

**INDUKSI KETAHANAN SECARA NABATI PADA ANGGREK
Phalaenopsis HIBRIDA UNTUK MENGENDALIKAN
PENYAKIT BUSUK LUNAK (Review)**

ORAL

Refa Firgiyanto dan Pitri Ratna Asih

Program Studi Produksi Pangan dan Hortikultura
Politeknik Pertanian dan Peternakan Mapena Tuban
e-mail: refa_firgiyanto@yahoo.com

ABSTRACT

Phalaenopsis orchid is one of the most popular orchid and widely cultivated by many people for potted plants and cut flowers because of the amount of flower is more than other, with larger flowers size, colorful and also has a longer flower stalks. A very influential factor in cultivation of Phalaenopsis is disease, such as soft rot disease caused by bacteria Dickeya dadantii. Inducing plant resistance orchid using resistance inducer compounds such as salicylic acid (SA) and silicate (Si) is one of the alternative prevention and control of the disease in order to trigger the activity of defense genes. Applications SA is able to decrease pathogen Odontoglossum Ringspot Virus (ORSV) and Dickeya dadantii, while giving Si able to reduce Blas disease in rice and PBK in cocoa. Application materials inducer general still using synthetic materials so that the costs required quite expensive and sometimes still quite rare if all of the farmers as a whole in Indonesia used it, in other side the use of synthetic chemicals for long time have any negative effects on the environment. Therefore, much-needed control of soft rot disease on Phalaenopsis with environmentally friendly through sustainable agriculture and utilization of local plant extracts containing salicylic acid and silicate compound. Some crops was produce SA, i.e. gandapura, rice, Clerodendrum paniculatum and some spice plants, for example of higher the content of SA in sweet potato crops causing the plant was resistant to the fungus Elsinoe batatas. Some crops was produce SI, i.e. rice, corn, bamboo, bagasse and legumes.

Keywords: envirotment, sustainable, resistance

PENDAHULUAN

Anggrek merupakan salah satu komoditas tanaman hias hortikultura yang mempunyai peranan penting di dunia dan di Indonesia karena mempunyai nilai estetika yang tinggi, dengan perkiraan luas panen anggrek di Indonesia pada tahun 2013 seluas 734 732 m² (BPS, 2014). *Phalaenopsis* adalah salah satu jenis anggrek yang paling banyak digemari dan dikembangkan oleh banyak orang baik dalam bentuk bunga potong dan tanaman pot. Wilayah persebaran anggrek *Phalaenopsis* meliputi daerah tropik maupun subtropik seperti Vietnam, Burma, Thailand, Malaysia, Indonesia dan Papua Nugini (Chang *et al.*, 2013). Anggrek *Phalaenopsis* terdiri atas *Phalaenopsis* spesies dan hibrida yang merupakan hasil persilangan antar anggrek. Kedua anggrek tersebut memiliki karakteristik yang berbeda, anggrek *Phalaenopsis* hibrida memiliki jumlah bunga relatif lebih banyak dengan

ukuran bunga lebih besar dan beraneka warna serta memiliki tangkai bunga yang lebih panjang.

Penyakit merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh dalam kegiatan budidaya anggrek *Phalaenopsis*. Penyakit tersebut antara lain adalah penyakit busuk lunak yang disebabkan oleh bakteri *Dickeya dadantii* (Fu & Huang 2011; Muharam *et al.*, 2012; Wu *et al.*, 2011; Joko *et al.*, 2014). Bakteri *D. dadantii* merupakan bakteri kelompok gram negatif golongan *Enterobacteriaceae* yang merupakan bakteri penyebab penyakit busuk lunak pada tanaman sukulen (Parent *et al.*, 1996; Muharram *et al.*, 2012). Gejala penyakit tersebut muncul karena adanya proses maserasi jaringan tanaman terutama pada dinding sel tanaman oleh serangkaian enzim pendegradasi atau *depolymerizing* enzim dalam jumlah yang besar (Hugouvieux-Cotte-Pattat *et al.*, 1996; Crepin *et al.*, 2012; Nasser *et al.*, 2013). Pada percobaan yang telah dilakukan oleh Firgiyanto (2015), melaporkan adanya gejala penyakit busuk lunak setelah diinokulasi pada seluruh anggrek *Phalaenopsis* hibrida yang digunakan pada saat pengujian yaitu *Phal.* KHM 205 (*Dtps.* Ihsin new girls KH5250), *Phal.* KHM 1126 (*Dtps.* Ihsin fireball KH6586#1), *Phal.* KHM 1318 (*Phal.* Sogo yukidian), *Phal.* AMP 17 dan *Phal.* KHM 2249 (*Phal.* Salu peoker x *Dtps.* Ihsin capriccioco).

Pengendalian penyakit busuk lunak pada umumnya masih mengandalkan pengendalian secara kimiawi yang intensif, akan tetapi pengendalian dengan cara tersebut menimbulkan beberapa dampak negatif diantaranya menyebabkan pencemaran lingkungan dan resistensi pathogen serta membutuhkan biaya yang mahal dan dapat menyebabkan penurunan kualitas secara keseluruhan karena residu dari penyemprotan pestisida menempel pada permukaan daun maupun bunga. Oleh karena itu, sangat dibutuhkan pencegahan dan pengendalian pathogen penyebab penyakit busuk lunak tersebut yang efektif, efisien dan ramah lingkungan serta tidak mengganggu penampilan tanaman. Beberapa alternatif yang dapat digunakan untuk pencegahan dan pengendalian tersebut antara lain dengan penggunaan varietas tahan, pemberian pupuk yang seimbang dan penginduksian ketahanan tanaman anggrek secara eksternal menggunakan senyawa penginduksi ketahanan yang ramah lingkungan.

Penginduksi ketahanan atau *Induced Resistance* merupakan preinokulasi tanaman dengan berbagai agen fisik, kimia, dan biologi yang dapat menyebabkan perubahan reaksi penyakit yang diakibatkan inokulasi berikutnya oleh patogen sasaran. Pada tumbuhan pada umumnya dikenal dua macam mekanisme ketahanan terhadap penyakit, yaitu ketahanan mekanis (fisik) dan ketahanan kimiawi (Semangun, 2006). Mekanisme ketahanan tersebut dapat ditingkatkan secara terinduksi melalui proses SAR (*Systemic Acquired Resistance*) atau ISR (*Induced Systemic Resistance*) yang melibatkan berbagai jenis gen, enzim dan protein. Kedua mekanisme tersebut berperan sama pentingnya dalam meningkatkan ketahanan tanaman.

Mekanisme ketahanan terimbas melalui SAR memiliki beberapa ciri atau sifat untuk pembuktiannya menurut Soesanto (2008) yaitu adanya

necrotizing patogen setelah inokulasi atau menggunakan aplikasi dari beberapa bahan kimia guna menghadapi serangan patogen, membutuhkan SA sebagai molekul sinyal pada tanaman dan disertai dengan induksi *pathogenesis related protein*. Mekanisme ketahanan ISR memiliki ciri yang berbeda dari SAR antara lain yaitu tidak adanya pengaruh toksin dari agensia pengimbas terhadap patogen penantang, perlunya jarak waktu antara penerapan pengimbas dan pembentukan perlindungan di dalam tanaman, tidak adanya hubungan tanggapan dosis khusus yang diketahui sebagai senyawa toksin, ketidakkhususannya perlindungan dan kebergantungan terhadap genotip tanaman. Tahapan mekanisme SAR menurut Delaney (1994) dan Ryals *et al.*, (1996) serta Lakani (2012) terdiri atas fase pertama yang merupakan fase induksi. Induksi dapat disebabkan oleh infeksi patogen atau faktor abiotik (bahan kimia), kemudian menyebabkan respon nekrosis yang terjadi secara terus menerus. Respon tersebut kemungkinan berasosiasi dengan respon lokal lainnya seperti reaksi hipersensitif dan pembentukan papilla. Fase kedua yaitu fase sinyal yang bersifat sistemik, ditranslokasikan melalui floem, dan dapat dipindahkan melalui grafting atau penyambungan, serta memiliki spektrum yang luas (tidak spesifik kultivar, spesies, genus). Fase terakhir yaitu fase ekspresi. Fase ini hanya akan terjadi apabila ada infeksi berikutnya setelah infeksi awal, akan tetapi apabila tidak ada infeksi, maka hanya akan terjadi mobilisasi tanpa diikuti ekspresi gen ketahanan tanaman dalam bentuk ketahanan fisik atau struktural, ketahanan kimiawi dan genetik. Contoh perlakuan ketahanan terimbas menggunakan sistem SAR adalah melalui aplikasi SA (SA) dan silikat (Si) guna memicu aktifitas gen ketahanan yang nantinya akan berperan dalam mengaktifkan atau memproduksi fitoaleksin, aktivitas enzim kitinase, β -1,3-glukanase, dan β -1,4-glukosidase (Syltje, 1998; Spletzer & Enyedi 1999; Zhu *et al.*, 2003; Hersanti, 2006).

Efek positif dari aplikasi SA telah dilaporkan oleh beberapa peneliti yaitu aplikasi SA mampu meningkatkan ketahanan anggrek terhadap *Odontoglossum Ringspot Virus* (ORSV) sampai 93,75% (Lakani, 2012) dan pemberian SA konsentrasi 10 ppm mampu menurunkan luas gejala serangan pada tiga hari setelah inokulasi (Firgiyanto, 2015). Efek positif dari pemberian SI telah dilaporkan oleh Wijaya *et al.*, (2009), yaitu aplikasi Si mampu menurunkan serangan PBK dalam kulit buah kakao disertai dengan peningkatan kadar polifenol, lignin, dan tingkat kekerasan kulit buah. Beberapa contoh dari keberhasilan aplikasi bahan penginduksi sebelumnya, pada umumnya masih menggunakan bahan sintetis sehingga biaya yang dibutuhkan cukup mahal dan terkadang masih cukup jarang ditemukan apabila ingin digunakan oleh petani secara menyeluruh di Indonesia, selain itu penggunaan bahan kimia sintetis yang terus menerus dikhawatirkan akan memiliki efek negatif untuk lingkungan seperti yang tercantum dalam peraturan (UE) No. 1907/2006 dan telah direvisi tanggal 26 juni 2011 bahwa penggunaan SA sintesis yang terus menerus antara lain akan berbahaya jika tertelan, menyebabkan kerusakan mata berat dan menyebabkan keracunan pada ikan. Adanya beberapa faktor negatif tersebut, menyebabkan

sangat dibutuhkannya pengendalian penyakit busuk lunak pada anggrek *Phalaenopsis* hibrida yang ramah lingkungan melalui pertanian berkelanjutan dan pemanfaatan bahan ekstrak tanaman lokal yang mengandung senyawa SA dan SI. Oleh karena itu, pembuatan makalah ini bertujuan untuk merangkum beberapa ekstrak tanaman yang kemungkinan besar memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan penginduksi ketahanan sehingga nantinya tercipta teknik pengendalian yang murah dan ramah lingkungan dengan berbasis sumber daya lokal.

PEMBAHASAN

Asam salisilat

Asam salisilat ditemukan untuk pertama kali oleh White pada tahun 1979 yang mengamati aspirin (*acetylsalicylic acid*) yang dapat menginduksi ketahanan pada tembakau (Sticher *et al.*, 1997). SA dan 2-dihidroxybenzoic acid merupakan dua senyawa derivat asam benzoat yang terhidroksilasi yang aktif sebagai agen penginduksi. Senyawa ini untuk pertama kali diidentifikasi sebagai komponen penginduksi secara endogen dari produksi panas yang dihasilkan oleh sejumlah tanaman yang menyukai kondisi panas (*thermogenic plants*). SA memiliki rumus $C_7H_6O_3$. Berbentuk hablur putih biasanya berbentuk jarum halus atau serbuk hablur putih. Senyawa ini merupakan senyawa metabolit sekunder yang berupa bubuk kristal dengan titik cair 157-159 °C, dapat larut dalam air dan pelarut organik lainnya, dengan pH sekitar 2,4 serta dapat dengan mudah dideteksi pada tanaman, karena menghasilkan fluoresensi pada panjang gelombang 412 nm (Raskin, 1992). Pengaruh SA terhadap pertumbuhan tanaman tergantung pada spesies tanaman, fase perkembangan dan konsentrasi SA tersebut pada tanaman (Rivas *et al.*, 2011), selain itu Van Loon (1999) dan Lakani (2012) melaporkan bahwa pengaruh SA untuk menginduksi ketahanan tanaman tidak akan sistemik jika disemprotkan atau diinjeksikan ke daun, tetapi efek sistemik dari SA baru akan tampak jika diaplikasikan ke tanah arena apabila diinjeksikan ke daun akan tersimpan di vakuola sel sebagai glukosa, dan jika diaplikasikan ke tanah akan diserap oleh akar dan ditransportasikan keseluruh tanaman (van Loon, 1999). Sinyal awal dari daun yang diinokulasi mengarah untuk aktivasi enzim atau kelompok enzim *precursor* PAL yang mengkonversi asam sinamat menjadi SA (Leon *et al.*, 1993).

Asam salisilat dapat dihasilkan dari senyawa sintesis dan dari senyawa nabati dari ekstrak tanaman yang bersumber dari bahan baku lokal yang ramah lingkungan dan murah. Beberapa ekstrak tanaman yang mengandung senyawa SA yang kemungkinan dapat digunakan sebagai alternatif dari penggunaan SA sintesis antara lain:

1. Gandapura (*Gaultheria fragran-tissima*)

Gandapura (*Gaultheria fragran-tissima*) atau dikenal sebagai *oil of wintergreen* merupakan tanaman minyak atsiri yang cukup potensial, karena mengandung metil salisilat sangat tinggi yang banyak digunakan dalam industri

makanan, minuman, farmasi dan kosmetik (Hernani, 2004). Minyak gandapura memiliki kandungan SA tinggi, mencapai 93%-98%.

2. Bayam Duri (*Amaranthus spinosus* L.)

Senyawa yang terkandung dalam bayam duri seperti tannin dan senyawa lainnya yang diketahui mampu menginaktivkan partikel virus dan berfungsi sebagai penghambat pada proses infeksi virus (Gibbs & Harrison, 1976). Hasil tersebut juga didukung oleh penelitian Duriat (2008) yang mampu menginduksi ketahanan tanaman cabai > 50% terhadap virus kuning kriting. Kristyaningrum *et al.*, (2015) juga melaporkan semua perlakuan ekstrak bayam duri mampu memperpanjang masa inkubasi dan menunda kemunculan gejala, sedangkan perlakuan aplikasi 3 kali mampu menurunkan intensitas serangan CMV. Penundaan kemunculan gejala CMV pada tanaman cabai besar disebabkan oleh pergerakan dan multiplikasi CMV dalam tanaman menjadi terhambat akibat adanya ekstrak tumbuhan sebagai agen penginduksi ketahanan tanaman yang mampu meningkatkan aktivitas PR-protein sehingga mampu mencegah multiplikasi, penyebaran virus, lokalisasi virus, serta berfungsi sebagai antimikroba yang menyebabkan gejala penyakit lebih lambat munculnya (Sutrawati dan Sariasih, 2008).

3. Bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*)

Aplikasi ekstrak nabati bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) pada penelitian yang dilakukan oleh Somowiyarjo *et al.* (2001) dapat menghambat infeksi virus CMV pada *chenopodium amaranticolor* sampai waktu jeda 96 jam (dibandingkan control), sedangkan menurut Duriat (2008) pemberian ekstrak nabati bunga pukul empat dapat menginduksi ketahanan sebesar 50% terhadap virus kuning kriting serta mampu meningkatkan hasil panen cabai sebesar 15-37% diatas kontrol. Rerata kandungan SA dalam tanaman cabai merah yang diinduksi bunga pukul empat (*M. jalapa*) meningkat 1,6–5 kali setelah diinokulasi CMV dibandingkan tanaman control (Hersanti, 2006).

4. Ekstrak nabati tanaman lainnya

Ekstrak tanaman lamtoro (*Leucaena glauca*) dan bunga pagoda (*Clerodendrum japonicum*) mampu menginduksi ketahanan masing-masing > 50% (Duriat 2008), *Clerodendrum aculeatum* mampu meningkatkan ketahanan tanaman tembakau terhadap TMV (Verma *et al.*, 1996), *Clerodendrum japonicum*, *Euphorbia hirta* dan *M. Jalapa* juga memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan penginduksi ketahanan (Hersanti, 2004). Duriat (2008) melaporkan tanaman pagoda (*C. japonicum*) dan tapak dara (*C. roseus*) mampu penginduksi ketahanan sistemik dalam menekan virus kuning keriting pada caba merah yang mudah diaplikasikan dan ramah lingkungan dengan peningkatan ketahanan lebih tinggi (53,99–134,38%) dibandingkan tanaman yang terinfeksi virus kuning keriting. Tanaman pagoda diduga mengandung senyawa turunan SA yang berperan dalam menginduksi teraktifkannya *systemic acquired resistance* melalui jalur *asamsalisilat-phenyl propanoid* (El-DougDoug *et al.*, 2007; Vogt, 2010). Kandungan SA berbeda-beda tergantung dari respon genetika tanaman dan lingkungan.

Kandungan SA pada tanaman cabai merah yang diinduksi dengan ekstrak tanaman mencapai 2,49–3,79 $\mu\text{g/g}$ atau 53,99–134,38% (Gunaeni *et al.*, 2015). Kandungan tersebut sudah mampu mengaktifkan ketahanan tanaman cabai merah terhadap virus kuning keriting, sedangkan Yalpani *et al.*, (1993), melaporkan kadar SA pada daun tembakau yang meningkat 70 kali dibandingkan sebelum diinokulasi CMV dengan kandungan minimal SA yang mampu mengaktifkan ketahanan sistemik diinduksi pada terhadap *Alternaria solani* sebesar 0,33 $\mu\text{g/g}$ bobot segar. Tanaman cabai merah yang diinduksi ketahanannya oleh ekstrak daun *Clerodendrum paniculatum* terhadap serangan CMV menunjukkan rendahnya intensitas serangan CMV dengan peningkatan kandungan SA sebanyak 1,2 – 5 kali dibandingkan dengan tanaman cabai merah tanpa diinduksi (kontrol). Jerami padi dan ubi jalar serta beberapa tanaman herbal lain juga mengandung SA namun konsentrasinya berbeda-beda. Hasil penelitian Shi *et al.*, (2007) menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak biji *Cnidii monnieri* baik sebelum maupun sesudah infeksi jamur embun tepung (*Sphaerotheca fuliginea*) dapat menekan perkembangan penyakit dan meningkatkan ketahanan tanaman. Menurut Supriadi *et al.*, ekstrak tanaman akar kucing, sambiloto, dan temulawak terkandung senyawa elisitor untuk menginduksi ketahanan yang efektifitasnya sebanding dengan SA.

Silika (Si)

Silika merupakan salah satu unsur mikro yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, selain itu juga berperan dalam kegiatan pengendalian penyakit tanaman. Rumus molekul silika yaitu SiO_2 (*silicon dioxide*). Pada SiO_2 murni tidak terdapat ion logam dan setiap atom oksigen merupakan atom penghubung antara dua atom silikon dan setiap atom silikon dikelilingi oleh empat atom oksigen (Vlack & Lawrence, 1994). Silika berbentuk amorf maupun kristal dengan tiga bentuk dasar yaitu kuarsa pada suhu 867°C, tridimit pada suhu 1470°C, dan kristobalit pada suhu 1730°C serta tidak larut dalam air, tahan terhadap zat kimia dan memiliki ekspansi termal rendah sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan refraktori (bahan tahan api), bahan keramik, adsorben dan pendukung katalis yang baik. Mekanisme kerja Si dalam mengendalikan penyakit adalah berfungsi sebagai penghalang mekanik (mencegah penetrasi jamur) karena Si terakumulasi pada dinding sel inang dan memicu produksi senyawa anti jamur seperti fitoaleksin, senyawa kitinase, fenol dan PR protein. Kaiser *et al.*, (2010) telah memanfaatkan Si untuk mengendalikan *P. cinnamomi*, pemberian Si dapat menghambat pertumbuhan *P. cinnamomi* 100% *in vitro*. Harni *et al.*, (2013) melaporkan hasil percobaan pada tingkat laboratorium dan rumah kaca bahwa formula minyak cengkeh danserai wangi yang ditambah asam salisilat dan silic dapat menghambat pertumbuhan *P. palmivora* 65-100% dan 66,25% pada bibit kakao di rumah kaca.

Beberapa bagian tanaman yang mengandung Si antara lain yaitu Si sekam padi yang memiliki butiran halus dan lebih reaktif dengan ketersediaan bahan baku yang melimpah dan dapat diperbaharui (Sembiring & Karo-Karo, 2007; Larby

2010). Sekam padi mengandung banyak Si *amorf* mencapai 94-96 % apabila dibakar mencapai suhu 500-700°C (Harsono, 2002; Siriluk & Yuttapong, 2005). Perolehan Si sekam padi dapat dilakukan dengan proses *sol-gel* pada suhu rendah dengan homogenitas tinggi. Abu dari daun dan tangkai serai juga mengandung 45 % Si yang merupakan penyebab desikasi (keluarnya cairan tubuh secara terus menerus) pada kulit serangga sehingga serangga akan mati kekeringan. Daun dan akar serai juga mengandung saponin, flavonoid, dan polifenol yang dapat memberikan aktivitas terhadap mikroba dengan ditunjukkan adanya zona hambat terhadap pertumbuhan bakteri yaitu dengan diameter 8 mm terhadap *Escherichia coli* dan 13 mm terhadap *Staphylococcus aureus* dengan konsentrasi masing-masing 25% (Poeloengan, 2009). Abu dari hasil pembakaran tongkol jagung, kayu, dan bamboo serta bahan tanam lain juga memiliki potensi sebagai bahan penghasil Si yang dapat digunakan sebagai bahan pengendali hama dan penyakit tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (ID). 2014. *Luas panen, Produksi, dan Produktivitas Tanaman Anggrek, 2009-2013*. [Internet]. [diunduh 2014 agustus 12]. Tersedia pada: <http://www.bps.go.id>.
- Chang Y.C.A., W.L. Lin., J.Y. Hou, W.Y. Yen, N. Lee. 2013. Concentration of 1-methylcyclopropene and the duration of its application affect anti-ethylene protection in *Phalaenopsis*. *Sci. Hort.* 153:117-123.
- Crepin, A., C. Barbey, A. Beury-Cirou, V. Helias, L. Taupin, S. Reverchon, W. Nasser, D. Faure, A. Dufour, N. Orange, M. Feuilloley, K. Heurlier, J. Burini, X. Latour. 2012. Quorum sensing molecules produced by reference and emerging soft-rot bacteria (*Dickeya* and *Pectobacterium* spp.). *Plos One* 7:35176.
- Delaney T., S. Uknes, B. Vernooij, L. Friedrich, K. Weymann, D. Negmtto, T. Gaftney, M. Gut-Rella, H. Kessmann, E. Ward, J. Ryals. (1994). A central role of salicylic acid in plant disease resistance. *Science*. 266:1247-1250.
- Duriat A.S. 2008. Pengaruh ekstrak bahan nabati dalam menginduksi ketahanan tanaman cabai terhadap vektor dan penyakit virus kuning keriting, *J. Hort.* 18(4):446-56.
- El-DougDoug K.A., H.H.A. Gomaa, R.A. Daoud. 2007. Elimination of some viruses infecting tomato plants by phyto antiviral, *Research J. of Agri. Biol. Sci.* 3(6):994-1001.
- Firgiyanto, R. 2015. Pertumbuhan dan Ketahanan terhadap Penyakit Busuk Lunak pada Anggrek *Phalaenopsis* dengan Pemupukan dan Asam salisilat. *Tesis*. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 91 Halaman.
- Fu, F.S., H.J. Huang. 2011. Molecular Characterization of the early Response of Orchid *Phalaenopsis amabilis* to *Erwinia chrysanthemi* Infection. University Road Tainan, Taiwan.

- Gibbs, A., B. Harrison. 1976. *Plant Virology: The Principles*. Edward Arnoldpublisher ltd, London. 292 Hlm.
- Gunaeni N., A.W. Wulandari, A. Hudayya. 2015. Pengaruh Bahan Ekstrak Tanaman terhadap Pathogenesis Related Protein dan Asam Salisilat dalam Menginduksi Resistensi Tanaman Cabai Merah terhadap Virus Kuning Keriting. *J. Hort.* 25(2):160-170.
- Harni R., W.Amaria , Supriadi. 2013. Keefektifan beberapa formula fungisida nabati eugenol dan citronella terhadap *Phytophthora palmivora* Bult. asal kakao. *Bul. Ris. Tan. Rempah dan Aneka Tan. Indus.* 4(1), 11-18.
- Harsono H.2002. Pembuatan Silika Amorf dari Limbah Sekam Padi, *J. Ilmu Das.* 3(2):98-103.
- Hernani. 2004. Gandapura: Pengolahan, fitokimia, minyak atsiri, dan dayaherbisida. Buletin Penelit. Tanam. Rempah dan Obat. (2):32-40.
- Hersanti. 2004. Pengaruh Ekstrak beberapa tumbuhan dalam menginduksi ketahanan sistemik tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.) terhadap Cucumber Mosaic Virus (CMV). *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana Universitas Padjajaran, Bandung. 115 hlm.
- Hersanti.2006. Kemampuan Beberapa Senyawa Kimia dalam Menginduksi Ketahanan Cabai Merah terhadapCucumber Mosaic Virus (CMV). Universitas Padjajaran, Bandung.
- Hugouvieux-Cotte-Pattat N., G. Condemine, W. Nasser, S. Reverchon. 1996. Regulation of pectinolysis in *Erwinia chrysanthemi*. *Annu. Rev. Microbiol.* 50:213-257.
- Joko T., A. Subandi, N. Kusumandari, A. Wibowo, A. Priyatmojo. 2014. Activities of plant cell wall-degrading enzymes by bacterial soft rot of Orchid. *Archiv. of Phytopatol.and Plant Protec.* 47(10):1239-1250.
- Kaiser, C., R. Vander Merwe, T.F. Bekker, N. Labuschagne. 2010. In-vitro inhibition of mycelial growth of several phytopathogenic fungi, including *Phytophthora cinnamomi* by solluble silicon. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 28.
- Karo-karo, P., S. Sembiring. 2007. Karakterisasi Silika Sekam Padi sebagai Bahan Keramik dengan Teknik Sintering. Laporan Penelitian DIPA Universitas Lampung, Lampung.
- Kristyaningrum V.T., M. Maartosudiro, T. Hadiastono. Ekstrak Bayam Duri (*Amaranthus spinosus* L.) sebagai Penginduksi Ketahanan Tanaman Cabai Besar (*Capsicum annum* L.) Terhadap Infeksi Cucumber Mosaic Virus (CMV). *J. HPT.* 3(1):2338-4336.

- Lakani, Irwan. 2012. Identifikasi Dan Karakterisasi Beberapa Virus Yang Menginfeksi Tanaman Anggrek Di Jawa Serta Induksi Ketahanan Sistemik Tanaman Anggrek Dengan Asam Salisilat. *Disertasi*. Sekolah pascsarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Larby, K.K. 2010. Synthesis of High Purity Silicon from Rice Husks. *Tesis*. Department of Materials Science and Engineering, University of Toronto. Toronto.
- Leon J., N. Yalpani, I. Raskin, M.A. Lawton. 1993. Induction of benzoic acid 2-hydroxylase in virus-inoculated tobacco. *Plant Physiol.* 103:323-328.
- Muharam A., R. Indrasti, Hanudin. 2012. Occurrence of *Dickeya dadantii* the causal agent of bacterial soft rot on orchids in DKI Jakarta and West Java Indonesia. *Crop. Env.* 3:37-44.
- Nasser W., C. Dorel, J. Wawrzyniak, F. Van Gijsegem, M. Groleau, E. Deziel, S. Reverchon. 2013. Vfm, a new quorum sensing system controls the virulence of *Dickeya dadantii*. *Environ. Microbiol.* 15:865-880.
- Parent J.G., M. Lacroix, D. Page, L. Vezina, S. Vegiard. 1996. Identification of *Erwinia carotovora* from Soft Rot disease Plant by random amplified polymorphic DNA (RAPD) Analysis. *Plant Dis.* 80:494-499.
- Poeloengan M. 2009. Pengaruh Minyak atsiri serai (*Andropogon citratus* DC.) terhadap Bakteri yang diisolasi dari sapi *Mastitis subklinis*. *Ber. Biol.* 9(6).
- Raskin I. 1992. Role of salicylic acid in plant. *Annu. Rev. Plant physio. Plant Mol. Biol.* 43:439-463.
- Rivas M.V., J. Plasencia. 2011. Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development. *J. Experiment Bot.* 62(10):3321-3338.
- Ryals, J., E. Ward, J.P. Métraux. (1992). *Systemic Acquired Resistance: An Inducible Defense Mechanism in Plants*. In *Inducible Plant Proteins: Their Biochemistry and Molecular Biology*. J.L. Wray, ed Cambridge University Press. Cambridge (UK). 205-229 hlm.
- Semangun. 1996. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Shi Z., F. Wang, W. Zhou, P. Zang, Y.J. Fan. 2007. Application of asthol induces a resistance response against powdery mildew in pumpkin leaves. *Inter. J. of Mol. Sci.* 8:1001-1012.
- Siriluk, C.S. Yuttapong. 2005. Structure of Mesoporous MCM-41 Prepared from Rice Husk Ash. *The 8th Asian Symposium on Visualization*. Chiangmai. Thailand. 1-7 hlm.

- Soesanto, L. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tumbuhan*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Somowiyarjo S., Y.B. Sumardiyono, S. Martoso. 2001. Inaktivasi CMV dengan ekstrak *Mirabilis jalapa*. dalam A. Purwanto, D. Sitepu, I. Mustika, K. Mulya, M.S. Sudjono, M. Machmud, S.H. Hidayat, Suradi, Widodo (Eds.) Prosiding Kongres Nasional XV1 dan Seminar Imiah PFI. Bogor. ISBN 979-95938-1-6:218-220.
- Spletzer M.E., A.J. Enyedi. 1999. Salicylic acid induces resistance to *Alternaria solani* in hydroponical grown tomato. *Phytopathol.* 89:722-727.
- Sticher L., B. Mauch-Mani, J.P. Métraux, 1997. Systemic acquired resistance. *Annu. Rev. Phytopathol.* 35: 235–270.
- Sutrawati M., Y. Sariasih. 2008. Ekstrak Tumbuhan sebagai Penginduksi Ketahanan Sistemik Tanaman Cabai Terhadap *Cucumber Mosaic Virus*. *J. Akta Agrosia*. 11(2): 96-101.
- VanLoon L.C. 1999. *Occurrence and Properties of Plant Pathogenesis-Related Proteins*. In: Datta SK, Muthukrishnan S, eds. *Pathogenesis-Related Proteins in Plants*. CRC Press, Boca Raton. 19 hlm.
- Verma H.N., S. Srivastava, Varsha, D. Kumar. 1996. Induction of Systemic Resistance in Plants Against Viruses By Basic Protein from *Clerodendrum aculeatum* Leaves. *Phytopathol.* 86:485-492.
- Vlack, V. H. Lawrence. 1994. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Edisi kelima. Terjemahan Sriati Djaprie. Jakarta. Erlangga.
- Wijaya K.A., A.A. Prawoto, S. Ihromi. 2009. *Induksi Ketahanan Tanaman Kakao Terhadap Hama Penggerek Buah Kakao dengan Aplikasi Silika*. *Pelita Perkebun*. 25(3):184-198.
- Wu P.H., D.D. Huang, D.C.N. Chang. 2011. Mycorrhizal symbiosis enhances *Phalaenopsis* Orchid's growth and resistance to *Dickeya dadantii*. *African J of Biotech.* 10(50):10095-10100.
- Yalpani N., V. Shulaev. I. Raskin. 1993. Endogenous salicylic acid levels correlated with accumulation of pathogenesis-related protein and virus resistance in Tobacco. *J. Phytopathol.* 83 :702-708.
- Zhu, J.Y., S. Schenck, M.M. Fitch, P. Moore. 2003. *Chemically Induced Acquired Resistance (SAR) of Carica papaya Against Disease*. American Society of Plant Biologist (ASPB).