

PEMULIAAN KETAHANAN TANAMAN WIJEN TERHADAP PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG (*Phytophthora* sp.)

Sri Adikadarsih (1) dan Ruly Hamida (2)
Peneliti Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat
Jl. Raya Karangploso, Malang

ABSTRAK

Salah satu kendala dalam pemuliaan tanaman wijen adalah gangguan penyakit. Penyakit potensial yang sering merugikan adalah gejala busuk pangkal batang dan patogen penyebabnya adalah jamur *Phytophthora* sp. Kerugian yang ditimbulkan akibat patogen ini bisa mencapai 50%, karena termasuk penyakit tular tanah dan dapat menyebabkan rebah kecambah pada bibit, sehingga sangat potensial menimbulkan kerugian. Kendala yang dihadapi adalah hingga saat ini penelitian pemuliaan ketahanan wijen terhadap *Phytophthora* sp. yang dilakukan di Indonesia maupun di luar negeri masih sangat sedikit. Hingga saat ini species *Phytophthora* pada tanaman wijen belum dideterminasikan lebih lanjut. Pengujian mengenai phytoalexin pada tanaman wijen sebagai mekanisme ketahanan aktif tanaman wijen juga belum dilakukan secara mendalam, demikian juga aksi gen ketahanan tanaman wijen terhadap *Phytophthora* belum banyak dibahas.

Kata kunci : Pemuliaan, Wijen, Busuk pangkal batang (*Phytophthora* sp.)

ABSTRACT

One of the obstacles in the sesame plant breeding is a disease. Often to the detriment of potential disease is stem root symptoms and causative pathogen is the fungus *Phytophthora* sp. Losses caused by these pathogens can reach 50%, as it includes a soil borne disease and can cause a fall in the seed sprouts, thus potentially causing harm. The challenge remains to this day breeding research sesame resistance to *Phytophthora* sp. conducted in Indonesia and abroad is still very little. Until now, *Phytophthora* species on sesame plants yet further determination. Testing of the phytoalexin in sesame plants as active resistance mechanism sesame plant has not been done in depth, as well as the action of the sesame plant resistance genes against *Phytophthora* has not been much discussed.

Key words: Breeding, Sesame, Stem root disease (*Phytophthora* sp.)

PENDAHULUAN

Tanaman wijen (*Sesamum indicum* L. syn. *Sesamum orientale* L.) adalah semak semusim yang termasuk dalam famili *Pedaliaceae*. Tanaman ini diperkirakan berasal dari Benua Afrika dan pertama kali dibudidayakan di Ethiopia (Soenardi, 1996) Tinggi bervariasi dari 60 hingga 120cm, bahkan dapat mencapai 2-3m. Batangnya berkayu tumbuh tegak, berlekuk empat, beralur, berbuku-buku dan berbulu halus (Steenis *et al.* 1975). Susunan daun berseling selang dengan bentuk dan ukuran antara daun bawah, tengah dan atas berbeda-beda, panjang antara 3-27,5 dan lebar antara 1-7cm. Bunga wijen tumbuh di ketiak daun baik pada batang maupun cabang. Tanaman wijen memiliki bunga

yang bersifat hermaphrodit dan termasuk tanaman yang menyerbuk sendiri (Suprijono dan Soenardi, 1996).

Biji wijen mengandung 50-53% minyak nabati, 20% protein, 7-8% serat kasar, 15% residu bebas nitrogen, dan 4,5-6,5% abu. Minyak biji wijen kaya akan asam lemak tak jenuh, khususnya asam oleat (C18:1) dan asam linoleat (C18:2, Omega-6), 8-10% asam lemak jenuh, dan sama sekali tidak mengandung asam linolenat (kolesterol). Minyak biji wijen juga kaya akan Vitamin E. Ampas biji wijen (setelah diekstrak minyaknya) menjadi sumber protein dalam pakan ternak (wikipedia, 2011). Wijen dibudidayakan sebagai sumber minyak nabati, yang dikenal sebagai minyak wijen, yang diperoleh dari ekstraksi bijinya. Minyak wijen digunakan dalam aneka industri, antara lain bahan makanan ringan, dan penghasil minyak makan, serta sebagai bahan baku untuk industri farmasi, plastik, margarin, sabun, kosmetik dan pestisida.

Berdasarkan data FAO (1990), produksi wijen di Indonesia sejak tahun 1987 menurun sangat drastis, sehingga tahun 1988 kedudukan Indonesia dari negara pengekspor berubah menjadi negara pengimpor wijen yang setiap tahun jumlahnya cenderung meningkat. Hariyono (2005) mengungkapkan bahwa menurunnya produksi wijen di Indonesia salah satunya disebabkan oleh gangguan penyakit. Pada tanaman wijen serangan patogen dianggap lebih merugikan dibandingkan hama, karena mampu menimbulkan kerusakan dan kerugian yang lebih besar. Penyakit yang menyerang tanaman wijen adalah *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp., *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium* sp. dan *Phytium* sp. (Adikadarsih dan Suprijono, 2007). Diantara patogen diatas yang merupakan patogen utama adalah *Phytophthora* sp. yang menyebabkan busuk pangkal batang pada tanaman wijen,

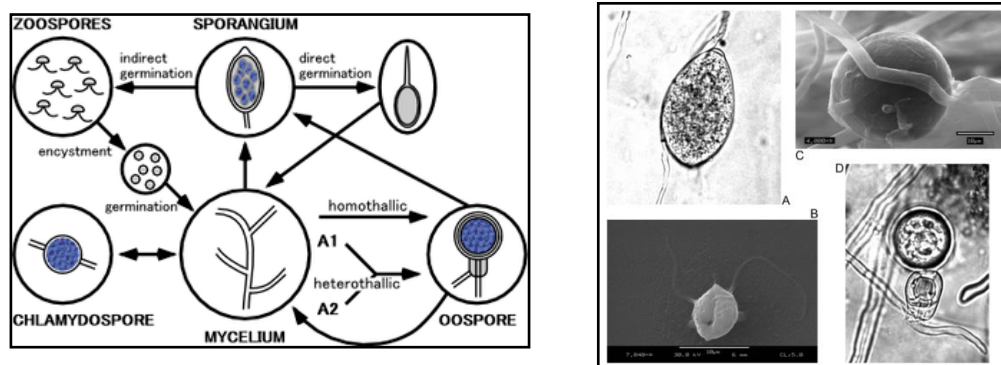
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyakit Busuk Pangkal Batang

Berdasarkan isolasi pada polong yang telah dilakukan oleh Nildar *et al.* (1994), *Phytophthora* yang berada di Indonesia belum diidentifikasi sehingga dinamakan *Phytophthora* sp. Kelangsungan hidup patogen ini dapat meningkat apabila hidup sebagai parasit tanaman, namun juga mempunyai kemampuan hidup tanpa tanaman inang misalnya dengan membentuk struktur dorman atau propagul istirahat dan hidup saprofitik. Kemampuan hidup *Phytophthora* tanpa tanaman inang, beraneka ragam. Semua struktur *Phytophthora* kecuali klamidospora dan oospora akan mati pada kondisi kering. Sporangia, zoospora atau miselium hanya dapat bertahan dalam tanah yang lembab. Beberapa faktor lingkungan abiotik dan biotik yang dapat berpengaruh terhadap kehidupan *Phytophthora*, diantaranya adalah kelembaban tanah/kandungan air tanah, pH tanah, bahan organik, struktur dan tekstur tanah dan adanya interaksi dengan mikroorganisme lain.

Keberadaan mikroorganisme lain di tanah umumnya berpengaruh terhadap perkecambahan klamidospora *Phytophthora*. Mikroorganisme tanah dapat berperan sebagai antagonis terhadap *Phytophthora*, dengan kemampuan kompetisinya terhadap nutrisi yang terbatas, atau dengan kemampuan antibiosisnya yang bersifat toksik terhadap klamidospora. Dari beberapa penelitian telah dibuktikan terjadinya penekanan terhadap perkecambahan klamidospora *Phytophthora* dengan adanya mikroorganisme tanah. Penekanan perkecambahan klamidospora *P. cinnamomi* lebih terlihat disebabkan karena kompetisi nutrisi daripada karena senyawa fungitoksik (Hartati, 2007).

Spesies dari *Phytophthora* dapat menyebabkan bermacam-macam penyakit pada berbagai macam tanaman dengan tingkat pertumbuhan yang berbeda. Tanaman yang dapat diserang mulai dari kecambah tanaman sayuran semusim, tanaman hias sampai tanaman kehutanan. Sebagian besar spesies *Phytophthora* menyebabkan busuk akar, *damping off* atau rebah kecambah pada perkecambahan dan busuk batang umbi dan corm seperti yang disebabkan oleh *Pythium sp.* Spesies lain menyebabkan busuk buah dan beberapa menyebabkan hawar pada daun, ranting muda dan buah. Adapun siklus hidup *Phytophthora* seperti ditunjukkan pada Gambar 1. (Wikipedia, 2011).



Gambar 1. **A.** siklus perkembangan *Phytophthora sp.*; **B.** bentuk fase pertumbuhan *Phytophthora sp* A: Sporangia. B: Zoospore. C: Chlamydospore. D: Oospore.

Phytophthora dapat bereproduksi secara seksual ataupun aseksual. Pada banyak species, perkawinan secara seksual jarang ditemui (hanya dapat ditemui pada perkawinan dalam skala laboratorium). Pada species *homothallic* komponen seks dapat ditemukan dalam satu struktur. Sedangkan pada species *heterothallic* memiliki organ perkawinan (dianalogikan dengan organ kelamin) yang disebut dengan A1 dan A2. Seperti pada hewan, namun berbeda dair jamur pada umumnya bahwa meiosis terjadi secara gametik dan inti sel somatisnya adalah diploid. Spora aseksual (mitotik) disebut juga dengan chlamydospores dan sporangia yang menghasilkan zoospora. Sporangia biasanya juga menghasilkan flagella yang tidak sama dengan yang mereka gunakan untuk berenang mendekati tanaman inang.

Morfologi

Secara umum hifa berukuran lebar 3-7 μm , dengan permukaan yang halus atau kasar. Sporangia bentuknya bervariasi mulai dari elips, melebar, oval, membulat, limoniform, hingga bengkok-bengkok (terdistorsi). Sporangia biasanya memiliki satu atau dua atau beberapa papila. Di dalam ekstrak tanah, sporangia tumbuh secara tunggal dan terkadang tumbuh sporangiofor di bagian lateralnya. Klamidospora berbentuk membulat, berdiameter $10-43 \pm 5,2 \mu\text{m}$, berwarna hialin, dibentuk dalam waktu 7 hari, memiliki dinding dengan ketebalan 0,5-1,5 μm .

Sebaran

Patogen ini pertama kali dilaporkan menyerang pertanaman wijen di Peru, kemudian ditemukan di berbagai daerah sebagai berikut :

Europe : Bulgaria, Cyprus, France, Greece, Italy, Portugal, Rusia, Spain, Switzerland, UK

Asia : Bangladesh, PR of China, Taiwan, Georgia, India, Iran, Iraq, Israel, Japan, Jordan, South Korea, Lebanon, Malaysia, Pakistan, Philippines, Thailand, Turkey, Vietnam, Yemen

Africa : Algeria, Angola, RD Congo, Ivory Coast, Egypt, Ethiopia, Kenya, Mauritius, Morocco, Mozambique, Senegal, South Africa, Tunisia, Zambia, Zimbabwe

America : Argentina, Barbados, Brazil, Chile, Costa Rica, Cuba, Dominica, Ecuador, El Salvador, Guyana France, Guadeloupe, Guatemala, Guyana, Haiti, Jamaica, Martinique, Mexico, Panama, Peru, Puerto Rico, Suriname, Trinidad-Tobago, USA, Uruguay, Venezuela

Oceania : Kepulauan Cook, Fiji, New Caledonia, New Zealand

Khusus di Indonesia menurut Ibrahim *et. al.* (1994) penyakit ditemukan di Karangjati (Boyolali), Kebon (Ngawi), Kedawung dan Klakah (Lumajang).



Gambar 2. **A.** isolat *Phytophthora* sp; **B.** tanaman yang terinfeksi

Tanaman Inang

Tanaman pohon : *Citrus* spp., *Theobroma cacao* (kakao, cocoa), Tanaman semusim : *Actinidia deliciosa* (kiwi), *Mandevilla* spp., *Tabernaemontana coronaria*, *Euonymus* spp., *Rhododendron* spp., *Hevea brasiliensis* (karet, rubber tree), *Fagus* spp., *Ribes sanguineum*, *Juglans* spp., *Sandoricum koetjape* (kecapi, kecaphi) *Ficus elastica*, *Cocos nucifera* (kelapa, coconut), *Sesamum indicum* (wijen, sesame), *Piper nigrum* (lada, pepper), *Pistacia vera*, *Fragaria* spp., *Prunus domestica*, *Rubus idaeus*, *Coptis japonica*, *Murraya* sp. , *Poncirus trifoliata*, *Capsicum annuum* (cabai, hot pepper, chilies, red pepper), *Taxus* spp., *Sequoiadendron giganteum*.

Gejala Serangan Dan Kerusakan

Phytophthora merupakan patogen yang dapat menyerang tanaman pada segala fase pertumbuhan. Infeksi biasanya dimulai dari bagian akar kemudian bergerak naik ke pangkal batang. Serangan cendawan ini pada pangkal batang menyebabkan metabolisme tumbuhan akan terganggu karena bagian batang yang terserang tidak bisa mentranslokasi air, hara ataupun zat makanan ke seluruh bagian tubuh tanaman. Uji laboratorium terhadap buah, daun, maupun bibit di rumah kaca menunjukkan bahwa patogenisitas cendawan termasuk cukup tinggi karena dari semua bagian yang diinokulasikan menunjukkan gejala dalam waktu kurang dari satu minggu.

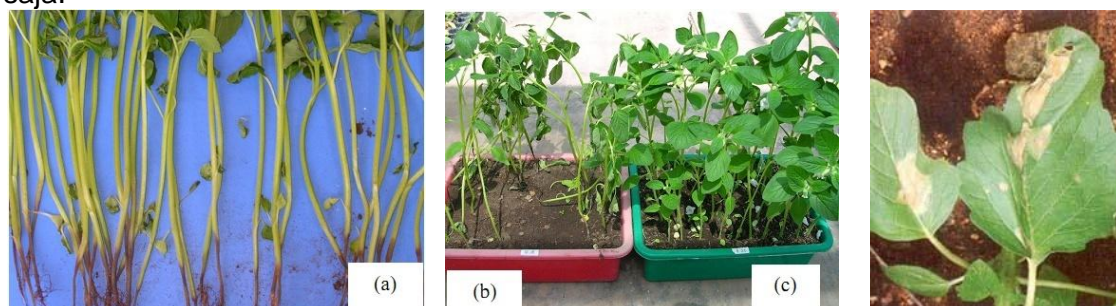
Tanaman tahunan dan kecambah yang terserang kemungkinan akan mati dalam beberapa hari, minggu atau bulan, sedangkan pada tanaman tua proses kematian dapat berlangsung lambat atau cepat, tergantung pada populasi jamur di dalam tanah dan kondisi lingkungan (Hartati, 2007). Semua tanaman yang

diserang oleh *Phytophthora* menunjukkan kematian akar-akar yang kecil dan adanya nekrotik berupa lesio berwarna coklat pada akar yang tua (besar). Pada tanaman muda atau tanaman tua yang sukulen, sistem perakaran menjadi hancur, diikuti oleh kematian tanaman (Agrios, 1997).

Berdasarkan konsep Segitiga Penyakit, pada dasarnya penyakit dapat terjadi jika ketiga faktor yaitu (1) Inang dalam keadaan rentan, (2) Patogen bersifat virulen (daya infeksi tinggi) dan dalam jumlah yang cukup, serta (3) lingkungan yang mendukung. Lingkungan berupa komponen lingkungan fisik (suhu, kelembaban, cahaya) maupun biotik (musuh alami, organisme kompetitor).

Penanaman wijen pada struktur tanah berat dan curah hujan tinggi (30 – 40 ml/th) akan sering terserang penyakit busuk pangkal batang (Mardjono *et al.* 2004) terutama pada bulan Mei sampai dengan Juni patogen berkembang cepat pada suhu 28°-30° C. Namun dengan meningkatnya suhu dapat menurunkan serangan. Patogen ini menyebar dengan bantuan air permukaan. Gejala serangan awal jenis *Phytophthora sp.* pada buah wijen adalah buah menjadi berwarna hijau kusam-coklat kehitaman ditumbuhi miselia halus berwarna putih, dalam perkembangan selanjutnya polong menjadi berwarna hitam, apabila polong yang terserang menempel pada batang maka bagian batang tersebut akan ikut terserang dan berwarna coklat. Biji buah yang terinfeksi menjadi berwarna kuning berbercak coklat dan dinding lokul membusuk dan berwarna coklat.

Cendawan jenis ini juga bisa menyebabkan kanker batang dari permukaan batang sampai titik tumbuh. Apabila bagian tanaman yang terserang adalah pangkal batang maka tanaman akan layu, sedangkan bila yang terserang adalah bagian atas tanaman maka yang terpengaruh adalah bagian atasnya saja.



Gambar 3. Gejala serangan *Phytophthora sp.* pada tanaman wijen pada fase bibit dan daun dewasa ((a) Gejala serangan *Phytophthora sp.* pada fase bibit, (b) tanaman rentan, (c) tanaman tahan, (d) gejala serangan *Phytophthora sp.* pada daun wijen)

Nilai Ekonomi

Wijen merupakan komoditas perkebunan rakyat yang potensial. Berdasarkan hasil analisis ekonomi, komoditas ini memiliki nilai ekonomi tinggi dan multiguna, yaitu sebagai komoditas pendukung aneka industri dan menghasilkan minyak makan berkadar lemak jenuh rendah (Rismunandar, 1976). Pada umumnya wijen diusahakan dalam skala terbatas dan di dalam negeri produktivitasnya masih rendah yaitu berkisar 400 kg/ha (Suprijono, 2000) sedangkan di Amerika Serikat berkisar antara 900 – 2240 kg/ha (Bennett, 1998; Godin dan Spenley, 1971).

Harga biji wijen di pasaran cukup fluktuatif, berkisar antara Rp. 4.000,- sampai dengan Rp. 9.000,- di pasaran bahkan pernah mencapai harga Rp. 15.000,-. Pemrosesan biji wijen menjadi makanan ringan maupun minyak wijen

dapat meningkatkan nilai jual komoditas wijen (Soenardi, 2001). Pengalaman produsen geti di Tulungagung Jawa Timur setiap 100 kg biji wijen seharga Rp 600.000,00 nilai jualnya dapat ditingkatkan menjadi Rp1.779.400,00 atau meningkat Rp 1.179.400,00 (196,6%) dan pemrosesan minyak wijen di Sukoharjo Jawa Tengah dari 3 kg dengan harga Rp18.000,00 dapat ditingkatkan menjadi Rp55.000,00 atau meningkat Rp37.000,00 (205,6%).

Penyakit tular tanah yang disebabkan oleh *Phytophthora* menjadi penting pada daerah tropik karena kondisi hujan yang mendukung penyebaran dan perkembangan sporangia dan zoospora (Ann, 1994). Dalam pertumbuhan, sporulasi dan infeksi, *Phytophthora* banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan, diantaranya adalah kelembaban tanah, tersedianya bahan organik, pH tanah dan keberadaan mikroorganisme lain.

Serangan patogen secara bersamaan ataupun *Phytophthora sp* menyebabkan kerugian bagi petani hingga mencapai 60 %. Di Amerika cendawan ini juga merupakan organisme yang cukup mengancam bagi tanaman wijen (Anonim, 2000). Menurunnya hasil panen yang diakibatkan oleh serangan penyakit berakibat pada rendahnya pendapatan yang diperoleh petani.

Mekanisme Ketahanan Dan Model Pewarisan Sifat

Mekanisme ketahanan wijen terhadap *Phytophthora sp*. Menyerupai mekanisme ketahanan pada tanaman kedelai (Suhara dan Yulianti, 2006). Pada tanaman kedelai mekanisme ketahanan terhadap infeksi *Phytophthora sp*. bersifat “gene to gene” atau kompatibilitas tanaman inang dengan ras patogen yang menginfeksi (Vanderplank, 1984). Adanya fitoaleksin (*phytoalexin*) juga diduga berperan dalam sistem ketahanan ini. Fitoaleksin jika dipandang dari segi tanaman adalah mekanisme ketahanan aktif (akan muncul jika ada serangan penyakit) biokemis tanaman terhadap serangan patogen.

Pada penelitian yang dilakukan pada skrining pestisida nabati (ramah lingkungan) untuk mengatasi penyakit-penyakit yang diakibatkan oleh jamur yang meliputi *Phytophthora*, *Phytophthora*, *Phomopsis* dan *Rizoctonia* memanfaatkan sesamol, yakni senyawa metabolit yang diekstrak dari biji wijen. Menurut pengujian di laboratorium, sesamol ini dapat menghambat pertumbuhan beberapa macam species jamur. Senyawa tersebut juga dapat mencegah serangan cendawan tular tanah pada benih kedelai hingga kerusakan akibat cendawan pada tingkat pembibitan dapat dihindari. Mekanisme kerja sesamolin dalam melindungi tanaman diduga karena senyawa tersebut beraksi secara fisiologis pada tanaman sebagai molekul pertahanan atau sebagai molekul yang merangsang ketahanan tanaman (Brooker *et al.*, 1998).

Tanaman wijen yang memiliki ketahanan terhadap *Phytophthora* jumlahnya sangat sedikit bahkan tidak ada seperti yang dikemukakan oleh Verma *et al.* (2005) bahwa dari 350 varietas dari 5 spesies wijen yang diuji (*S. lacianatum*, *S. indicum*, *S. radiatum*, *S. occidentale* dan *S. prostratum*) koleksi wijen di India tidak ada yang menunjukkan sifat tahan atau toleran terhadap serangan *Phytophthora*, hanya 2 diantara varietas-varietas tersebut yang “tahan secara moderat”. Oleh karena sedikitnya jumlah aksesori yang tahan sehingga aksi gen ketahanan tanaman wijen terhadap *Phytophthora* belum banyak dipelajari.

Metode Pemuliaan

Sasaran yang diinginkan dalam perbaikan sifat tanaman wijen di setiap negara adalah berbeda. Seperti halnya di Tanzania sasaran yang diinginkan adalah untuk produktivitas tinggi dan tahan kering. Untuk mencapai sasaran tersebut dilakukan persilangan antar tanaman dengan sifat-sifat yang diinginkan

dan dilakukan silang balik (*back cross*). Lain halnya di Yunani, perbaikan sifat tanaman bertujuan untuk mendapatkan varietas tanaman dengan produktivitas tinggi, umur pendek dan kapsul tidak mudah pecah. Di Indonesia sendiri pemuliaan wijen bertujuan untuk mendapatkan varietas wijen yang memiliki produktivitas tinggi, umur pendek dan tahan terhadap beberapa penyakit utama seperti penyakit busuk pangkal batang, penyakit bercak daun yang disebabkan oleh *Xanthomonas campestris* pv *sesami* dan *Cercospora sesami*. Untuk mencapai sasaran tersebut cara yang telah dilakukan adalah dengan introduksi benih wijen dari luar negeri, seleksi galur dari populasi yang telah ada dan persilangan antar tetua yang memiliki karakter yang diinginkan.

Seleksi pada 30 nomor aksesori wijen koleksi plasma nutfah telah dilakukan oleh Suhara dan Yulianti (2006) menunjukkan 1 aksesori moderat, 18 aksesori rentan dan 11 aksesori yang sangat rentan. Terbatasnya tanaman wijen yang tahan terhadap serangan penyakit *Phytophthora* mendorong peneliti di beberapa negara untuk melakukan mutasi ataupun rekayasa genetika pada koleksi plasma nutfah mereka untuk mendapatkan kultivar yang tahan pada serangan hama dan penyakit. Dari mutasi plasma nutfah wijen di Sri Lanka diperoleh 1 mutan yang tahan terhadap penyakit tersebut yakni ANK-S2 (Pathirana *et al.* 2000).

PENUTUP

1. Busuk pangkal batang pada tanaman wijen disebabkan oleh cendawan *Phytophthora sp.* merupakan penyakit tanaman wijen yang penting karena bisa menurunkan hasil lebih dari 60 %. Patogen ini dapat menyerang tanaman wijen dari fase muda hingga dewasa pada semua bagian tubuh tanaman.
2. Kendala yang dihadapi adalah hingga saat ini penelitian pemuliaan ketahanan wijen terhadap *Phytophthora sp.* yang dilakukan di Indonesia maupun di luar negeri masih sangat sedikit. Hingga saat ini species *Phytophthora* pada tanaman wijen belum dideterminasikan lebih lanjut, mungkin hal ini secara lebih lanjut berdampak pada proses penelitian lain mengenai pemuliaan ketahanan terhadap *Phytophthora* belum banyak dilakukan. Pengujian mengenai *phytoalexin* pada tanaman wijen sebagai mekanisme ketahanan aktif tanaman wijen juga belum dilakukan secara mendalam, demikian juga aksi gen ketahanan tanaman wijen terhadap *Phytophthora* belum banyak dibahas. Oleh karena itu sangat perlu dilakukan penelitian mengenai ketahanan tanaman wijen terhadap *Phytophthora* secara lebih lanjut, termasuk pada pengujian senyawa biokimianya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adikadarsih, S. dan Suprijono. 2007. *Panduan produksi benih wijen*. Pusat Penelitian Tanaman Perkebunan. 27p.
- Agrios, G.N. 1997. *Plant Pathology*. Fourth Edition. Academic Press, NewYork.
- Ann, P.J. 1994. Survey of Soil Suppressive to Three Species of *Phytophthora* in Taiwan. *Soil Biol. Biochem.* Vol. 26(9): 1239-1248.
- Anonim 2000. *Crop profile for sesame in United States*. Online. <http://www.ipmcenters.org/cropprofiles/docs/us sesame>
- Badan Karantina Tumbuhan. Online. <http://www.karantina.deptan.go.id/optk/detail.php?id=328>

- Brooker, N.L., J.H. Long and J. Collins. *Plant lipid derivate seed treatments for mananging fungal soybean diseases*. ...
- Godin, V.J. and P.C. Spenley. 1971. TPI crop and product degest. *The Tropical Products Institute, Foreign an Commonwealth office*. 132-137.
- Hariyono. 2005. *Pengembangan wijen di lahan sawah sesudah padi (MK-1 dan 2)*. Studi Kasus Kecamatan Baki, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah. Laporan hasil kunjungan ke kabupaten Sukoharjo. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. 5 p.
- Hartati, S., 2007. *Pengaruh beberapa faktor lingkungan terhadap kehidupan Phytophthora di dalam tanah*. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Padjajaran. Bandung
- Hawksworth, D. L., P. M. Kirk, B. C. Sutton, and D. N. Pegler. 1995. *Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi (8th Ed.)*. CAB International, Wallingford, United Kingdom. 616p.
- Ibrahim, N., Soerjono, Subaidah. 1994. *Ketahanan varietas wijen terhadap penyakit*. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat. (tidak dipublikasikan)
- Mardjono, R. *Varietas Unggul Wijen Sumberrejo 1 dan 4 untuk Pengembangan di Lahan Sawah sesudah Padi*
- Pathirana, R. 2000. Development and release of gamma ray induced sesame mutant ANK-S2 in Sri Lanka. *Tropoical Agricultural Research and Extensions*. 3 (1) 19:24.
- Rismunandar, 1976. Bertanam Wijen. Penerbit Terate. Bandung
- Soenardi. 1996. Budi daya tanaman wijen. *Monograf Balittas No.2. Wijen*. p. 14 25. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat. Malang.
- _____. 2001. Prospek pengembangan wijen. *Sinar Tani*. 14-20 Maret 2001
- Soeprijono dan Soenardi. 1996. Biologi tanaman wijen (*Sesamum indicum* L.). *Monograf Balittas No. 2. Wijen*. hal. 1 7. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat, Malang.
- Suprijono. 2000. *Budidaya Tanaman Wijen*. Petunjuk praktis. Ballitas. Malang 15 hal.
- Steenis, C.G.G.K., D. Hoed, S. Bloembergen, P.J. Ryma. 1975. Flora. Terjemahan Moeso Suryowinoto, S.H., uwarno, H.S.A., Sewojo, Wibisono, M. Partodidjojo dan S.W. Hardjo. P.Pradnya Paramita, Jakarta. P. 387-389.
- Suhara, C. Dan Yulianti, T. 2006 *Prosiding Seminar Memacu Pengembangan Wijen Untuk Mendukung Agroindustri*, Malang.
- Van der Plank, J.E. 1984. *Plant diseases epidemics and control*. Acad. Press. New York.