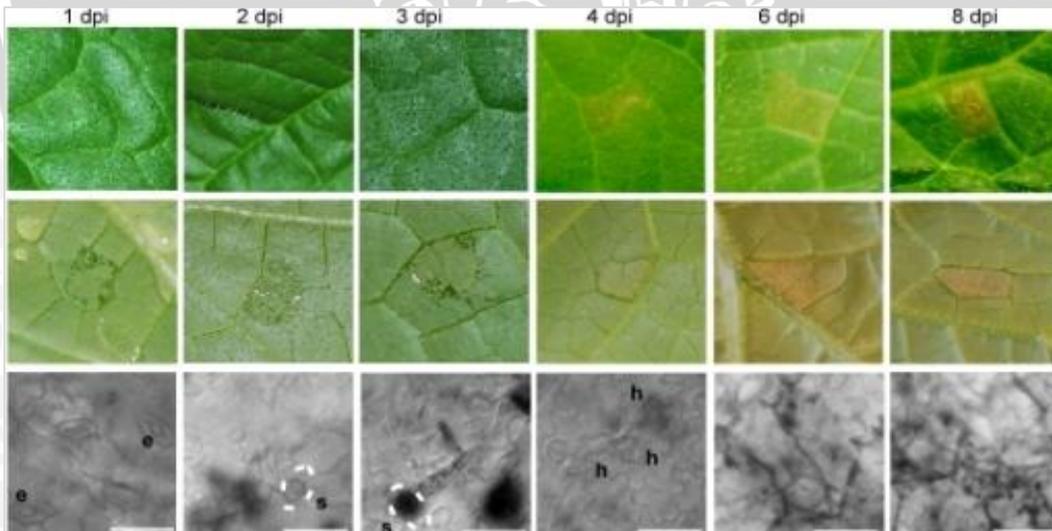


Gambar 2. Gejala infeksi *P. cubensis* pada daun mentimun, makroskopis : (a) Permukaan atas daun berwarna kuning, (b) Ciri khas downy mildew muncul bulu halus pada permukaan bawah daun akibat dari sporulasi (Savory *et al.*, 2010) mikroskopis: (c) Sporangium dan sporangiospora *P. cubensis* apabila diamati dibawah mikroskop, (d) Beberapa hasil pengamatan di bawah mikroskop bentuk sporangium *P. cubensis* (Cohen dan Avia, 2011)

Pada permukaan atas daun terdapat bercak-bercak kuning, sering agak bersudut karena terbatas oleh tulang-tulang daun. Pada cuaca lembab pada sisi bawah

bercak terdapat kapang (jamur) seperti bulu yang warnanya keunguan. Pada ketimun daun yang sakit dapat mati. Pada tanaman lain bercak pada daun yang berwarna kuning tadi dapat menjadi coklat. Meskipun tidak mati tanaman sakit sangat menderita, menjadi lemah, sehingga hasilnya kurang dan mutunya tidak baik (Semangun , 2000).

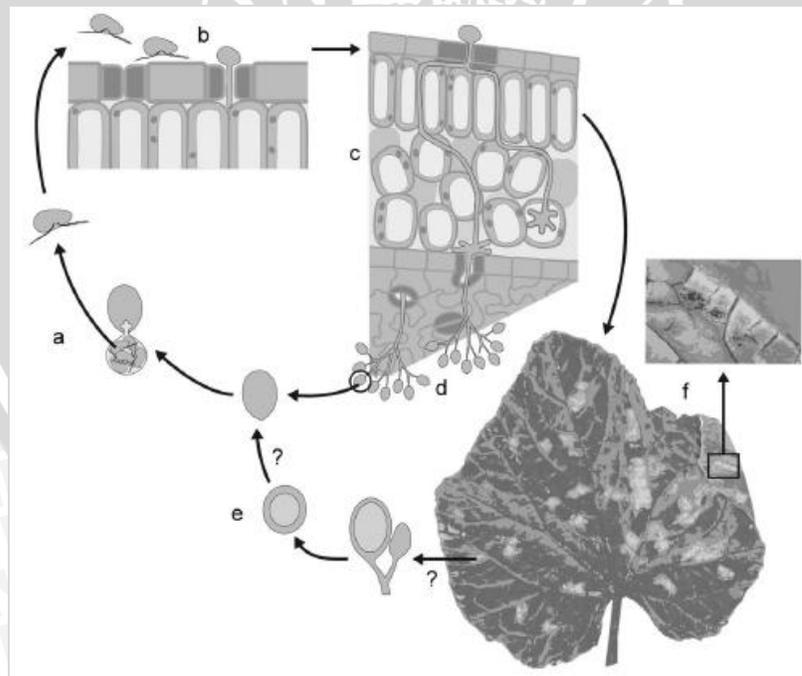
Hansen (2000) menyatakan bahwa gejala penyakit downy mildew hanya terjadi pada daun famili Cucurbitaceae. Daun-daun yang lebih tua dan paling dekat dengan pusat daun biasanya terinfeksi lebih dulu. Pada ketimun, gejala pertama nampak seperti melingkar, bercak kuning bersudut pada permukaan daun bagian atas. Bercak seringkali dibatasi oleh tulang tulang daun. Selama cuaca lembab, tampak pertumbuhan jamur keabu-abuan pada bagian bawah dari bercak dan di bagian tersebut spora diproduksi. Pada semangka, bercak daun pada mulanya kuning, tetapi kemudian nampak sedikit lebih gelap dibanding bercak pada ketimun. Bercak membesar dan biasanya daun menguning, yang diikuti oleh pelunturan warna coklat dan akhirnya kematian keseluruhan daun terjadi. Selama cuaca lembab atau hujan, perkembangan gejala terjadi lebih cepat.



Gambar 3. Tahapan perkembangan gejala downy mildew yang diakibatkan oleh jamur *P. cubensis* mulai dari hari ke-1 setelah inokulasi sampai hari ke-8 setelah inokulasi (Savory *et al.*, 2012)

Sementara *P. cubensis* merupakan patogen utama mentimun dan tanaman cucurbit lainnya, sumber daya yang tersedia terbatas untuk menggambarkan proses infeksi faktor penentu virulensi dari Oomycetes obligat ini. Dalam studi yang dilakukan oleh Savory *et al.* (2012), mereka berusaha untuk mengidentifikasi *P. cubensis* saat menginfeksi jaringan daun tanaman mentimun, mewakili berbagai tahap infeksi 1-8 dpi. Tanaman di inokulasi sporangium *P. cubensis* yang telah dimurnikan pada bagian permukaan daun abaxial. Gejala awal infeksi jamur dapat diamati pada permukaan daun abaxial pada 1-3 dpi sebagai perendaman air di lokasi inokulasi, sementara tidak ada gejala visual yang jelas pada permukaan daun bagian atas (Gambar 3). Pada 1 dpi, zoospora yang menempel pada stomata di permukaan bawah daun, dan pada 2 dpi, apresorium dan penetrasi awal hifa terlihat di bawah stomata. Lesi sudut kuning khas downy mildew terlihat jelas pada permukaan atas daun pada 4 dpi, dan semakin menjadi lebih klorosis dan nekrotik sebagai berkembangnya infeksi. Pada 3-4 dpi, beberapa haustorium terbentuk di dalam lapisan mesofil.

2.5. Daur Hidup *Pseudoperonospora cubensis*



Gambar 4. Siklus hidup *P. cubensis* : (a) sporangium yang berbentuk seperti lemon, berwarna abu-abu tersebar melalui udara dan mendarat pada permukaan daun dan berkecambah untuk membentuk biflagel zoospora. (b) Zoospora berenang

ke dan berkecambah di stomata, dan kemudian menembus permukaan daun melalui tabung kecambah. (c) Hifa menjalar ke lapisan mesofil, membentuk haustorium yang bercabang dalam sel tanaman. (d) Siklus diurnal memicu sporulasi dan hingga enam sporangiospora muncul melalui setiap stomata, Sporangium terbentuk diujung. Sporangium yang lepas dari sporangiospora oleh perubahan tekanan hidrostatik dan dijempuit oleh arus angin yang membawa mereka ke inang berikutnya. (e) Klorosis, lesi sudut terikat oleh urat daun adalah gejala infeksi *P. cubensis* terlihat di permukaan bawah daun. Pada permukaan daun yang lebih rendah, sporulasi terlihat. (f) Peran tahap seksual *P. cubensis* tidak diketahui. (Savory *et al.*, 2010)

Hansen (2000) menyatakan bahwa downy mildew menyebar dengan cepat pada cuaca lembab. Pada periode yang panjang dan kering, udara panas cenderung untuk menyebarkan penyakit tersebut. Spora tersebar melalui udara, hujan atau peralatan pertanian. Gejala pada umumnya muncul pada 4-12 hari setelah infeksi atau peradangan.

Semangun (2000) menyatakan bahwa *P. cubensis* tidak dapat hidup sebagai saprofit pada sisa-sisa tanaman sehingga jamur tidak dapat membentuk spora. Jamur ini bertahan dari musim ke musim pada tanaman labu-labuan. Spora dipencarkan oleh angin. Infeksi terjadi melalui mulut daun.

Spora *P. cubensis* disebarkan dengan sporangium yang banyak dibentuk pada sisi bawah daun. Sporangium terangkut oleh angin ke daun sehat, tumbuh dalam tetes air dengan membentuk spora kembara (zoospora). Spora kembara berenang sebentar, lalu membentuk pembuluh kecambah yang menginfeksi daun melalui mulut kulit. Dalam jangka waktu 4-5 hari jamur telah dapat membentuk sporangium yang baru. Oospora hanya dibentuk di daerah beriklim sedang.

2.6. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penyakit Downy Mildew

Menurut Semangun (2000), perkembangan penyakit dibantu oleh kelembaban yg tinggi dan akan berkembang cepat jika terdapat banyak kabut dan embun. Infeksi hanya terjadi apabila kelembaban udara 100%, suhu 10-28°C, dengan suhu optimum 16-20°C. penyakit lebih banyak terdapat di persemaian. Tetapi agak berbeda dengan penyakit tepung berbulu yang pada umumnya daun tua ternyata lebih rentan terhadap penyakit ini.

2.7. Pengendalian Penyakit Embun Bulu

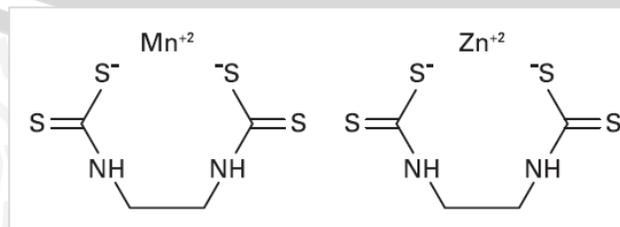
Pengendalian embun bulu telah dilakukan dengan berbagai cara salah satunya adalah penggunaan pestisida. Dalam aplikasinya, fungisida yang direkomendasikan diterapkan setiap 5-7 hari untuk tanaman mentimun sedangkan untuk famili Curcubitaceae lainnya direkomendasikan setiap 7-10 hari (Hausbeck, 2009). Di Eropa, beberapa peneliti menyarankan penggunaan varietas tahan juga digunakan bersama aplikasi fungisida ketika jamur *P. cubensis* dalam keadaan yang mendukung untuk melakukan penyebaran (Chaban *et al.*, 2000). Penyemprotan perlu dilakukan secara rutin agar tanaman memiliki pertahanan dari fungisida sebelum deposisi sporangium, agar tidak terjadi kehilangan hasil. Beberapa bahan aktif fungisida yang telah digunakan dalam mengontrol jamur *P. cubensis* adalah metalaxyl, mefenoxam, dan strobilins. Ketiga bahan aktif tersebut gagal memberikan pengendalian penyakit bulai yang efektif (Thomas dan Jourdain, 1992).

Selain penggunaan pestisida, varietas tahan dan teknik budaya juga dilakukan. Pertama kali dijelaskan di India pada tahun 1954, respon tanaman yang diatur oleh gen *dm1* ditandai dengan jarang terjadinya sporulasi patogen, tingkat nekrotik rendah. Tingkat resistensi semakin menghilang, sehingga untuk ketahanan tanaman difokuskan pada identifikasi plasma nutfah tahan dan kultivar melalui uji screening skala besar (Shetty *et al.*, 2002).

2.8. Bahan Aktif Fungisida

Pengendalian penyakit tumbuhan yang ditunjukkan khusus untuk jamur yaitu fungisida. Fungisida adalah segala bahan kimia yang mempunyai kemampuan untuk mencegah kerusakan tanaman yang disebabkan oleh jamur (Sugiharso, 1980).

A. Mancozeb

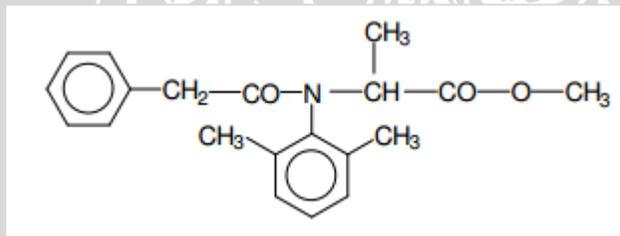


Gambar 5 . Struktur Mancozeb (United Phosporus Ltd, 2014)

Mancozeb pertama kali terdaftar pada tahun 1962 sebagai fungisida dan setelah lebih dari 50 tahun masih memiliki peran penting. Secara global mancozeb terdaftar untuk digunakan pada lebih dari 70 tanaman yang berbeda dan menawarkan perlindungan terhadap lebih dari 400 penyakit. Inggris Fosfor Ltd (UPL) mengakuisisi bisnis non-campuran mancozeb fungisida global dan aset terkait dari DuPont dalam 2010/11. Hal ini membuat UPL produsen mancozeb terbesar ke-2 global (United Phosphorus Ltd, 2014).

Pengendalian penyakit menggunakan Mancozeb berlangsung pada jangka pendek dan harus diterapkan sebelum spora jamur berkecambah. Beberapa aplikasi secara berkala dianjurkan sepanjang musim untuk mempertahankan efek bahan aktif. Interval antar aplikasi yang biasa dilakukan adalah 7-10 hari dan dapat bervariasi 5-28 hari bergantung pada faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit, umur tanaman, dan utamanya cuaca (Adama, 2006).

B. Benalaksil



Gambar 6. Struktur Benalaksil (Donovan, 2015)

Benalaksil, ditemukan pada tahun 1981. Benalaksil bersifat sistemik, diserap lewat akar, batang, dan daun serta ditransportasikan secara akropetal ke bagian-bagian tanaman lainnya. Fungisida ini diaplikasikan baik secara protektif, kuratif dan eradikatif. Sebagai fungisida protektif, benalaksil mencegah perkecambahan spora dan pertumbuhan miselium; aplikasi kuratif berfungsi untuk menghambat pertumbuhan miselium; dan aplikasi eradikatif berfungsi untuk menghalangi sporulasi. Benalaksil efektif untuk mengendalikan jamur dari kelas Oomycetes, terutama famili Peronosporaceae (Djojosumarto, 2008).

C. Pencampuran Fungisida

Pencampuran fungisida merupakan penggabungan dari dua bahan aktif yang bertujuan untuk memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan fungisida dengan satu bahan aktif atau disebut dengan istilah fungisida majemuk. Menurut Djojosumarto (2000), syarat untuk melakukan pencampuran pestisida adalah: 1) Sasarannya berbeda; 2) Pestisida yang dicampurkan tidak menimbulkan efek buruk; 3) Pencampuran dilakukan untuk menimbulkan sinergisme atau memperkuat efikasi pestisida tersebut; dan 4) Pencampuran boleh dilakukan untuk memecah OPT yang sudah resisten atau untuk menunda/mencegah resistensi. Kelebihan dalam menggunakan fungisida majemuk menurut Oliver dan Hewitt (2014) adalah: 1) Cara kerja yang baru, dikarenakan terdapat dua bahan aktif yang bekerja bersamaan; 2) Mengurangi efek resisten terhadap patogen apabila dikombinasikan dengan pengelolaan penyakit.



