

KETAHANAN 13 NOMOR KOLEKSI PLASMA NUTFAH JAMBU METE TERHADAP PENYAKIT BUSUK AKAR FUSARIUM

RESISTANCE OF 13 CASHEW GERMPLASM ACCESSIONS TO FUSARIUM ROOT ROT DISEASE

Dani, E. Taufiq, H. Supriadi, E. Randriani, dan Ilham N.A. Wicaksono

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
danithok@gmail.com

(Tanggal diterima: 25 Mei 2012, direvisi: 12 Juni 2012, disetujui terbit: 20 Juni 2012)

ABSTRAK

Busuk akar *Fusarium* merupakan salah satu penyakit penting yang menyerang tanaman jambu mete pada fase bibit maupun dewasa. Oleh sebab itu, upaya perakitan varietas tanaman jambu mete yang tahan terhadap serangan penyakit tersebut perlu dilakukan. Tujuan penelitian adalah menguji ketahanan nomor-nomor koleksi plasma nutfah jambu mete terhadap serangan penyakit busuk akar *Fusarium*. Seleksi dilakukan terhadap bibit hasil persarian terbuka dari 13 nomor aksesori jambu mete koleksi plasma nutfah di Kebun Percobaan (KP) Cikampek. Penelitian dilaksanakan pada fase bibit di dalam rumah plastik dengan naungan paranet intensitas 50% di KP Pakuwon. Perlakuan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok dengan tiga ulangan. Inokulasi buatan menggunakan isolat *Fusarium* sp. dari tanah yang dicairkan sampai kepadatan konidia 10^8 konidia/ml. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa seluruh nomor aksesori jambu mete yang diuji tidak tahan terhadap serangan penyakit busuk akar *Fusarium*. Persentase kejadian penyakit paling tinggi ditunjukkan oleh nomor aksesori Lembor 2, M Z Lux, dan Ekoae Kecil, yaitu mencapai 93,33%, sedangkan aksesori JN 26 menunjukkan persentase kejadian sebesar 63,33%. Tingkat keparahan penyakit paling tinggi ditunjukkan oleh nomor aksesori Menini 15, yaitu mencapai 83,56%, meskipun secara statistik tidak berbeda nyata dengan Kodi 2 dan Kobawani yang masing-masing 82,92% dan 82,48%.

Kata Kunci: Jambu mete, ketahanan, penyakit busuk akar *Fusarium*

ABSTRACT

Root rot caused by *Fusarium* is an important cashew disease which attacks any stage of cashew growing from seedlings to adult plant. Therefore, findings of new cashew variety being resistant to the disease should be done in breeding program. The aim of this work was to assess resistance of cashew accession numbers to the disease. Cashew seedlings derived from open pollinated of 13 cashew accessions were observed at germplasm collection of the crop planted at Cikampek Research Station. This work was held in nursery with 50% light intensity of paranet at Pakuwon Research Station. Treatments were arranged in randomized complete block design with three replications. Artificial inoculation used *Fusarium* isolated from soil was diluted in sterilized water with density of 10^8 conidia/ml was inoculated to the seedlings. Result showed that all cashew accessions tested were susceptible to the disease attack. Lembor 2, M Z Lux, and small Ekoae accessions revealed high in disease incidence which reached 93.33%. Whereas, JN 26 showed the lowest disease incidence, i.e. only 63.33%. The most severe disease symptom was show by Menini 15 (83.56%), although it was not significantly different from Kodi 2 and Kobawani reaching of 82.92% and 82.48%, respectively.

Keywords: Cashew, resistance, *Fusarium* root rot disease

PENDAHULUAN

Jambu mete (*Anacardium occidentale* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan rakyat yang memiliki potensi ekonomis cukup tinggi. Meskipun demikian, menurut data statistik FAO

(<http://faostat.fao.org>) pada tahun 2010 produktivitas gelondong mete Indonesia hanya sekitar 0,5 ton per hektar, jauh lebih rendah dibanding Vietnam yang sudah mencapai 3,4 ton per hektar. Menurut Daras (2007), rendahnya produktivitas mete di Indonesia disebabkan oleh

beberapa faktor, antara lain penggunaan benih non unggul, kondisi biofisik lahan, gangguan hama dan penyakit, serta pengelolaan kebun yang masih tradisional.

Tanaman jambu mete merupakan inang bagi banyak jenis hama dan penyakit. Bagian tanaman yang terserang dapat meliputi akar, batang, cabang, bunga dan buah semuanya (Asogwa *et al.*, 2008). Terdapat empat jenis organisme pengganggu tanaman (OPT) penting yang banyak menyerang tanaman jambu mete di Indonesia, yaitu jamur *Fusarium* penyebab penyakit busuk akar, *Lawana candida*, *Helopeltis* spp., dan *Aphis* sp. (Supriatna, 2004).

Serangan jamur *Fusarium* spp. pada bibit jambu mete telah banyak dilaporkan di Indonesia (Rahmat, 1994; Supriadi, 1997; Tombe, 1997). Spesies *Fusarium* yang paling sering ditemukan adalah *F. solani* dan *F. oxysporum*. Gejala serangan kedua spesies tersebut sangat sulit dibedakan secara visual. Kedua spesies *Fusarium* itu akan mengakibatkan akar tanaman membusuk dan berwarna hitam kecokelatan serta tanaman menjadi layu. Daun paling bawah mula-mula terlihat kusam kemudian layu, secara bertahap menguning dan akhirnya rontok. Masa inkubasi dan munculnya gejala awal pada benih yang diinokulasi *F. solani* kurang lebih satu minggu, tergantung jumlah konidia yang terdapat dalam tanah, sedangkan dengan *F. oxysporum* masa inkubasi rata-rata dua minggu atau lebih. Proses kematian tanaman lebih cepat oleh serangan *F. solani* (Tombe *et al.*, 1997).

Jamur *Fusarium* spp. termasuk penghuni tanah (*soil borne fungi*), biasanya terdapat pada daerah perakaran atau bagian bawah dari tanaman, dan berkembang lebih baik pada tanah yang keadaannya agak kering (Burgess, 1981). *Fusarium* spp. banyak ditemukan pada lahan kritis dan udaranya kering dengan kisaran suhu udara 14 °C-36 °C serta kelembaban udara 20-80% (Tombe, 1997; Rahmat, 1994; Nurawan dan Rahmat, 1995). Kondisi ekologi seperti itu secara umum banyak dijumpai pada pertanaman jambu mete di Indonesia sehingga peluang munculnya patogen tersebut cukup besar.

Hama dan penyakit tersebut dapat muncul pada setiap fase perkembangan tanaman dan dapat berpengaruh nyata terhadap hasil sehingga program pemuliaan ketahanan terhadap hama dan penyakit

menjadi sangat penting untuk dikembangkan (Paiva *et al.*, 2008). Program pemuliaan ketahanan jambu mete terhadap penyakit busuk akar *Fusarium* harus didukung oleh ketersediaan sumberdaya genetik yang luas (Smale *et al.*, 2001; Aliyu dan Awopetu, 2007).

Koleksi plasma nutfah jambu mete yang terdapat di Kebun Percobaan Cikampek hingga tahun 2010 tercatat sebanyak 178 nomor yang berasal dari berbagai daerah di Indonesia maupun dari luar negeri (introduksi). Meskipun demikian, hingga saat ini baru sebagian kecil dari koleksi plasma nutfah tersebut yang telah diuji ketahanannya terhadap serangan hama dan penyakit, khususnya busuk akar *Fusarium*. Menurut Russel (1981), dalam pengujian ketahanan tanaman terhadap penyakit, populasi tanaman perlu dipaparkan pada serangan patogen sedemikian rupa sehingga tanaman yang tahan dan rentan dapat dibedakan dengan jelas.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji ketahanan 13 nomor koleksi plasma nutfah jambu mete terhadap serangan penyakit busuk akar *Fusarium*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah plastik di KP. Pakuwon, Parungkuda, Sukabumi pada ketinggian tempat 450 m dpl dan tipe iklim B. Waktu penelitian antara bulan Juli–Desember 2011.

Bahan genetik yang digunakan dalam penelitian berupa biji hasil penyerbukan terbuka (*open pollinated*) yang berasal dari 13 nomor aksesori jambu mete di KP. Cikampek (Tabel 1). Salah satu aksesori, yaitu JN 26 digunakan sebagai pembanding karena berdasarkan hasil penelitian Supriadi *et al.* (2011) aksesori ini tahan terhadap penyakit busuk akar *Fusarium*. Biji dijemur terlebih dahulu sebelum disemaikan. Setelah biji mencapai kadar air $\pm 10\%$ kemudian direndam dalam air selama 24 jam. Biji yang tenggelam kemudian dipilih dan disemaikan dalam bak perkecambahan yang berisi media tanah yang sudah disterilkan. Setelah bibit berumur dua minggu sejak berkecambah kemudian dipindah ke dalam polibag berisi media tanah yang sudah disterilkan.

Tabel 1. Daftar aksesi jambu mete yang akan digunakan sebagai materi seleksi

Table 1. List of cashew accessions used as selection material

No	Aksesi	Asal daerah	Tahun tanam	Blok koleksi
1.	Lembor 1	Manggarai	2005	B II
2.	Lembor 2	Manggarai	2005	B II
3.	Sanangguang 1	Manggarai	2005	B II
4.	M Z Lux	Sumbawa Besar	2005	B II
5.	Kasim Lux	Sumbawa Besar	2005	B II
6.	Kobawani	Sumbawa Besar	2005	B II
7.	Menini 15	Sumbawa Besar	2005	B II
8.	Agus Dapa	Mataram	2005	B II
9.	Kodi 1	Kodi	2005	B II
10.	Kodi 2	Kodi	2005	B II
11.	Camplong 1	Kupang	2005	B II
12.	Ekoae Kecil	Ende	2005	B II
13.	JN 26	Jawa Tengah	1995	A I

Isolasi jamur *Fusarium* yang digunakan untuk inokulasi buatan dilakukan pada tanah bekas pertanaman jambu mete yang diketahui terserang penyakit busuk akar *Fusarium*. Isolasi menggunakan media selektif *Fusarium* (media KOMADA) pada cawan petri. Isolat jamur *Fusarium* spp. kemudian dibiakkan dalam media PDA (*Potato Dektrosa Agar*) dan diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hari sambil di-*shaker*. Media cair yang dihasilkan kemudian disaring menggunakan kain kasa dan disentrifuse untuk diambil konidianya. Konidia yang dihasilkan diencerkan kembali menggunakan air steril sampai kepadatan konidia 10^8 konidia/ml dan siap digunakan untuk inokulasi buatan.

Jamur *Fusarium* tumbuh optimum pada temperatur 25 °C dan pergantian terang dan gelap selama masing-masing 12 jam (Adeniyi *et al.*, 2011). Kisaran suhu udara di KP Pakuwon pada saat penelitian berlangsung adalah 19 °C-27 °C sehingga mendukung pertumbuhan dan perkembangan jamur *Fusarium*.

Inokulasi buatan dilakukan dengan cara menggali permukaan media tanam bibit jambu mete pada polibag sehingga terlihat pangkal batang dan perakarannya. Inokulasi dilakukan dengan menuang 5 ml cairan suspensi konidia, kemudian diamati masa inkubasi, persentase kejadian dan keparahan penyakitnya mulai dua hingga delapan minggu setelah inokulasi. Pengamatan gejala penyakit di atas tanah (pelayuan daun) maupun di dalam tanah (pembusukan akar).

Persentase kejadian penyakit dihitung dengan rumus $I = \sum[x/N] \times 100\%$ dimana x jumlah tanaman yang menunjukkan gejala sakit dan

N adalah jumlah tanaman yang diamati (Cardoso *et al.*, 2004). Keparahan penyakit dihitung dengan rumus $K = \sum[k.Nk]/Z.N$, dimana K = keparahan penyakit, k = skala keparahan penyakit, Nk = jumlah tanaman dengan skala keparahan penyakit ke- k , Z = skala keparahan tertinggi dan N = jumlah tanaman yang diamati (Wahyuni *et al.*, 2006; Nahiyani dan Matsubara, 2012; Wang *et al.*, 2012). Skala keparahan penyakit meliputi: 0 = tidak tampak gejala perubahan warna akar dan pelayuan daun (0%); 1 = gejala kelayuan daun ringan (1–33%); 2 = gejala kelayuan daun sedang (34–66%); 3 = gejala kelayuan daun berat (67–100%) dan 4 = tanaman mati (Trapero-Casas dan Jimenez-Diaz, 1985).

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan tiga blok sebagai ulangan ($n = 3$). Masing-masing nomor aksesi per blok terdiri dari 30 tanaman. Apabila terdapat beda nyata antar perlakuan, nilai tengah antar perlakuan kemudian dibandingkan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%. Kategori ketahanan dibagi menjadi: **tahan** jika tanaman terserang 0-10% ; **moderat tahan** jika terserang > 10-25%; **moderat rentan** jika terserang > 25-50%; **rentan** jika terserang >50%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil inokulasi buatan terhadap bibit jambu mete menunjukkan bahwa 13 nomor aksesi yang diuji dikategorikan tidak tahan terhadap serangan jamur *Fusarium* spp. Persentase kejadian penyakit

busuk akar *Fusarium* pada semua nomor aksesi jambu mete yang diuji, termasuk JN 26, mencapai >50% (Tabel 2). Gejala serangan penyakit ditunjukkan dengan menguningnya daun dan selanjutnya mengering dimulai dari daun paling bawah. Ini berbeda dengan hasil penelitian Supriadi *et al.* (2011) yang menunjukkan bahwa nomor aksesi JN 26 tergolong sangat tahan terhadap penyakit busuk akar *Fusarium*.

Adanya perbedaan dengan hasil penelitian sebelumnya diduga disebabkan oleh perbedaan ras jamur *Fusarium* yang digunakan dalam pengujian. Sifat ketahanan terhadap serangan jamur *Fusarium* pada beberapa jenis tanaman, seperti tomat (Scott dan Jones, 1989; Tanyolac dan Akkale, 2010) dan legum (Infantino *et al.*, 2006; Miklas *et al.*, 2006), dikendalikan oleh gen-gen mayor (gen dominan tunggal = *single dominant gene*) sehingga hanya efektif terhadap ras patogen tertentu. Bentuk reaksi ketahanan demikian seringkali dikategorikan sebagai ketahanan vertikal (Chahal dan Gosal, 2002). Kelemahan utama dari tipe ketahanan vertikal adalah peluang munculnya ras baru patogen yang mampu mematahkan ketahanan tersebut (Brown dan Caligari, 2011).

Tingkat keparahan penyakit busuk akar *Fusarium* yang ditunjukkan oleh nomor-nomor aksesi jambu mete yang diamati pada umumnya tergolong tinggi (>70%), kecuali untuk nomor aksesi JN 26 tergolong sedang (<70%). Ini menandakan bahwa tingkat kerusakan yang

diakibatkan oleh penyakit busuk akar *Fusarium* pada nomor aksesi JN 26 (69,84%) merupakan yang paling rendah, meskipun secara statistik tidak berbeda nyata dengan nomor aksesi Sanangguang 1 (71,18%). Nomor aksesi yang menunjukkan tingkat kerusakan paling parah adalah Menini 15 (83,56%), meskipun secara statistik tidak berbeda nyata dengan Kodi 2 (82,92%).

Tingginya keparahan penyakit diduga ada kaitannya dengan kondisi lingkungan, khususnya media tanam. Tanah yang digunakan sebagai media tanam adalah jenis latosol yang didominasi oleh fraksi liat (*clay*) sehingga mudah menjadi padat ketika disiram air. Menurut Tu (1994) dan Mukankusi *et al.* (2011), tanah yang padat akan mengurangi kemampuan akar tanaman untuk menembus tanah sehingga menekan pertumbuhan bibit dan meningkatkan kerentanan terhadap infeksi busuk akar *Fusarium*.

Hasil pengujian ketahanan 13 aksesi jambu mete pada fase bibit terhadap penyakit busuk akar *Fusarium* baru merupakan informasi awal. Pengujian lebih lanjut perlu dilakukan pada fase pertumbuhan, kondisi lingkungan, dan ras patogen yang berbeda. Hal ini penting untuk mendapatkan informasi yang lengkap mengenai ekspresi ketahanan terhadap penyakit busuk akar *Fusarium* serta mengidentifikasi pola pewarisannya. Pengujian ketahanan terhadap penyakit busuk akar *Fusarium* juga perlu dilakukan terhadap aksesi-aksesi jambu mete yang lain di KP. Cikampek.

Tabel 2. Kejadian dan keparahan penyakit busuk akar *Fusarium* yang ditunjukkan oleh masing-masing nomor koleksi jambu mete pada fase bibit setelah inokulasi buatan.

Table 2. Incidence and severity of *Fusarium* root disease showed by respective accession numbers at seedling stage after artificial innovation

No	Nomor aksesi	Kejadian penyakit (%)	Keparahan penyakit (%)	Kategori ketahanan
1.	Lembor 1	90,00 ^{bc}	74,79 ^{bc}	Rentan
2.	Lembor 2	93,33 ^c	73,96 ^b	Rentan
3.	Sanangguang 1	86,67 ^{bc}	71,18 ^a	Rentan
4.	M Z Lux	93,33 ^c	75,93 ^{bcd}	Rentan
5.	Kasim Lux	90,00 ^{bc}	74,64 ^{bc}	Rentan
6.	Kobawani	90,00 ^{bc}	82,48 ^{fg}	Rentan
7.	Menini 15	86,67 ^{bc}	83,56 ^g	Rentan
8.	Agus Dapa	83,33 ^b	78,97 ^e	Rentan
9.	Kodi 1	86,67 ^{bc}	76,85 ^{cde}	Rentan
10.	Kodi 2	86,67 ^{bc}	82,92 ^g	Rentan
11.	Camplong 1	83,33 ^b	77,59 ^{de}	Rentan
12.	Ekoe Kecil	93,33 ^c	78,43 ^e	Rentan
13.	JN 26	63,33 ^a	69,84 ^a	Rentan

Keterangan : Huruf yang sama dari setiap kolom menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf $\alpha=0,01$

Notes : The same superscript letters mean no significant differences at $\alpha=0,01$

KESIMPULAN

Hasil evaluasi ketahanan 13 aksesori jambu mete pada fase bibit terhadap penyakit busuk akar *Fusarium* menunjukkan bahwa terdapat variasi kejadian dan keparahan penyakit antar aksesori yang diuji. Meskipun demikian, seluruh aksesori tersebut dikategorikan tidak tahan (rentan).

DAFTAR PUSTAKA

- Adeniyi, D. O., S. B. Orisajo, O. A. Fademi, O. O. Adenuga, and L. N. Dongo, 2011. Physiological studies of fungi complexes associated with cashew diseases. *ARPN Journ. of Agr. and Biol. Sci.* 6 (4):34-38.
- Aliyu, O. M. and J. A. Awopetu. 2007. Chromosome studies in cashew (*Anacardium occidentale* L.). Full length research paper. *African Journal of Biotechnology* 6 (2): 131-136.
- Asogwa, E. U., L. A. Hamed, and T. C. N. Ndubuaku. 2008. Integrated production and protection practices of cashew (*Anacardium occidentale*) in Nigeria. *African Journal of Biotechnology* 7 (25): 4868-4873.
- Brown, J. and P. Caligari. 2011. An Introduction to Plant Breeding. John Wiley & Sons.
- Burgess, L. W. 1981. General Ecology of the Fusaria. In *Fusarium: Diseases, Biology and Taxonomy*. (Eds.) by Nelson P. E., Toussoun T. A. and Cook R. J. University Park: The Pennsylvania State University.
- Cardoso, J. E., Santos, A. A., Rossetti, A. G., and Vidal, J. C. 2004. Relationship between incidence and severity of cashew Gummosis in Semiarid North-eastern Brazil. *Plant Pathology* 53: 363-367.
- Chahal, G.S. and S.S. Gosal. 2002. Principles and Procedures of Plant Breeding: Biotechnological and Conventional Approaches. Alpha Science International Ltd., Harrow, U.K.
- Daras, U., 2007. Strategi dan inovasi teknologi peningkatan produktivitas jambu mete di Nusa Tenggara. *Jurnal Litbang Pertanian* 26 (1): 25-34.
- Infantino, A., M. Kharrat, L. Riccioni, C. J. Coyne, K. E. McPhee, and N. J. Grunwald. 2006. Screening techniques and sources of resistance to root diseases in cool season food legumes. *Euphytica* 147: 201-221.
- Miklas, P. N., J. D. Kelly, S. E. Beebe, and M. W. Blair. 2006. Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: From classical to MAS breeding. *Euphytica* 147: 105-131.
- Mukankusi, C. M., R. J. Mells, J. Derera, R. A. Buruchara, and D. Mark. 2011. A screening technique for resistance to *Fusarium* root rot of common bean. *African Journ. of Plant Sci.*, 5 (3):152-161.
- Nahiyani, A. S. M. and Y-i. Matsubara. 2012. Tolerance to *Fusarium* root rot and changes in antioxidative ability in mycorrhizal asparagus plants. *Hort Science* 47 (3): 356-360.
- Nurawan dan A. Rahmat. 1995. Laporan kegiatan SL-PHT jambu mete di Karangasem, Bali. Makalah disampaikan pada Seminar Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, 15 Desember 1995. 9 hlm.
- Paiva, J. R., L. de N. Barros, and J. J. V. Cavalcanti. 2008. Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Breeding: A Global Perspective. In S. M. Jain and P. M. Priyadarshan (Eds.), *Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species*. Springer Science+Business Media, LLC 2009. 653 p.
- Rahmat, A. 1994. Laporan kegiatan SL-PHT jambu mete di Karangasem, Bali dan hasil yang dicapai periode Juli-Agustus 1994. Laporan intern Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. 7 hlm. Tidak dipublikasikan.
- Russel, G. E. 1981. Plant Breeding for Pest and Disease Resistance. Butterworth & Co. (Publishers) Ltd. 485 p.
- Scott, J. W. and J. P. Jones. 1989. Monogenic resistance in tomato to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 3. *Euphytica* 40: 49-53.
- Smale, M., K. Day-Rubenstein, A. Zohrabian, and T. Hodgkin. 2001. The demand for crop genetic resources: international use of the U.S. National Plant Germplasm System. *EPTD Discussion Paper* 82:1-33.
- Supriadi. 1997. Pengamatan penyakit pada bibit jambu mete di pulau Lombok, NTB. Laporan Perjalanan Dinas. Tidak dipublikasikan.
- Supriadi, H., E. Taufik, dan R. Harni. 2011. Evaluasi ketahanan sepuluh aksesori jambu mete terhadap penyakit busuk akar *Fusarium*. *Buletin RISTR*. 2 (2): 125-130.
- Supriatna, A., 2004. Permasalahan Usaha Tani Jambu Mete di NTB dan Pemecahannya. Dimuat dalam Tabloid Sinar Tani, 12 Januari 2004.
- Tanyolaç, B. and Cengiz Akkale. 2010. Screening of resistance genes to fusarium root rot and fusarium wilt diseases in F3 family lines of tomato (*Lycopersicon esculentum*) using RAPD and CAP smarkers. *African Journal of Biotechnology* 9 (19): 2727-2730.

- Tombe, M. 1997. Deteksi dini dan penilaian kerusakan akibat serangan patogen tanah pada jambu mete. Laporan Penelitian "Pest Risk Assessment" dan Organisme Pengganggu Tanaman Perkebunan. Ditjenbun-Balitro. 6 hlm. Tidak Dipublikasikan.
- Tombe, M., E. Taufik, Supriadi, dan D, Sitepu. 1997. Penyakit busuk akar *Fusarium* pada bibit jambu mete. Dalam Prosiding Forum Konsultasi Ilmiah Perbenihan Tanaman Rempah dan Obat. Bogor, 13-14 Maret 1997. Hlm: 183-190.
- Trapero-Casas, A. and R. M. Jimenez-Diaz. 1985. Fungal wilt and root rot diseases of chickpea in Southern Spain. *Phytopathology* 75: 1146-1151.
- Tu, J. C. 1994. Effects of soil compaction, temperature, and moisture on the development of the *Fusarium* root rot complex of pea in southwestern Ontario. *Phytoprotection* 75 (3): 125-131.
- Wahyuni, W. S., H. S. Addy, B. Arman, T. C. Setyowati. 2006. Sinergisme *Lumbricus rubellus* dengan *Pseudomonas putida* Pf-20 dalam menginduksi ketahanan mentimun terhadap *Cucumber Mosaic Virus*. *Hayati* 13 (3): 95-100.
- Wang, L., H. Feng, L. Teng, X. Chen, H. Dan, S. Lu, J. Xu, and L. Zhou. 2012. Effects of long-term cotton plantations on *Fusarium* and *Verticillium* wilt diseases infection in China. *African Journal of Agricultural Research* 7 (10): 1562-1565.