

Efektivitas Pupuk Cair *Pseudomonas fluorescens* Agensia Pengendali Hayati Terhadap Penyakit Mosaik Tanaman Kakao

Wiwit Probowati^{1)*}, Ika Afifah Nugraheni²⁾, Titin Aryani³⁾

^{1,2} Program Studi Bioteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

³ Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

*E-mail: wiwitprobo@unisayogya.ac.id

Paper submit : 12 Februari 2020, Paper publish: Maret 2021

Abstract – Cocoa mosaic disease is one of disease which is cause cocoa trees suffering. Cocoa mosaic disease almost all caused by Cocoa swollen shoot virus (CSSV). In the framework of integrated pest and disease management (IPM) strategy, the use of biological agents and botanical extract pesticide have received attention and developed by experts or practitioner/ farmers because it has a function as environment-friendly pesticide. *Pseudomonas fluorescens* are obligate aerobic bacteria that are very valuable for agricultural technology. The bacteria also protects plants from pathogens infection by producing secondary metabolites that kill bacteria and other virus so the bacteria can used as safe and environmentally friendly biological control agents. This study aims to determine the effectiveness of *P. fluorescens* liquid fertilizer formula to suppressing mosaic disease in cocoa plants. The research method was carried out by making a liquid formula from *P. fluorescens* with a concentration of 25%, 50% and 75% and then applying it to cocoa plants that were infected by mosaic disease. The liquid fertilizer formula is also compared to spraying using chemical insecticides. The results showed that at a liquid formula concentration of 75% it could have a positive effect on the growth and development of cocoa plants. Then from research results, the liquid formula *P. fluorescens* 75% was able to suppress the mosaic symptoms most effectively by disappearing the mosaic spots on the leaves, delaying leaf shedding and accelerating the growth of new shoots of cocoa plants.

Keywords: Effectivity, *Pseudomonas fluorescens*, mosaic disease, cocoa

Abstrak – Penyakit kakao yang sampai saat ini merugikan adalah adanya penyakit mosaik kakao. Penyakit mosaik pada tanaman kakao disebabkan oleh Cocoa swollen shoot virus (CSSV). Dalam kerangka strategi pengendalian hama penyakit terpadu (PHPT), penggunaan agensia hayati dan pestisida nabati dewasa ini kembali diperhatikan dan dikembangkan oleh pakar ataupun praktisi/ petani karena memiliki fungsi sebagai pestisida ramah lingkungan. *Pseudomonas fluorescens* adalah bakteri aerob obligat yang melindungi tanaman dari infeksi oleh patogen dengan memproduksi metabolit sekunder yang membunuh bakteri dan virus lain sehingga dapat dimanfaatkan sebagai agen pengendali hayati yang aman dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pupuk cair *P. fluorescens* dalam menekan penyakit mosaik pada tanaman kakao. Metode penelitian ini dilakukan dengan cara membuat formula cair dari *P. fluorescens* dengan konsentrasi 25%, 50% dan 75% kemudian mengaplikasikannya ke tanaman kakao yang terserang penyakit mosaik. Formula pupuk cair juga dibandingkan dengan penyemprotan menggunakan insektisida kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada konsentrasi formula cair 75% dapat memberikan efek positif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman kakao. Kemudian dari hasil penelitian formula cair dari *P. fluorescens* mampu menekan gejala mosaik paling efektif dengan menghilangkannya berkas mosaik pada daun, menghambat pengguguran daun dan mempercepat pertumbuhan tunas baru tanaman kakao.

Kata kunci: Efektivitas, *Pseudomonas fluorescens*, penyakit mosaik, kakao

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang merupakan komoditas unggulan nasional. Pada tahun 2015 sampai sekarang Indonesia menjadi produsen kakao terbesar ke-6 di dunia (Tresliyana, 2015). Kendala yang dihadapi dalam budidaya kakao di Indonesia adalah banyaknya hama dan penyakit yang antara lain disebabkan oleh virus. Di Indonesia, penyakit mosaik pada tanaman kakao untuk pertama kalinya dilaporkan oleh

Parnata pada tahun 1976. Tentang penyebab penyakitnya, Parnata, 1976 menduga kuat bahwa penyakit tersebut disebabkan oleh virus. Probowati *et al.* (2019) membuktikan bahwa penyebab penyakit mosaik pada tanaman kakao adalah Cocoa swollen shoot virus (CSSV).

Dalam kerangka strategi pengendalian hama penyakit terpadu (PHPT), penggunaan agensia hayati dan pestisida nabati dewasa ini kembali diperhatikan dan dikembangkan oleh pakar ataupun praktisi/ petani karena memiliki fungsi sebagai pestisida ramah

lingkungan. Pengendalian penyakit karena bakteri dan virus dapat dilakukan dengan menambahkan antagonis dan bahan organik ke dalam tanah (Ayed dan Tamimi, 2007). Pengendalian menggunakan agensia hayati merupakan pilihan yang perlu dikembangkan, sebab relatif murah dan mudah dilakukan, serta bersifat ramah lingkungan. *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* merupakan bakteri antagonis yang banyak dimanfaatkan sebagai agensia hayati baik untuk jamur, bakteri pathogen maupun virus (Arwiyanto dkk, 2007).

Usaha pengendalian virus pada saat ini masih ditekankan pada penggunaan pestisida sintetik untuk mengendalikan vektor virus. Penggunaan insektisida yang tidak bijaksana menimbulkan banyak masalah, antara lain kerusakan rantai makanan dan dampak kesehatan manusia sehingga perlu dilakukan pengendalian alternatif yang efektif dan ramah lingkungan. *Pseudomonas fluorescens* merupakan salah satu bakteri antagonis karena memiliki kemampuan mengimbas ketahanan sistemik. *P. fluorescens* dilaporkan meningkatkan kandungan senyawa fenol tanaman (Azizah, 2009 dan Chairul, 2003). *P. fluorescens* merupakan salah satu strain bakteri antagonis yang telah menunjukkan kemampuannya di dalam mengendalikan beberapa patogen tanaman, khususnya patogen tular tanah, baik in vitro, in planta, maupun in vivo. *P. fluorescens* mempunyai sifat “Plant Growth Promoting Rhizobacteria” (PGPR) (Elad *et. al.*, 2007), menghasilkan antibiotika 2,4-diasetilfloroglusinol (Phl atau DAPG) (Majid & Ashna, 2013 dan Ollenu & Owusu, 2009) dan siderofor (Soesanto, 2017), mampu mengkoloni akar tanaman (Soesanto 2008, 2009), serta mengimbas ketahanan tanaman (Raajimakers & Weller, 1998 dan Soesanto, 2010). Untuk dapat menggunakan agensia pengendalian hayati secara efektif diperlukan formulasi yang tepat dalam membuat ekstrak *P. fluorescens*. Formulasi pupuk cair *P. fluorescens* yang telah diketahui efektif memberikan perubahan terhadap tanaman kakao yang bergejala mosaic. Probowati dkk (2020) membuktikan bahwa formula pupuk cair *P. fluorescens* 75% adalah yang efektif

dalam memberikan pengaruh baik bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman kakao. Namun perlu pengamatan lebih lanjut bagaimana efeknya terhadap gejala mosaic tanaman kakao. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektifitas formula 75% *P. fluorescens* untuk menekan gejala penyakit mosaik pada tanaman kakao.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di perkebunan kakao milik rakyat di desa Banjaroya, Kalibawang, Kulonprogo. Analisis data laboratorium dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta.

1. Penyiapan Lahan Tanam Bibit Kakao

Bibit tanaman kakao Klon DR (Djati Runggo) berukuran 10 cm dibibitkan dalam polibag ukuran 500 gram sampai berukuran Panjang 30 cm dan siap digunakan. Lahan dibersihkan dari gulma dan diolah dengan dicampur pupuk kandang (1 kg m^{-2}).

2. Pembuatan Formula Cair *P. fluorescens*

Formula cair dibuat dengan merebus 400 g daging keong dengan 1 L air dan ditambahkan 2 g terasi sampai mendidih, kemudian disaring dan kaldunya dimasukkan ke dalam jerigen steril, ditutup rapat, dan disimpan pada suhu kamar sampai dingin (Soesanto *et.al.* 2010). Isolat *P. fluorescens* (konsentrasi 10^9 upk mL^{-1}) dimasukkan ke dalam kaldu keong dan dikocok (Daiki Orbital Shaker) selama 3 hari pada suhu ruang dengan kecepatan 150 rpm. Isolat bakteri *P. fluorescens* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan koleksi dari Laboratorium Terpadu Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta.

3. Pengaruh Pemberian *P. Fluorescens* terhadap Pertumbuhan Tanaman Kakao

Penelitian dirancang menggunakan rancangan acak kelompok nonfaktorial dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang dicoba meliputi kontrol, insektisida (bahan aktif Sipermetrin, konsentrasi 20 mL per 17 L air), serta penyiraman dan

penyemprotan *P. fluorescens* sebanyak 7 kali. Aplikasi *P. fluorescens* dilakukan dengan interval 1 minggu dengan dosis 20 mL tanaman-1 (untuk aplikasi 1-3) dan 40 mL tanaman-1 (untuk aplikasi ke 4-7) (Rustati dkk, 2004). Peubah yang diamati meliputi masa inkubasi, intensitas penyakit, tinggi akhir tanaman, panjang akar terpanjang (akhir penelitian), jumlah daun dan bobot kering akar, dan bobot akhir tanaman. Perhitungan intensitas penyakit menggunakan rumus:

$$IP = \frac{\sum(n \times v)}{N \times Z} \times 100\%$$

Dengan IP, intensitas penyakit (%); n, jumlah tanaman terserang pada tiap kategori; N, jumlah tanaman diamati; Z, nilai kategori serangan patogen; v, nilai setiap kategori serangan patogen. Penilaian gejala penyakit karena virus menggunakan skala (Dolores 1996).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertama dilakukan survey di perkebunan kakao milik rakyat di desa Banjaroya, Kalibawang Kulonprogo Yogyakarta. Hasil survey lokasi didapatkan kebun kakao klon Djati Runggo 1 (DR1) yang sebagian besar terserang penyakit



Gambar 1. Identifikasi gejala penyakit mosaik pada daun kakao di perkebunan kakao

Pada gambar tampak gejala mosaik pada daun kakao yang ditandai dengan adanya alur berbentuk lingkaran dan selanjutnya membentuk alur mirip bulu ayam.

4. Uji efektifitas formula cair *P. Fluorescens* 75% terhadap gejala mosaik tanaman kakao.

Penelitian dirancang dengan Secara terpisah setelah dilakukan uji efektifitas formulasi pupuk cair maka dilakukan penyemprotan tanaman kakao bergejala mosaik dengan *P. Fluorescens* 75%. Selanjutnya tanaman hasil perlakuan *P. Fluorescens* 75% dilakukan penanaman di lahan perkebunan. Setelah beradaptasi selama 1 bulan kemudian dilakukan penyemprotan kembali dengan formula cair *P. Fluorescens* 75% sebanyak 7 kali setiap minggu. Kemudian dilakukan pengamatan terhadap berkurangnya gejala penyakit mosaik pada tanaman kakao. Pengamatan meliputi:

- Berkurang/hilangnya berkas mosaik pada daun.
- Tumbuhnya tunas baru
- Berkurangnya daun gugur.

mosaik. Menurut Probowati *et al.*, (2019) klon DR1 yang memiliki gejala mosaik pada daunnya ini terbukti terserang Cacao swollen shoot virus (CSSV). Gejala secara jelas tampak pada daun kakao. Umur tanaman ini sekitar 15 tahun. Dari pohon-pohon inilah diandalkan produksi buah kakao yang dimanfaatkan bijinya untuk membuat makanan coklat.

Penyebaran penyakit mosaik ini diketahui dapat melalui perbanyakan teknik sambung samping maupun biji (Somowiyarjo dkk, 2014).



Gambar 2. Buah kakao yang sehat dan terinfeksi penyakit mosaik. a dan b) buah kakao yang tidak terinfeksi virus dan biji kakao yang sehat berwarna putih c, d) buah kakao yang terinfeksi virus dan biji kakao terinfeksi virus berwarna hitam.

Gejala mosaik dari tanaman kakao juga ditemukan pada buah dan biji kakao. Pada tanaman yang sehat akan memiliki buah yang sehat pula, artinya tidak ada gejala terinfeksi virus. Penampakan buah kakao memiliki kulit halus dan biji kakao berdaging buah warna putih dan antar biji tidak saling melekat. Sementara itu pada tanaman yang terinfeksi virus, kulit buah kakao terlihat berkerut dan

mengalami nekrosis. Ketika buah kakao dibelah akan tampak biji kakao yang berwarna hitam dan antar biji saling melekat. Tanaman kakao yang terserang virus juga dapat dilihat dari adanya pembengkakan pada bagian batang kakao (Gambar 3). Batang tanaman kakao yang membengkak ini akibat terserang *Cacao swollen shoot virus*.



Gambar 3. Batang tanaman kakao yang mengalami pembengkakan (swollen) karena terinfeksi virus

Berdasarkan pengamatan kondisi lapangan di perkebunan dimana banyak tanaman terserang CSSV dan gejala dapat diamati mulai dari daun, buah dan batang. Maka dari tanaman yang terinfeksi inilah yang akan digunakan untuk menghasilkan bibit

kakao pada penelitian ini. Pada penelitian ini diambil biji dari buah kakao yang terserang penyakit mosaik kemudian ditumbuhkan dalam polybag. Pengamatan gejala mosaik dari bibit tanaman terinfeksi ini dilakukan ketika tanaman sudah memiliki lebih dari 3

helai daun bergejala. Sampai saat ini tanaman telah mencapai tinggi 30 cm setelah 3 bulan dilakukan penanaman.



Gambar 4. Bibit tanaman tanaman kakao bergejala mosaik yang akan diberikan perlakuan formula cair *Pseudomonas fluorescens*.

Sementara itu penelitian di laboratorium dilakukan isolasi bakteri dari tanah perkebunan untuk mencari kandidat bakteri *Pseudomonas fluorescens*. Dari hasil isolasi dan identifikasi didapatkan bakteri *P. fluorescens* yang diinkubasi menggunakan medium Nutrient Broth (NB).

Kultur bakteri mulai berkembang ke tahap pencarian fase logaritmik. Kultur bakteri *P. fluorescens* pada medium NB didapatkan fase logaritmik. Fase log bakteri *P. fluorescens* diperoleh pada lama inokulasi selama 0,5 hari didapatkan kerapatan pertumbuhan $38,4 \times 10^9$ CFU/bidang pandang.

Hasil optimasi fase logaritmik bakteri dijadikan dasar untuk inkubasi bakteri pada

medium keong. Inkubasi medium keong dilakukan pada beberapa variabel konsentrasi bakteri diantaranya formula cair bakteri 25% (P1), 50% (P2) dan 75% (P3) yang diinkubasi selama 3 hari. Setelah inkubasi baru dilakukan aplikasi penyemprotan pada tanaman bergejala mosaik berumur 3 bulan. Aplikasi diulang sebanyak 7 kali dengan rentang waktu penyemprotan 1 minggu. Penyemprotan juga dibandingkan dengan insektisida kimia.

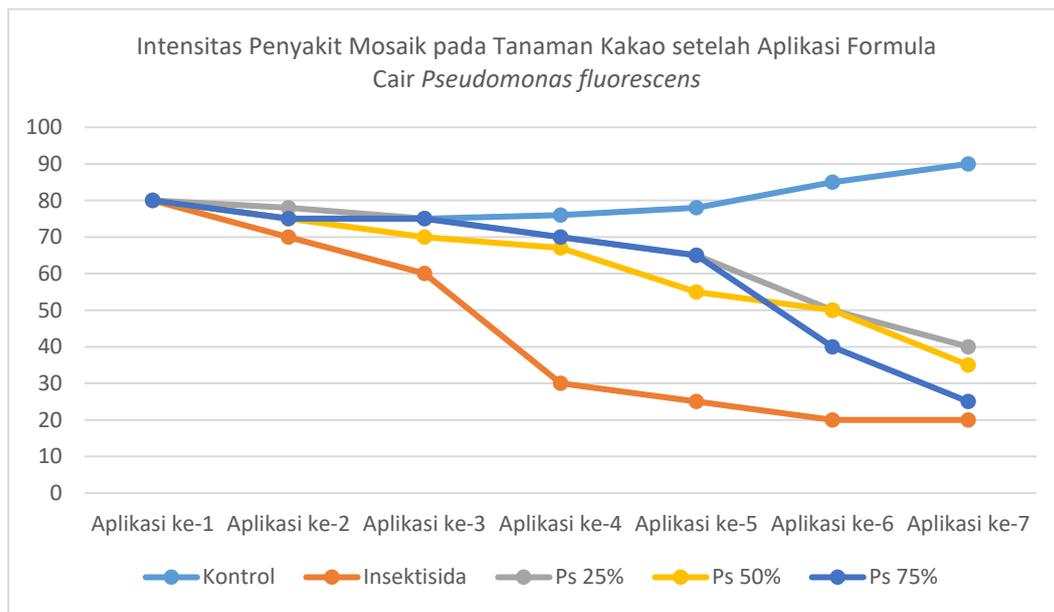
Setelah aplikasi selama 8 minggu maka dilakukan pengamatan akhir pertumbuhan tanaman. Pengamatan yang dilakukan meliputi pengukuran tinggi tanaman, panjang akar, diameter daun dan bobot kering tanaman. Hasil yang didapatkan sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil penyemprotan *P. fluorescens* terhadap pertumbuhan tanaman kakao

<i>Perlakuan</i>	<i>Tinggi tanaman (cm)</i>	<i>Panjang akar (cm)</i>	<i>Jumlah daun (helai)</i>	<i>Bobot kering akar (g)</i>	<i>Bobot kering tanaman, g/tanaman</i>
<i>Kontrol</i>	52.16	33.37	10	10.35	28.67
<i>Insektisida</i>	72.20	36.06	17	12.70	38.84
<i>Semprot 1x</i>	51.45	33.53	16	11.82	52.66
<i>Semprot 2x</i>	57.55	32.50	16	10.70	55.41
<i>Semprot 3x</i>	66.40	34.29	17	12.29	74.61
<i>Semprot 4x</i>	67.80	35.67	19	13.48	86.06
<i>Semprot 5x</i>	71.12	37.78	21	13.40	84.69
<i>Semprot 6x</i>	72.23	37.98	21	13.87	83.76
<i>Semprot 7x</i>	75.37	39.73	22	15.95	85.65

Parameter pertumbuhan tanaman kakao yang diukur antara lain tinggi tanaman, panjang akar, jumlah helai daun, bobot kering akar dan bobot kering tanaman. Pada tabel 1 pengamatan didapatkan hasil bahwa penyemprotan formula cair sampai 7 kali didapatkan tinggi tanaman yang optimal, jumlah daun lebih banyak dan bobot kering lebih besar. Tanaman kontrol yang hanya disemprot dengan air hingga 8 minggu

aplikasi dihasilkan tanaman yang lebih pendek dan memiliki bobot lebih rendah. Sementara itu aplikasi menggunakan insektisida sebanyak 7 kali dalam 8 minggu menjadikan tanaman memiliki tinggi yang relatif besar namun tidak memberikan implikasi yang berarti bagi peningkatan kering akar dan bobot kering tanaman dibandingkan aplikasi formula cair *P. fluorescens*.



Gambar 5. Intensitas penyakit mosaik pada tanman kakao setelah aplikasi ke-1 sampai aplikasi ke-7

Pada Gambar 5 dapat terpantau adanya penurunan intensitas gejala penyakit mosaik pada daun kakao yang teramati mulai dari aplikasi pertama sampai aplikasi ke-7. Grafik menunjukkan pada aplikasi ke-7 penyemprotan insektisida kimia memiliki hasil yang paling tinggi sebesar 20% penurunan intensitas penyakit mosaik. Sementara itu aplikasi formula cair konsentrasi 75% dapat menurunkan intensitas gejala penyakit sebesar 25%. Dapat dikatakan aplikasi paling optimum untuk pengendalian penyakit mosaik adalah formula cair 75%. Sedangkan pada tanaman kontrol yang hanya disemprot air memperlihatkan peningkatan gejala mosaik

seiring waktu. Ketiga konsentrasi formula cair pupuk *P. fluorescens* 25%, 50% dan 75% dapat dikatakan bahwa *P. fluorescens* paling baik dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan. Kemudian dari uji efektivitas formula cair *P. fluorescens* 75% diketahui paling efektif menekan gejala mosaik pada tanaman kakao. Hal tersebut ditandai dengan semakin berkurangnya berkas mosaik, memperlambat pengguguran daun dan mempercepat tumbuhnya tunas baru tanaman kakao. Formula Formulasi paling optimum yang dapat menurunkan intensitas gejala mosaik tananam kakao didapatkan dari aplikasi formulai cair *P. fluorescens* 75%.

SIMPULAN

Aplikasi formula cair *P. fluorescens* sebagai agensia hayati penyakit mosaik tanaman kakao didapatkan formula cair dengan konsentrasi 75% paling efektif dalam menekan penyakit mosaic pada tanaman

kakao dengan ditandai berkurangnya berkas mosaic pada daun, memperlambat pengguguran daun dan mempercepat tumbuhnya tunas baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Arwiyanto, T., Maryudani, YMS., Azizah, NN. 2007. Sifat-Sifat Fenotipik *Pseudomonas fluorescens*, Agensia Pengendalian Hayati Penyakit Lincat pada Tembakau Temanggung. BIODIVERSITAS. Vol.8, No.2.Hal:147-151.
- Ayed Amr and E. Al-Tamimi. 2007. Stability of The Crude Extracts of Ranunculus Asiaticus Anthocyanins and Their Use As Food Colourants. *International Journal of Food Science & Technology* . 42 (8). 985–991.
- Azizah N. 2009. Pengimbasan Ketahanan Bibit Pisang Raja terhadap Penyakit Layu Fusarium dengan Ekstrak Bakteri Antagonis. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto (Tidak Dipublikasikan).
- Chairul. 2003. Identifikasi secara cepat bahan bioaktif pada tumbuhan di lapangan. *Berita Biol.*6(4):621–630.
- Dolores LM. 1996. Management of Pepper Viruses. Di dalam: Proceeding on the AVNET II.Final Workshop Philippines; 1995 Feb 21–25. Manila (PH) AVRDC. hlm 334–342.
- Elad Y, Chet I, Baker R. 2007. Increased growth response of plants induced by rhizobacteria antagonistic to soilborne pathogenic fungi. *Plant Soil*. 98(3):325330. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF02378353>.
- Longworth, J.F. and J.M, Thresh. 2003. Field trials on the effect of a Nigerian swollen-shoot virus on the growth of different cacao types. *Ann.appl.Biol.* 52:217-224.
- Majid, A., dan Ashna, P. 2013. Keunggulan Kombinasi Agen Hayati *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis* untuk Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Pisang.<http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/5080>.
- Ollenu, L.A.A. and G.K. Owusu. 2009. *Isolation and study of mild strains of cocoa swollen shoot virus for possible cross protection*. Proceedings of the 4th International plant virus epidemiology workshop. Montpellier. France. Pp. 119-122.
- Parnata, Y. 1976. Beberapa Catatan Mengenai Penyakit Virus Tanaman Coklat di Sumatra Utara. *Bull. BPP Medan* 7 (1): 5-13.
- Probowati, W. Somowiyarjo, S. dan Hartono, S. 2019. Molecular characterization of Mosaic Virus from the cocoa trees showing mosaic symptoms in Yogyakarta. *Biodiversitas* Vol. 20 No.12: 3698-3704.
- Probowati, W. Pilar Rosatria F, dan Wahyuni W. 2020. Formulasi Pupuk Cair *Pseudomonas fluorescens* sebagai Agensia Pengendali Hayati Penyakit Mosaik Tanaman Kakao. VIGOR: *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika* 5: 56-60.
- Raaijmakers JM & Weller DM. 1998. Natural plant protection by 2,4- diacetyl phloroglucinolproducing *Pseudomonas* spp. in take-all decline soils. *Molecular Plant Microbe Interactions* 11: 144–152.
- Rustati R, Soesanto L & Wachjadi M. 2004. Pengendalian *Fusarium oxysporum* Schlecht. f.sp. zingiberi Trujillo pada Tanaman Jahe dengan Disinvestasi Tanah secara Hayati. Hal. 259–267. Dalam: Soesanto L, eds. *Prosiding Symposium Nasional I tentang Fusarium*. Purwokerto, 26-27 Agustus 2004.
- Soesanto L. 2000. Ecological and Biological Control of *Verticillium dahliae*. Ph.D. Thesis. Wageningen University, Wageningen.

- Soesanto L. 2017. Pengantar Pestisida Hayati, Adendum metabolit sekunder agenesia hayati Tanaman. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Soesanto L & Rahayunati RF. 2009. Pengimbasan ketahanan bibit pisang Ambon Kuning terhadap penyakit layu *Fusarium* dengan beberapa jamur antagonis. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 9(2): 130–140.
- Soesanto L, Mugiastuti E, Rahayuniati RF. 2010. Kajian mekanisme antagonis *Pseudomonas fluorescens* P60 terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici pada tanaman tomat in vivo. *Jurnal Hama Penyakit Tumbuhan Trop.* 10(2):108–115.
- Somowiyarjo, S., Sulandari, S., Hartono, S., Paradisa, Y.B., Aji, T.M. 2014. Etiologi Penyebab Malformasi Tunas Ranting Kakao di Kulonprogo, DIY dan Segayung, Jawa Tengah. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, Vol. 18 No.2: 95-102.
- Tresliyana, A., Anna Fariyanti dan Amzul Rifin. 2016. Daya saing kakao Indonesia di pasar Internasional. *Jurnal Manajemen & Agribisnis*. Vol 12. No.2.