

IDENTIFIKASI DAN KARAKTERISASI *Sclerotium rolfsii* Sacc.
PENYEBAB PENYAKIT BUSUK BATANG NILAM (*Pogostemon cablin* Benth)
Identification and characterization of *Sclerotium rolfsii* Sacc. the causal agent of stem rot
disease of patchouli (*Pogostemon cablin* Benth)

Sukamto dan Dono Wahyuno

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111
sukamtown@yahoo.com

(diterima 01 Desember 2012, disetujui 03 Maret 2013)

ABSTRAK

Beberapa penyakit tanaman nilam (*Pogostemon cablin*) seperti penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*), penyakit budok (*Synchytrium pogostemonis*), dan penyakit nematoda parasit (*Meloidogyne*, *Pratylenchus*, dan *Radopholus*), serta penyakit kelompok Potyvirus merupakan salah satu kendala dalam usahatani nilam. Akhir-akhir ini, di pembibitan dan lapang saat musim hujan, banyak tanaman nilam ditemukan membusuk pangkal batangnya, terdapat miselium berwarna putih dan sklerotia pada bagian batang yang sudah busuk. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi patogen penyebab, mempelajari biologinya, dan kisaran inangnya. Patogen penyebab diperoleh dengan isolasi, dimurnikan, dan ditumbuhkan pada media Agar Kentang Dekstrosa (AKD). Karakteristik morfologi jamur penyebab diamati di bawah mikroskop majemuk. Biologi jamur penyebab diamati dengan cara menumbuhkan pada media AKD yang diinkubasi pada berbagai suhu. Kisaran inangnya dipelajari dengan meletakkan potongan miselia pada tanaman yang diuji. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jamur membentuk miselia berwarna putih, ada klam koneksi dan sklerotium berwarna cokelat, serta berbentuk lonjong-bulat berukuran 0,8-1,84 mm. Jamur penyebab diidentifikasi sebagai *Sclerotium rolfsii*, mempunyai suhu optimum pertumbuhan antara 20-28°C, terhambat pada suhu 35°C, dan tidak tumbuh pada suhu 5°C. Hasil inokulasi buatan menunjukkan bahwa cendawan *S. rolfsii* dapat menginfeksi nilam varietas Lhokseumawe, Sidikalang, Tapaktuan, nilam jawa, serta tanaman cabe, jagung, tomat, dan kacang hijau. Ini merupakan laporan pertama yang menyatakan adanya *Sclerotium rolfsii* pada tanaman nilam di Indonesia.

Kata kunci: karakterisasi, identifikasi, *Pogostemon cablin*, *Sclerotium rolfsii*, penyakit busuk batang

ABSTRACT

A plant pathogenic bacterium, Ralstonia solanacearum, an obligate plant parasitic fungus Synchytrium pogostemonis, plant parasitic nematodes (Pratylenchus, Radopholus, and Meloidogyne), and potyvirus groups are causal agents of diseases found on patchouli plant in Indonesia. Recently, stem rot disease of patchouli caused by fungus occurred in patchouli seed growers. The aims of the present study were identify the causal agent of stem rot disease, exploring its biological properties, and host range. The causal agent was isolated, purified, and growth on PDA (Potato Dextrose Agar) medium. The morphological characteristics of the fungus were observed under light compound microscope. The biological properties of the fungus were observed by culturing it on PDA medium under various temperature ranges and host ranges testing through artificial inoculation. The results showed, the fungal mycelium was white, producing clamp connection, and sclerotia. The sclerotia were brown and 0.8 mm-1.8 mm diameter. The fungus was identified as Sclerotium rolfsii. The fungus growth ranged between 5 and 35°C, with 20 to 28°C was optimum temperatures. The artificial inoculation revealed that the fungus attacked all patchouli varieties tested (Lhokseumawe, Sidikalang, and Tapaktuan), P. heyneanus, green gram, corn, pepper, and also tomato. This is the first report the occurrence of Sclerotium rolfsii on pathchouli in Indonesia.

Key words: characterization, identification, *Pogostemon cablin*, *Sclerotium rolfsii*, stem rot disease

PENDAHULUAN

Tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth) banyak dibudidayakan di Asia Tenggara khususnya di Indonesia, Filipina, Malayasia, China, dan Brazil (Miyazawa *et al.*, 2000; Singh *et al.*, 2002; Wu *et al.*, 2010). Indonesia memasok minyak nilam berkisar antara 70-90% dari kebutuhan dunia. Luasnya pengembangan pertanian nilam di Indonesia telah menimbulkan masalah, yaitu mudahnya penyebaran organisme pengganggu tanaman, khususnya penyakit tanaman. Penyakit utama tanaman nilam yang banyak ditemukan di Indonesia yaitu penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh bakteri *Ralstonia solanacearum* (Nasrun *et al.*, 2005; Wahyuno *et al.*, 2011), penyakit budok yang disebabkan oleh jamur *Synchytrium pogostemonis* (Wahyuno, 2010; Wahyuno dan Sukamto, 2010; Sukamto, 2011), penyakit daun kuning atau daun merah yang disebabkan oleh nematoda parasit *Pratylenchus* spp. (*Pratylenchus coffeae*, *P. brachyurus*), *Meloidogyne* spp. (*Meloidogyne incognita*, *M. hapla*), dan *Radopholus similis* (Djiwanti dan Momota, 1991; Mustika *et al.*, 1995; Wahyuno *et al.*, 2011), serta penyakit yang disebabkan oleh virus dengan gejala mosaik dan klorotik (Sukamto, 2007; Noveriza *et al.*, 2012).

Pada pertanian nilam di Bogor, Jawa Barat, dan Pakpak Bharat, Sumatera Utara banyak ditemukan penyakit dengan gejala busuk di bagian pangkal batang (*stem rot disease*), permukaan batang yang terserang ditumbuhi miselium berwarna putih, daun seperti terbakar, kemudian layu dan akhirnya mati (Gambar 1a dan 1b). Pada permukaan batang dan daun yang terserang dan tanah di sekitarnya ditemukan banyak sklerotia berwarna coklat (Gambar 1c). Penyakit ini juga sering ditemukan pada persemaian tanaman nilam, dan sering dijumpai di lapang saat musim hujan dan kelembapan yang tinggi. Kerusakan yang pernah ditemukan lebih kurang 30%, tanaman yang terserang akhirnya mati karena bagian pangkal batangnya membusuk.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi dan identifikasi patogen penyebab penyakit dan patogenisitasnya terhadap beberapa varietas nilam dan tanaman lainnya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium dan rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balittro), sejak Januari sampai Juni 2012.

Isolasi

Daun dan batang nilam yang menunjukkan gejala terserang busuk batang diperoleh dari pertanian nilam yang ada di KP. Cimanggu, Bogor, pada Januari 2012. Daun dan batang tanaman nilam yang sakit dipotong kecil-kecil diantara yang terserang dan sehat, kemudian dicuci dengan klorok satu persen beberapa menit dan dibilas dengan air steril. Setelah dikeringanginkan, potongan daun dan batang ditumbuhkan dalam media agar air (*Water Agar*). Miselium yang tumbuh dipindahkan ke dalam cawan petri dengan media agar kentang dektrosa (AKD) untuk perbanyakan dan penelitian.

Identifikasi dan pertumbuhan

Miselium yang terbentuk diamati karakteristik morfologinya secara mikroskopis dan juga waktu yang diperlukan untuk terbentuknya karakter khusus atau spora apabila ada. Identifikasi dilakukan berdasarkan pada karakteristik morfologi mengacu pada buku identifikasi Barnett dan Hunter (1972); von Arx (1981); Kwon *et al.* (2011). Pertumbuhan jamur *Sclerotium* sp. diamati dengan menumbuhkan miselium pada media AKD dan diinkubasi pada suhu 5; 20; 28; dan 36°C, serta pertumbuhan diameter koloni diukur pada satu, dua, dan tiga hari setelah inkubasi.

Uji patogenisitas

Uji patogenisitas dilakukan terhadap beberapa varietas nilam, yaitu Sidikalang, Lhokseumawe, dan Tapaktuan. Patogenisitas jamur juga diuji pada nilam jawa, tomat, cabai, jagung, dan kacang hijau. Perbanyakan inokulum jamur dilakukan pada media sekam dengan dektrosa (satu persen), disterilkan pada suhu 120°C selama 20 menit, kemudian diinokulasi dengan 3-5 potongan miselium jamur, dan diinkubasi pada suhu ruang (25-30°C). Inokulasi dilakukan setelah biakan inokulum berumur satu minggu, dengan cara memberikan inokulum ke dalam tanah dalam pot sebanyak lima g per pot (Daami-Remadi *et al.*, 2007).

Sebagai kontrol, tanaman diinfestasi dengan media yang diuji tetapi tanpa diinfestasi dengan patogen. Untuk mengetahui pengaruh kelembapan terhadap tingkat patogenisitas jamur, setiap pot tanaman diperlakukan dengan penyungkupan, dan tanpa penyungkupan. Pengamatan gejala sakit dilakukan setiap hari sampai tanaman mati. Pot-pot tanaman yang telah diperlakukan kemudian diletakkan di rumah kaca. Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dengan lima ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi dan karakterisasi isolat

Isolasi dari tanaman sakit dan sklerotia dihasilkan miselium jamur yang sama. Pertum-

buhan jamur dalam media agar air dan agar kentang dektrosa terlihat cepat, dengan miselium berwarna putih seperti kapas (Gambar 1d). Sklerotia mulai terbentuk pada jamur yang berumur satu minggu, berupa gumpalan-gumpalan putih, dan kemudian menjadi cokelat dengan bentuk lonjong, dengan ukuran 1,1-1,84 mm (Gambar 1e). Hifa jamur *Sclerotium* sp. asal nilam berukuran 3,5-7,0 μm , dan ditemukan klam koneksi (*clamp connection*). Pada bagian koloni yang berumur enam sampai delapan hari, struktur klam koneksi terlihat pada hifa yang tua, berukuran lebar 8,75-(10,63)-11,25 μm dengan tinggi 6,25-(7,63)-12,50 (Tabel 1; Gambar 1f). Berdasarkan hasil karakter morfologi, jamur yang didapat dari tanaman nilam diidentifikasi sebagai

Tabel 1
Karakteristik morfologi *S. rolfsii* asal tanaman nilam
Morphological characteristics of S. rolfsii of patchouli

	Karakter	Isolat nilam (Sc-Bal 1)	<i>S. rolfsii</i> (Kwon <i>et al.</i> 2011)	<i>S. rolfsii</i> (Mordue 1974)
Koloni	Warna	Putih	Putih	Putih
Hifa	Ukuran (μm)	3,5-7,0	4-8	4,5-9
	Klam koneksi	Ada	Ada	Ada
	Ukuran klam (μm)	8,75-11,25	-	-
Sklerotia	Sklerotia	Ada	Ada	Ada
	Warna	Cokelat	Putih-cokelat	Cokelat
	Bentuk	Lonjong-bulat	Bulat	Lonjong
	Diameter (mm)	0,8-1,8	1-3	1-2

Keterangan/Note : (-) Tidak ada informasi/no information available



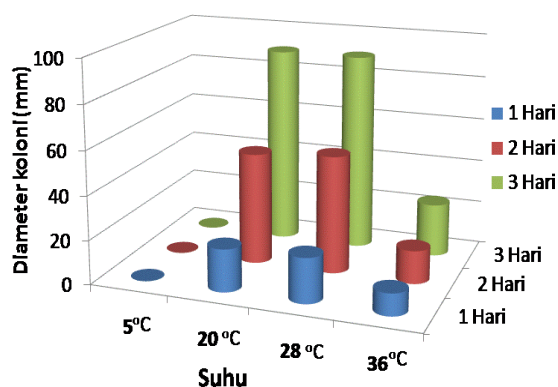
Gambar 1

Gejala penyakit dan karakteristik morfologi jamur *Sclerotium rolfsii* asal tanaman nilam. (a) gejala penyakit, (b) miselium pada permukaan batang nilam, (c) sklerotia pada jaringan tanaman mati, (d) koloni pada media AKD, (e) sklerotia yang terbentuk secara *in vitro*, (f) klam koneksi (➔). Skala mewakili satu milimeter pada e, dan 10 μm pada f.

Typical symptoms and morphological characteristics of Sclerotium of patchouli. (a) symptom, (b) mycelia mat on surface of stem, (c) Sclerotial formation on infected plant debris, (d) colony grows on PDA media, (e) Sclerotial formation on PDA media, and (f) clamp connection (➔). Scale bars represent one millimeter at figure 1e and 10 μm at figure 1f

Sclerotium rolfsii (Burnett dan Hunter, 1972; von Arx, 1981; Mordue, 1974). Sampai saat ini, belum pernah dilaporkan adanya serangan *S. rolfsii* pada tanaman nilam (Semangun, 1992; Wahyuno *et al.*, 2011). Hifa *S. rolfsii* tidak membentuk spora sehingga untuk identifikasi didasarkan pada karakteristik ukuran, bentuk, dan warna sklerotia yang biasanya terbentuk antara 8-11 hari pada media buatan (Sumartini, 2012). Isolat *S. rolfsii* (Bal-ScR 01) yang diperoleh disimpan di koleksi mikroba Balittro.

Hasil pengamatan suhu berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur secara *in vitro*. Jamur *S. rolfsii* asal nilam tumbuh optimum pada suhu 20-28°C, dan tidak tumbuh pada suhu 5°C. Pada suhu 36°C, jamur ini masih dapat tumbuh, namun tertekan dibandingkan pada suhu 20-28°C (Gambar 2). Di dalam populasi jamur *S. rolfsii* ada variasi ekobiologi dan nampaknya terkait dengan daya adaptasi dari asal isolat. Jamur *S. rolfsii* asal tanaman duren (*Durio zibethinus* Murr) tumbuh optimum pada suhu 20-32°C (Lim dan Sijam, 1989); *S. rolfsii* asal tanaman tomat tumbuh optimum pada suhu 30°C dan *S. rolfsii* asal tanaman bawang (*Allium cepa* L.) tumbuh lebat dan membentuk sklerotia dalam jumlah banyak pada suhu antara 30-35°C, pada kisaran pH antara tiga sampai sembilan dengan pH optimum 5,5 untuk pertumbuhan koloni dan perkecambahan sklerotia (Ramanathan *et al.*, 1988).



Gambar 2

Pengaruh suhu terhadap pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* asal nilam

Effect of temperature on growth of Sclerotium rolfsii of patchouli

Pengujian patogenisitas jamur

Hasil inokulasi buatan jamur *S. rolfsii* asal tanaman nilam Sidikalang mampu menginfeksi semua varietas nilam (Sidikalang, Tapaktuan, Lhokseumawe), dan juga nilam jawa. Gejala yang terlihat jamur berkembang pada batang tanaman yang dekat dengan permukaan tanah kemudian daun seperti tersiram air panas. Setelah batang dan beberapa daun bagian bawah terserang, tanaman layu dan mati. Gejala penyakit hasil inokulasi yang terlihat sama seperti yang terjadi di lapang. Hal ini menunjukkan bahwa *S. rolfsii* merupakan patogen penyebab penyakit busuk batang pada tanaman nilam. *S. rolfsii* asal tanaman nilam dapat menginfeksi tanaman cabai, tomat, jagung, dan kacang tanah. Jamur berkembang tiga hari setelah infestasi, dengan terlihatnya miselium berwarna putih pada batang tanaman bagian bawah. Perkembangan jamur terjadi lebih cepat pada tanaman yang diperlakukan dengan sungkup daripada tanpa sungkup, hal ini dikarenakan perbedaan kelembapan. Pada tanaman yang disungkup, kelembapan mencapai 90%. Hal ini sejalan dengan hasil yang diperoleh Sumartini (2012), *S. rolfsii* dari kacang tanah semakin infeksiif pada kelembapan tinggi yang menyebabkan tingginya intensitas dan luas serangan. Sebaliknya, pada kelembapan yang rendah akan memacu *S. rolfsii* untuk membentuk sklerotia.

Tabel 2

Uji patogenisitas *S. rolfsii* (Sc-Bal 1) asal tanaman nilam pada varietas nilam dan tanaman lainnya
Pathogenicity test of S. rolfsii (Sc-Bal 1) of patchouli on varieties of patchouli and others

Tanaman	Hasil Inokulasi
Nilam Sidikalang	++
Nilam Tapaktuan	++
Nilam Lhokseumawe	+++
Nilam Jawa	+
Cabai (<i>Capsicum annum</i>)	++
Tomat (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	+++
Jagung (<i>Zea mays</i> L)	+
Kacang tanah (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	++

Keterangan: + = serangan ringan; ++ = serangan sedang; +++ = serangan berat

Note: + = mild attack; ++ = moderate attack; +++ = severe attack

Pengamatan pada tujuh hari setelah inokulasi menunjukkan tingkat keparahan serangan penyakit tertinggi secara berurutan terjadi pada nilam Lhokseumawe dan tomat, tingkat sedang pada tanaman nilam Sidikalang, Tapaktuan, cabai, dan kacang tanah. Tingkat keparahan paling ringan terjadi pada tanaman nilam jawa dan jagung. Setelah jaringan tanaman busuk dengan tingkat serangan lanjut, mulai terbentuk sklerotia, dan tiga minggu setelah inokulasi terbentuk sklerotia sempurna. Jamur *S. rolfsii* mempunyai kisaran inang yang luas dengan tingkat patogenisitas yang bervariasi (Yaqub dan Shahzad, 2005). *S. rolfsii* merupakan jamur parasit yang dapat tumbuh sebagai saprofit dan mempunyai kisaran inang yang luas. Jamur *Sclerotium* dapat menyerang lebih dari 500 spesies tanaman dari 100 famili tanaman di daerah tropika dan subtropika (Lim dan Sijam, 1989; Okereke dan Wokocha, 2007). Flores-Moctezuma *et al.* (2006) melaporkan bahwa *S. rolfsii* dapat menyerang gulma sebagai inang alternatif. Ada variasi patogenisitas dari tiap isolat asal *Sclerotium*. Yaqub dan Shahzad (2005) menguji patogenisitas *Sclerotium* dari berbagai tanaman dan mendapatkan isolat yang patogenisitasnya tinggi pada *Helianthus annuus*, *Vigna radiata*, dan *Beta vulgaris*; sedang patogenisitasnya pada *Lycopersicon esculentum*, *Lens culinaris*, *Cucurbita pepo* dan *Brassica oleracea* var. *capitata*; dan menyerang *Brassica oleracea* var. *botrytis*.

Pada umbi kentang nekrosa terlihat setelah 24 jam, dan jaringan membusuk dalam waktu lima hari setelah diinokulasi, tetapi pada tanaman gejala busuk pada pangkal batang terlihat 15 hari setelah inokulasi (Daami-Remadi *et al.*, 2007). Inokulum seberat tiga biji sorgum yang digunakan sebagai media untuk menumbuhkan *S. rolfsii* merupakan jumlah yang ideal untuk seleksi ketahanan *Helianthus tuberosus* L. (Sennoi *et al.*, 2012).

Di lapang, jamur *Sclerotium* mudah dikenali dengan melihat adanya miselium berwarna putih dan pada serangan lanjut akan terlihat adanya sklerotia. Pada tanaman nilam, gejala penyakit ini ditemukan di lapang dan persemaian, khususnya saat musim hujan dengan kelembapan yang tinggi. Apabila pada pertanaman nilam terlihat seperti gejala di atas perlu dilakukan pengendalian. Mengatur kondisi lingkungan dalam pembibitan nilam menjadi hal yang tidak dapat

diabaikan untuk menghindari munculnya organisme pengganggu tanaman. Okereke dan Wakocha (2007) melaporkan bahwa *S. rolfsii* merupakan jamur tular tanah dengan struktur bertahan berupa sklerotia yang dapat bertahan hingga 10 tahun dan bila terdapat tanaman inang maka penyakit ini akan dapat berkembang kembali. Harvey *et al.* (2002) melaporkan *allyl isothiocyanate* yang dihasilkan oleh kompos *Brassica juncea* (L.) Czerniak efektif menekan pertumbuhan miselia dan perkecambahan sklerotia *S. rolfsii*. Yaqub dan Shahzad (2006) melaporkan bahwa *Sclerotium* relatif tahan terhadap fungisida.

KESIMPULAN

Penyakit busuk batang pada tanaman nilam diidentifikasi sebagai jamur *S. rolfsii*. Jamur ini tumbuh optimum pada suhu 20-28°C, terhambat pada suhu 35°C, dan tidak tumbuh pada suhu 5°C. *S. rolfsii* asal tanaman nilam dapat menginfeksi nilam varietas Sidikalang, Lokseumawe, Tapaktuan, nilam jawa, serta tanaman cabai, jagung, tomat, dan kacang hijau. Lingkungan yang lembap dan banyak mengandung sisa-sisa tanaman sesuai untuk terjadinya infeksi *S. rolfsii*. Penggunaan media tanam dan bahan tanaman yang baik sangat dianjurkan untuk mengurangi kejadian penyakit busuk batang nilam.

DAFTAR PUSTAKA

- Barnett, H.L. and B.B. Hunter. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Third Ed. Burgess Publishing Company. 241 p.
- Daami-Remadi M., H. Jabnoun-Khiareddine, H. Ayed, and M. El Mahjoub. 2007. First report of *Sclerotium rolfsii* causing a typical soft rot on potato tubers in Tunisia. Tunisian J. of Plant Protection. 2: 59-62.
- Djiwanti, S.R. and Momota. 1991. Parasitic nematodes associated with patchouli disease in West Java. Indust. Crops. Res. J. 3(2): 31-34.
- Flores-Moctezuma, H.E., R. Montes-Belmont, A. Jimenez-Perez, and R. Nava-Juarez. 2006. Pathogenic diversity of *Sclerotium rolfsii* isolates from Mexico and potential control of southern blight through solarization and organic amendments. Crop Protection. 25: 195-201.

- Harvey, S.G., H.N. Hannahan, and C.E. Sams. 2002. Indian mustard and allyl isothiocyanate inhibit *Sclerotium rolfsii*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127(1): 27-31.
- Kwon, J.H., D.W. Kang, W.D. Song, and O. Choi. 2011. Occurrence of *Sclerotium* rot in *Allium tuberosum* caused by *Sclerotium rolfsii* in Korea. Mycobiology. 39(3): 230-232.
- Lim, T.K. and K. Sijam. 1989. A rot of detached durian fruits caused by *Sclerotium rolfsii*. Poktanika. 12(1): 11-14.
- Miyazawa, M., Y. Okuno, S. Nakamura, and H. Kosaka. 2000. Antimutagenic activity of flavonoids from *Pogostemon cablin*. J. Agric. Food Chem. 48: 642-647.
- Mordue, J.E. 1974. *Corticium rolfsii*. CMI description of pathogenic fungi and bacteria No. 410. Surrey: Commonwealth Mycological Institute.
- Mustika, I., A. Rachmat, dan Suyanto. 1995. Pengaruh pupuk, pestisida, bahan organik terhadap pH tanah, populasi nematoda, dan produksi nilam. Media Komunikasi Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. (15): 70-74.
- Nasrun, Christanti, T. Arwiyanto, dan I. Mariska. 2005. Seleksi antagonistik *Pseudomonas fluorescens* terhadap *Ralstonia solanacearum* penyebab penyakit layu bakteri nilam secara *in vitro*. Jurnal Stigma. 12(2): 228-231.
- Noveriza, R., G. Suastika, S.H. Hidayat, dan U. Kartosuwondo. 2012. Pengaruh infeksi virus terhadap produksi dan kadar minyak pada tiga varietas nilam (*Pogostemon cablin* Benth). Bul. Littro. 23: 93-101.
- Okereke, V.C. and R.C. Wokocha. 2007. *In vitro* growth of four isolates of *Sclerotium rolfsii* Sacc in the humid tropics. African Journal of Biotechnololy. 6(16): 1879-1881.
- Ramanathan N., B. Sivakadacham, and K. Theivendirarajah. 1988. A new isolate of *Sclerotium rolfsii* Sacc. causing bulb rot in onion (*Allium cepa* L. variety Poona Red). J. Natn. Sci. Coun Sri Lanka. 16(2): 183-194.
- Semangun, H. 1992. Host index of plant diseases in Indonesia. Gadjah Mada University Press. 351 pp.
- Sennoi R., S. Jogloy, W. Saksirriat, T. Kesmala, N. Singkham, and A. Patanothai. 2012. Levels of *Sclerotium rolfsii* inoculums influence identification of resistant genotypes in Jerusalem artichoke. African J. of Microbiology Res. 6(38): 6755-6760.
- Singh, M., S. Sharma, and S. Ramesh. 2002. Herbage, oil yield, and oil quality of patchouli [*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.] influenced by irrigation, organic mulch and nitrogen application in semi-arid tropical climate. Ind. Crops Prod. 16: 101-107.
- Sukamto. 2007. Penyakit utama pada tanaman nilam dan pengendaliannya. hlm. 691-700. Prosiding Seminar Nasional dan Pameran Perkembangan Teknologi Tanaman Obat dan Aromatik. Bogor, 5 September 2007.
- Sukamto. 2011. Penyakit budok dan pengendaliannya pada tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth). hlm. 156-162. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Perkebunan.
- Sumartini. 2012. Penyakit tular tanah (*Sclerotium rolfsii* dan *Rhizoctonia solani*) pada tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian serta cara pengendaliannya. J. Litbang Pertanian. 31(1): 27-34.
- von Arx, J.A. 1981. The genera of fungi sporulating in pure culture. J. Cramer Jerman. 424 p.
- Wahyuno, D dan Sukamto. 2010. Ketahanan *Pogostemon cablin* dan *Pogostemon heyneanus* terhadap *Synchytrium pogostemonis*. Jurnal Penelitian Tanaman Industri. 16: 91-97.
- Wahyuno, D. 2010. Pengelolaan perbenihan nilam untuk mencegah penyebaran penyakit budok (*Synchytrium pogostemonis*). Perspektif. 9: 1-11.
- Wahyuno, D., S.Y. Hartati, S.R. Djiwanti, R. Noveriza, dan Sukamto. 2011. Penyakit penting pada tanaman nilam dan usaha pengendaliannya. hlm. 66-110. Dalam : Supriadi, M. Rizal, dan D. Wahyuno. Bunga Rampai Nilam, Status Teknologi Hasil Penelitian Nilam. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balittro). Badan Litbang Pertanian.

- Wu, Y., Q. Gu, J. He, Y. Lin, L. Luo, and G. Liu. 2010. Genetic diversity analysis among and within populations of *Pogostemon cablin* from China with ISSR and SRAP markers. *Biochemical Systematics and Ecology*. 38: 63-72.
- Yaqub, F. and S. Shahzad. 2005. Effect of fungicides in *in vitro* growth of *Sclerotium rolfsii*. *Pak. J. Bot.* 38 (3): 881-883.
- Yaqub, F. and S. Shahzad. 2005. Pathogenicity of *Sclerotium rolfsii* in different crops and effect of inoculums density on colonization of mungbean and sunflowers roots. *Pak. J. Bot.* 37(1): 175-180.