

## **PENGENDALIAN ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN OBAT BERKELANJUTAN**

**Wiratno**

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat  
Jl. Tentara Pelajar No. 3, Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu  
Bogor 16111 - Jawa Barat  
Telp: 0251 - 8321879, 8327010; Fax: 0251 - 8327010  
E-mail: wiratno02@yahoo.com

### **ABSTRAK**

Meningkatnya kecenderungan masyarakat dunia akan produk pertanian yang bebas dari residu pestisida mendorong para ahli mempelajari kemungkinan substitusi penggunaan pestisida sintetis dengan pestisida yang lebih ramah terhadap lingkungan. Penggunaan pestisida sintetis seperti rodentisida, insektisida, molusisida, acarisida, fungisida dan nematisida yang kurang bijaksana mengakibatkan berbagai efek merugikan diantaranya timbulnya resistensi dan resurgensi hama, terbunuhnya serangga berguna seperti parasit, predator maupun penyerbuk, mengakibatkan pencemaran air, tanah dan udara yang pada akhirnya dapat mengganggu keseimbangan ekosistem dan yang tidak kalah pentingnya meninggalkan residu yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Sehubungan dengan hal tersebut sudah saatnya dicari alternatif metode pengendali lain yang memiliki efektifitas pengendalian setara dengan pestisida sintetis namun relatif lebih aman terhadap organisme hidup dan lingkungan. Pemanfaatan pestisida alami yaitu pestisida nabati dan BioPestisida diyakini mampu menjawab permasalahan residu dan degradasi lingkungan. Bahan aktif pestisida nabati tersusun dari senyawa sekunder tanaman sifatnya mudah terurai bila terpapar sinar matahari sehingga relatif tidak meninggalkan residu pada produk dan lingkungan. Penggunaan pestisida nabati memberikan efek ganda karena setelah diaplikasikan dan mengendalikan OPT, bahan aktifnya segera terurai dan dapat berfungsi sebagai pupuk sehingga dapat memperbaiki pertumbuhan dan meningkatkan produksi tanaman. BioPestisida merupakan musuh alami hama yang sifatnya spesifik hanya terhadap hama sasarannya saja sehingga relatif tidak membahayakan manusia dan lingkungan. Aplikasi BioPestisida dalam jangka panjang dapat memperbaiki keseimbangan ekosistem sehingga populasi hama dan penyakit dapat tertekan secara berkelanjutan. Pemanfaatan pestisida alami pada komoditas tanaman obat dapat menjamin ketersediaan bahan baku jamu yang bermutu tinggi yaitu bebas dari residu pestisida sehingga pasar produk-produk jamu terbuka lebar baik di dalam negeri maupun di pasar internasional.

**Kata kunci:** Herbal, mutu tinggi, pestisida alami, residu

### ***SUSTAINABLE CONTROL OF PLANT DISTURBER ORGANISM ON HERBS***

#### ***ABSTRACT***

*The rising trend of the world community of agricultural products free of pesticide residues prompted experts to study the possibility of substitution for the use of synthetic pesticides with more environmentally friendly pesticides. The use of synthetic pesticides such as rodenticides, insecticides, molluscicides, acaricides, fungicides and nematocides is unwise resulting in the adverse effects of pest resistance and resurgence, the destruction of useful insects such as parasites, predators and pollinators, resulting in water, soil and air pollution disturbs the balance of the ecosystem and is no less*

*important to leave residues that are very harmful to human health. In relation to that, it is time to look for alternatives to other control methods that have effective controls equivalent to synthetic pesticides but relatively safer to living organisms and the environment. Utilization of natural pesticide that is vegetable pesticide and Bio-Pesticide believed to be able to answer problem of residue and environmental degradation. The active ingredients of vegetable pesticides composed of secondary plant compounds are easily biodegradable when exposed to sunlight so they leave relatively no residue on the product and the environment. The use of vegetable pesticides gives a double effect because once applied and controlling the pest, the active ingredients decompose immediately and can function as fertilizers so as to improve growth and increase crop production. Bio-Pesticide is a natural enemies of pests that are specific only to the target pest, so it is relatively harmless to humans and the environment. Bio-Pesticide applications in the long term can improve the balance of ecosystems so that pest populations and diseases can be depressed in a sustainable manner. Utilization of natural pesticides on medicinal plant commodities can guarantee the availability of high quality herbal raw materials that is free from pesticide residues so that the market of herbal products is wide open both domestically and in the international market.*

**Keywords:** Herbs, high quality, natural pesticides, residues

## PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai peluang besar dalam mengembangkan tanaman obat, karena didukung beberapa faktor, antara lain; (1) memiliki sumber kekayaan keanekaragaman hayati terbesar di dunia (kedua setelah Brazil), sehingga masih banyak peluang untuk menggali jenis jenis tanaman obat baru; (2) iklim yang memungkinkan bercocok tanam sepanjang tahun, sehingga produksi dapat berkesinambungan; (3) ketersediaan lahan yang masih luas; (4) sosial budaya masyarakat yang sudah terbiasa menggunakan tanaman obat; (5) ekonomi masyarakat dengan daya beli rendah pada umumnya, dilain pihak harga obat industri farmasi yang relatif mahal, sehingga masyarakat lebih tertarik dengan obat tradisional; (6) obat tradisional menjadi alternatif ketika industri farmasi sudah tidak lagi memberikan harapan kesembuhan; (7) pengusaha obat tradisional dapat menyerap tenaga kerja karena pada umumnya dilakukan secara konvensional, dan faktor lainnya.

Beberapa contoh obat tradisional yang sudah berkembang, bahkan beberapa diantaranya sudah diakui secara internasional dan terbukti manjur menurut hasil penelitian para ahli di dalam dan di luar negeri adalah temulawak sebagai obat hepatitis, kumis kucing sebagai penghancur batu ginjal, daun katuk sebagai stimulator air susu ibu, mengkudu, lidah buaya, mahkota dewa, daun mimba, bawang putih dan lainnya. Sebagian besar (74%) dari tumbuhan tanaman obat yang digunakan oleh industri jamu diambil langsung dari alam, selebihnya (26%) dibudidayakan dalam skala terbatas, sehingga ketersediaan bahan baku dari waktu ke waktu akan semakin sulit apabila tidak dilakukan budidaya tanaman obat dan hanya mengandalkan dari alam.

Dalam budidaya tanaman obat tidak jarang timbul permasalahan adanya gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT), dimana petani akan lebih memilih cara yang praktis, mudah dan cepat terlihat hasilnya, yaitu penggunaan "pestisida kimia sintetis" yang sudah diketahui memberikan dampak negatif bagi kesehatan konsumen dan lingkungan.

Salah satu contoh penggunaan pestisida kimia sintetis pada tanaman obat diantaranya pada tanaman seledri yang dikenal sebagai obat darah tinggi dan tomat yang dikenal memiliki anti oksidan yang tinggi (Gambar 1), sehingga meninggalkan residu yang tinggi dan membahayakan kesehatan, sehingga

bukannya berperan sebagai obat, namun sebaliknya akan berperan sebagai pembawa bahan beracun. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem pengendalian OPT tanaman obat yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, sehingga memberikan kesehatan terhadap konsumen dan lingkungan.



**Gambar 1.** Residu pestisida pada (a) seledri dan (b) tomat (Kardinan, 2014)

### **BEBERAPA OPT PADA TANAMAN OBAT DAN CONTOH PENGENDALIANNYA**

Tumbuhan merupakan gudang bahan kimia, berpuh bahkan beratus bahan kimia terkandung di dalamnya, tetapi fungsi atau peran setiap komponen belum terungkap semuanya. Misalnya dikenal istilah “produksi metabolit sekunder” (*secondary metabolic products*) yang perannya beragam, ada yang bersifat sebagai racun, sehingga dimanfaatkan sebagai bahan pelindung tumbuhan itu sendiri dari serangan OPT dan sebagai bahan pestisida nabati, namun adapula yang berperan sebagai obat dan digunakan untuk menanggulangi penyakit tertentu (Kardinan, 2010). Oleh karena itu, sebenarnya pada tanaman obat tidak terlalu banyak ditemukan kasus serangan OPT, namun demikian beberapa jenis tanaman obat ada yang mengalami serangan OPT secara serius, misalnya pada lidah buaya (*Aloe vera*) tidak

ditemukan adanya serangan hama yang serius, namun dapat terserang penyakit busuk daun yang disebabkan oleh *Erwinia chrysanthemi* dan busuk pelepah daun yang disebabkan oleh *Sclerotium* sp. Pengendaliannya dilakukan dengan cara mengambil tanaman yang terinfeksi, kemudian dibakar di luar kebun agar tidak menjadi sumber penularan bagi tanaman sehat. Pencegahannya dilakukan dengan memperbaiki drainase agar kondisi kebun tidak terlalu lembab dan meningkatkan daya tahan tanaman melalui pemupukan organik yang mengandung kalium relatif tinggi, seperti dari abu jerami dan sejenisnya.

Contoh lainnya adalah serangan ulat *Doleschallia polibete* pada daun handeuleum (*Graptophyllum pictum*) yang dikenal sebagai obat wasir tradisional. Pengendalian yang telah dilakukan adalah dengan menggunakan insektisida nabati mimba (*Azadirachta indica*) ataupun piretrum (*Chrysanthemum cinerariae-*

*folium*). OPT pada mengkudu tidaklah terlalu serius, namun beberapa OPT banyak ditemui di lapangan walaupun tidak menimbulkan kerugian besar, misalnya serangan kutu daun (*Pseudococcus citri*) yang menyebabkan daun muda tumbuh tidak normal dan sering juga didapati berada dalam buah, ulat keket (*Acherontia lachesis*), ataupun belalang hijau (*Aularches miliaris*) yang memakan daun hingga bolong-bolong. Penggunaan bubuk bordeuox yang terdiri dari campuran belerang dan kapur sangat membantu menanggulangi serangan OPT ini. Mahkota dewa (*Phaleria papuana*) merupakan tanaman obat yang sudah digunakan cukup luas dan memiliki khasiat yang beragam. Tanaman inipun tidak luput dari serangan OPT, walaupun tidak menimbulkan kerusakan yang serius, yaitu terserang hama lalat buah (*Bactrocera dorsalis*) yang menyebabkan buah busuk dan berbelatung. Salah satu cara pengendaliannya adalah dengan menggunakan atraktan metil eugenol yang diperoleh dari hasil penyulingan daun selasih ataupun *Melaleuca bracteata*.

#### **OPT PADA TANAMAN OBAT KELOMPOK RIMPANG (TEMU-TEMUAN)**

Beberapa tanaman obat dari kelompok rimpang (temu-temuan) yang sudah dibudidayakan secara luas karena permintaan pasar yang cukup besar, antara lain adalah jahe, kunyit, kencur dan temu lawak. Dalam budidayanya sering dijumpai kendala terutama gangguan OPT. Beberapa jenis OPT pada tanaman obat yang termasuk sangat berbahaya dan dapat mengakibatkan kerugian yang cukup berarti, karena menyebabkan produksi menurun, kualitas rendah, dan bahkan gagal panen adalah penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia*

*solanacearum*, penyakit yang disebabkan oleh nematoda dan hama lalat rimpang. Pada tanaman jahe saja, *R. solanacearum* dapat mengakibatkan kerugian yang besar. Pada petak pengamatan tanaman kencur di Sumedang tahun 2003, serangan penyakit layu bakteri dapat menghilangkan potensi hasil sebesar 60% – 90%. Di samping menyerang tanaman jahe, patogen ini juga menyerang tanaman obat lainnya. Dari literatur diketahui, *R. solanacearum* dapat menyerang lebih dari 250 jenis tanaman yang separuhnya adalah tanaman obat seperti jahe, kunyit, kencur, temu lawak, bangle, lempuyang, temumangga, dan lengkuas (Supriadi, 2000). Beberapa jenis OPT yang berbahaya pada tanaman rimpang dan perlu diwaspadai keberadaannya disajikan pada Tabel 1. Kerugian akibat serangan OPT pada tanaman rimpang dapat berupa kehilangan potensi produksi, menurunnya mutu produk, kontaminasi lahan sehingga tidak dapat ditanami dengan tanaman yang sama sampai waktu tertentu.

Pada tanaman temu-temuan, beberapa OPT dapat berasosiasi dengan *R. solanacearum* sehingga menimbulkan kerugian yang lebih besar. OPT tersebut adalah nematoda (*Meloidogyne* spp. dan *Radopholus similis*) dan lalat rimpang (*Mimegralla coeruleifrons*; *Eumerus figurans*). OPT yang kadang-kadang menimbulkan kerugian yang cukup berarti adalah *Phyllosticta* sp. pada tanaman jahe. Sedangkan OPT yang secara ekonomis dapat menurunkan kualitas produk sehingga dapat ditolak oleh importir adalah nematoda *Radopholus similis* dan kutu perisai (*Aspidiella hartii*). Sedangkan OPT lainnya yang tidak terlalu berbahaya adalah penyebab penyakit busuk rimpang (*Fusarium* sp., *Sclerotium* sp., *Rhizoctonia* sp.).

**Tabel 1.** Beberapa Jenis OPT pada Tanaman Obat

Tanaman	OPT	Jenis Kerusakan
Jahe	Layu bakteri ( <i>Ralstonia solanacearum</i> )	Tanaman mati dan rimpang busuk
	Buncak akar ( <i>Meloidogyne</i> sp.), luka akar ( <i>Radopholus similes</i> )	Akar luka sehingga penyerapan hara terganggu dan patogen tanah mudah masuk
	Bercak daun ( <i>Phyllosticta</i> sp. )	Daun kering, fotosintesis tidak optimal, tanaman kerdil
	Busuk kering rimpang ( <i>Sclerotium</i> sp., <i>Rhizoctonia</i> sp., <i>Fusarium</i> sp. )	Tanaman mati dan akar busuk
	Lalat rimpang ( <i>Mimegralla coeruleifrons</i> , <i>Eumerus figurans</i> )	Rimpang keriput dan busuk
	Kutu perisai ( <i>Aspidiella hartii</i> )	Cairan tanaman dan rimpang terisap dan kering
Kunyit	Layu bakteri ( <i>Ralstonia solanacearum</i> )	Tanaman mati dan rimpang busuk
	Buncak akar ( <i>Meloidogyne</i> sp.), luka akar ( <i>Radopholus similis</i> )	Akar luka sehingga penyerapan hara terganggu dan patogen tanah mudah masuk
	Bercak daun ( <i>Colletotrichum</i> sp.)	Daun kering, fotosintesis tidak optimal
	Busuk kering rimpang ( <i>Sclerotium</i> sp. , <i>Rhizoctonia</i> sp., <i>Fusarium</i> sp.)	Tanaman mati dan akar busuk
	Lalat rimpang ( <i>Mimegralla coeruleifrons</i> , <i>Eumerus figurans</i> )	Rimpang keriput dan busuk
	Kutu perisai ( <i>Aspidiella hartii</i> )	Cairan tanaman dan rimpang terisap dan kering
Kencur	Layu bakteri ( <i>Ralstonia solanacearum</i> )	Tanaman mati dan rimpang busuk
	Buncak akar ( <i>Meloidogyne</i> sp.), luka akar ( <i>Radopholus similis</i> )	Akar luka sehingga penyerapan hara terganggu dan patogen tanah mudah masuk
	Bercak daun ( <i>Colletotrichum</i> sp.)	Daun kering, fotosintesis tidak optimal
	Busuk kering rimpang ( <i>Sclerotium</i> sp., <i>Rhizoctonia</i> sp., <i>Fusarium</i> sp. )	Tanaman mati dan akar busuk
	Lalat rimpang ( <i>Mimegralla coeruleifrons</i> , <i>Eumerus figurans</i> )	Rimpang keriput dan busuk
	Kutu perisai ( <i>Aspidiella hartii</i> )	Cairan tanaman dan rimpang terisap dan kering
Temulawak	Buncak akar ( <i>Meloidogyne</i> sp.), luka akar ( <i>Radopholus similes</i> )	Akar luka sehingga penyerapan hara terganggu dan patogen tanah mudah masuk
	Bercak daun ( <i>Colletotrichum</i> sp.)	Daun kering, fotosintesis tidak optimal
	Lalat rimpang ( <i>Mimegralla coeruleifrons</i> , <i>Eumerus figurans</i> )	Rimpang keriput dan busuk
	Kutu perisai ( <i>Aspidiella hartii</i> )	Cairan tanaman dan rimpang terisap dan kering

Serangan *R. solanacearum* akan berakibat lebih parah bila berbarengan dengan nematoda (*Meloidogyne* sp.) karena luka akibat infeksi nematoda pada akar dan rimpang mempermudah masuknya bakteri dan patogen tular tanah lainnya ke dalam jaringan tanaman serta akan menarik lalat rimpang dewasa

(*Mimegralla coeruleifrons*, *Eumerus figurans*) untuk meletakkan telur di sekitar tanaman. Larva muda lalat rimpang memakan daging atau bagian dalam rimpang sehingga rimpang menjadi keropos.

Diantara tanaman obat, jahe merupakan salah satu komoditas yang menempati posisi penting dalam perekonomian Indonesia, karena merupakan empat besar tanaman obat yang banyak diminta untuk keperluan jamu, industri obat, bumbu dan ekspor (Priadi, 2009). Rimpangnya dimanfaatkan sebagai bahan penyedap masakan, minuman, industri makanan atau minuman, industri jamu atau bahan obat, serta produk kosmetik dan perawatan tubuh. Jahe mengandung senyawa yang disebut gingerol yang berkhasiat obat. Sebagai obat, jahe memiliki efek sebagai antiinflamasi, antipiretik, gastroprotektive, cardiotonic, antihepatotoksik, antioksidan, antikanker, antiangiogenesis, dan anti-arterosclerotic, antivirus. Masalah lambung, anti rematik, anti kanker, anti pembengkakan, nyeri otot, batuk, nyeri sendi, masuk angin, anti alergi, menjaga kondisi jantung, mabuk perjalanan, masalah pencernaan, meningkatkan kekebalan tubuh. Pemanfaatan tanaman tersebut tidak saja dilakukan oleh masyarakat tradisional di pedesaan, tetapi juga masyarakat moderen di perkotaan, bahkan menjadi komoditas ekspor ke Eropa, Amerika, Timur Tengah, Jepang, Asia Selatan, Malaysia dan lain-lain. Sehingga komoditas ini dapat berperan dalam menumbuh-kembangkan perekonomian masyarakat Indonesia. Semakin pesatnya kegiatan industri obat-obatan modern, tradisional dan industri-industri lain yang bermunculan dengan menggunakan bahan baku jahe menyebabkan permintaan komoditi ini cenderung meningkat dari tahun ke tahun.

Kendala dalam budidaya dan produksi jahe adalah, serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) dan rendahnya ketersediaan benih bermutu. OPT utama

yang menyerang jahe adalah bakteri layu *Ralstonia solanacearum*, jamur busuk kering rimpang *Fusarium oxysporum*, nematoda puru akar *Meloidogyne incognita*, jamur *Sclerotium rolfsii*, jamur bercak daun *Phyllosticta* sp., serta hama lalat rimpang (*Mimegralla coeruleifrons*), dan hama kutu rimpang *Aspidiella hartii*. Serangan OPT tersebut dapat menyebabkan kematian tanaman, pertumbuhan tanaman merana, rimpang membusuk, rimpang untuk benih dan lahan untuk musim tanam berikutnya terinfeksi oleh OPT (Gambar 1, 2 dan 3). OPT tersebut ditularkan melalui tanah yang terkontaminasi, benih rimpang terinfeksi, aliran air, alat-alat pertanian, hewan dan pekerja di lapangan. Di Indonesia serangan penyakit layu bakteri dapat menyebabkan kehilangan hasil rimpang jahe sampai 90 %. Oleh karena itu penyakit layu bakteri merupakan salah satu kendala utama dalam budidaya tanaman jahe. *R. solanacearum* sering berasosiasi dengan nematoda. Serangan penyakit layu akan menjadi lebih berat dengan adanya serangan nematoda (Vilsoni *et al.*, 1979; Hayward, 1991). Nematoda akan membuat luka pada akar dan rimpang yang memudahkan bakteri untuk menginfeksi tanaman. Menurut Mustika (1996) dan Nurawan *et al.*, (1993), ada dua jenis nematoda yang sering ditemukan ada pada tanaman jahe yang juga terserang bakteri *R. solanacearum* di daerah Jawa Barat, Bengkulu, dan Sumatera Utara. Kedua jenis nematoda tersebut adalah *Meloidogyne* sp. dan *Radopholus similis*.

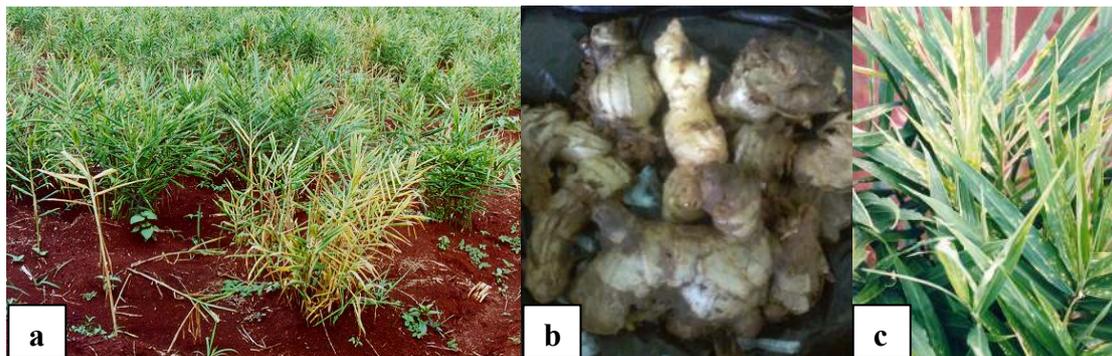
Disamping nematoda, lalat rimpang (*Mimegralla coeruleifrons*) juga sering ditemukan pada tanaman jahe yang terserang *R. solanacearum*. Di India juga dilaporkan bahwa lalat rimpang sering berasosiasi dengan *R. solanacearum* (Jacob, 1980). Lalat rimpang tersebut diduga yang membuat luka pada tanaman jahe, sehingga membantu bakteri untuk menginfeksi dan masuk kedalam jaringan tanaman jahe. Di Indonesia, jenis

nematoda yang sering menyerang dan merugikan adalah nematoda puru akar *Meloidogyne* spp. dan nematoda pelubang akar *R. similis*; karena tingkat populasi dan frekwensi keberadaannya cukup tinggi. Di India, *M. incognita* dan *R. similis* merupakan spesies yang penting pada jahe (Sheela *et al.*, 1995).

Di Fiji, serangan *R. similis* pada jahe dapat mengurangi produksi sebesar 40% (Williams, 1980); sedangkan *Meloidogyne* spp. di Queensland dilaporkan dapat mengurangi hasil sampai 57% (Pegg *et al.*, 1974). Selain itu, kehilangan hasil jahe yang lebih besar dapat terjadi apabila bakteri *Ralstonia solanacearum* terdapat bersama-sama dengan nematoda *R. similis* atau *Meloidogyne* spp., dimana jumlah tanaman layu meningkat dan terjadinya layu lebih cepat (Mustika dan Nurawan, 1992). Luka akibat tusukan stilet nematoda mempermudah infeksi bakteri patogen ke dalam jaringan akar dan rimpang (Mustika, 1992).

Penyakit bercak daun jahe ditemukan hampir di semua sentra produksi jahe di

Indonesia. Pada kondisi tertentu, misalnya kelembaban yang tinggi, atau menanam jahe di daerah yang berlembah sehingga tanaman menjadi agak ternaungi, serangan cendawan pada daun menjadi masalah yang serius. Beberapa cendawan yang dilaporkan ditemukan menyerang daun pertanaman jahe di Indonesia adalah: *Cercospora* (Boedijn, 1960; Semangun, 1992), *Phyllosticta* (Semangun, 1992; Rachmat, 1993), *Phakopsora* (Boedijn, 1960; Rachmat, 1993; Wahyuno *et al.* 2003) dan *Pyricularia* sp. (Siswanto *et al.* 2008). Hingga saat ini, pengetahuan mengenai ekobiologi cendawan-cendawan tersebut masih sangat terbatas. Hasil survey OPT jahe yang dilakukan bersama Ditjen Perlindungan Hortikultura di tiga lokasi di Jawa dan Sumatra pada tahun 2008, berdasarkan model gejala yang terlihat ada indikasi variasi jenis cendawan yang dominan di tiap lokasi yang dikunjungi (Siswanto *et al.* 2008). Kondisi lingkungan, umur tanaman dan jenis jahe yang ditanam mempengaruhi kerusakan dan jenis cendawan yang dominan di suatu daerah.



**Gambar 2.** Pertanaman jahe terserang penyakit layu oleh bakteri *Ralstonia solanacearum* (a); rimpang jahe busuk oleh serangan bakteri layu (b), dan penyakit bercak daun oleh jamur *Phyllosticta* sp. (c).

Di Indonesia, penyakit busuk rimpang atau disebut juga penyakit kuning akhir-akhir ini menjadi kendala dalam budidaya jahe di sentra-sentra jahe di Jawa. Penyebab busuk rimpang diduga disebabkan oleh beberapa jenis cendawan, antara lain kelompok *Rhizoctonia* sp.

(Mulya dan Oniki, 1990); *Fusarium* sp. relatif dominan selain jamur-jamur kontaminan yang umum yaitu *Aspergillus*, *Rhizopus* dan *Penicillium* (Miftakhurohmah dan Noveriza, 2009. Semangun (1989; 1992) dan Soesanto *et al.* 2003 menyatakan *Fusarium*

*oxysporum* Schlecht f. sp. *zingiberi* Trujillo sebagai penyebab utama busuk rimpang jahe. Di India dan Australia cendawan *Phytium* merupakan jenis yang dominan menyebabkan busuk rimpang

jahe dan dapat menimbulkan kerusakan secara luas khususnya pada pertanaman jahe di dataran tinggi (Dobroo, 200 ) demikian juga di Australia.



**Gambar 4.** Gejala penyakit busuk rimpang oleh jamur *Sclerotium* sp. (Kiri); Rimpang jahe terserang hama kutu perisai *Mimegralla coeruleifrons* (Tengah); dan rimpang jahe terserang lalat rimpang *Aspidiella hartii* (Kanan).

### PENGENDALIAN OPT BERKELANJUTAN

Pengelolaan OPT pada tanaman obat umumnya dan rimpang khususnya haruslah yang bersifat ramah lingkungan, karena produk ini dikonsumsi sebagai obat manusia. Komponen pengendalian OPT berkelanjutan dan ramah lingkungan pada tanaman obat

1. Menggunakan benih unggul/varietas-varietas tahan
2. Mengusahakan pertumbuhan tanaman sehat
3. Menerapkan teknik-teknik budidaya standar (pupuk organik, mulsa,

pengolahan tanah, jarak tanam, monitoring, sanitasi, penyiangan gulma dan lain-lain).

4. Rotasi tanaman yang berbeda famili, agar tidak menjadi inang yang sama bagi OPT.
5. Memanfaatkan semaksimal mungkin musuh-musuh alami dari OPT
6. Menggunakan pengendalian fisik/mekanik
7. Penggunaan pestisida alami, baik itu berupa pestisida nabati, pestisida hayati ataupun bahan mineral (belerang dan lainnya).

**Tabel 2.** Beberapa Contoh Agens Hayati untuk Pengendalian Opt pada Tanaman Obat

Pestisida Hayati (Musuh Alami)	OPT Sasaran	Mekanisme Kerja
Bakteri antagonis ( <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>P. cepacia</i> , <i>Bacillus</i> sp.)	Bakteri layu ( <i>Pseudomonas solanacearum</i> )	Kompetisi
Bakteri <i>Pasteuria penetrans</i>	Nematoda buncak akar ( <i>Meloidogyne</i> spp.), dan <i>Radopholus similis</i>	Spora bakteri penetrasi ke dalam tubuh nematoda dan mengkolonisasi
Jamur penjerat nematoda ( <i>Arthrobotrys</i> sp., <i>Dactylaria</i> sp. dan <i>Dactylella</i> sp.)	<i>Meloidogyne</i> spp.	Menjerat larva nematoda
<i>Trichopria</i> (Diapridae; Hymenoptera), <i>Beauveria bassiana</i>	<i>Mimegralla</i> , <i>Coeruleifrons</i>	Parasitoid larva-pupa, menginfeksi larva
Encyrtidae dan Eupelmidae (Hymenoptera)	<i>Aspidiella hartii</i>	Parasitoid nimfa- dewasa betina

**Tabel 3.** Beberapa Contoh Pestisida Nabati untuk Pengendalian OPT Rimpang

Jenis Tanaman (Bagian Berkhasiat)	Kandungan Bahan Aktif	Sifat Racun
Cengkeh ( <i>Syzygium aromaticum</i> ) bagian daun dan bunga	Eugenol	Insektisida, fungisida, nematisida, bakterisida
Mimba ( <i>Azadirachta indica</i> ) bagian daun dan biji	Azadirachtin	Insektisida, fungisida, nematisida, bakterisida
Serai wangi ( <i>Cymbopogon nardus</i> )	Sitronela	Insektisida, fungisida, nematisida, bakterisida
Tembakau ( <i>Nicotiana tabacum</i> )	Nikotin	Insektisida
Akar tuba ( <i>Deris eliptica</i> )	Rotenon	Insektisida
Selasih ( <i>Ocimum spp.</i> )	Metil eugenol	Atraktan lalat buah
Piretrum ( <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> )	Piretrin	Insektisida

Sumber: Kardinan (2013)

**Tabel 4.** Beberapa Contoh Formula Pestisida Biopestisida yang Dihasilkan Balitro

Nama formula	Jenis pestisida
Neem plus	Insektisida dan frungisida
Mimba	Insektisida
Piretrum	Insektisida
Atlabu	Atraktan lalat buah
ME Sticky Trap	Lem perangkap lalat buah
Bioprotektor	Insektisida
CEES	Insektisida dan fungisida
Cespleng	Insektisid dan fungisida
BioFob	Fungisida
Beauverin	Insektisida
Metarhin	Insektisida

## TINDAKAN PENCEGAHAN PREVENTIVE

### Lahan Bebas Patogen

Lahan bebas patogen merupakan persyaratan utama dalam pencegahan terjadinya penyakit layu. Hasil pengamatan di lapang dan analisa di laboratorium menunjukkan bahwa ada beberapa jenis lahan yang berpotensi bebas dari patogen diantaranya adalah lahan bekas sawah beririgasi teknis. *R. solanacearum* bersifat aerobik, sehingga tidak tumbuh pada keadaan kondisi an aerob seperti di lahan sawah. Jahe membutuhkan kondisi lahan dengan aerasi yang baik, sehingga pada lahan bekas sawah yang akan ditanami jahe, tanah dibawah lapisan olahnya harus dipecah terlebih dahulu agar aerasinya

menjadi lebih baik. Lahan lain yang mungkin bebas patogen adalah lahan yang belum pernah ditanami tanaman jahe atau lahan yang ditanami tanaman yang bukan inang *R. solanacearum* dalam jangka waktu lama. Penanaman jahe secara berturut-turut pada lahan yang sama sebaiknya dihindari. Ada indikasi bahwa jahe yang ditanam pada lahan bekas tanaman sambiloto lebih sehat dan terhindar dari serangan layu bakteri. Namun fenomena ini masih perlu diteliti lebih lanjut Supriadi *et al.* (2007). Rotasi tanaman juga dapat dilakukan untuk mengurangi populasi patogen di dalam tanah.

### Benih Sehat

Untuk mencegah terjadinya penyakit layu bakteri, maka penanaman benih yang

sehat sangat diperlukan. Sortasi benih harus dilakukan sejak awal pada waktu benih masih di lapangan dan sebelum ditanam. Sumber benih harus dari tanaman yang sehat. Rimpang yang digunakan untuk benih harus yang sudah cukup tua dan berwarna mengkilat. Perlakuan benih dengan antibiotik atau pestisida dapat dilakukan untuk membunuh patogen yang mungkin terbawa pada permukaan benih rimpang jahe. Caranya dengan merendam rimpang jahe dalam larutan agrimisin 2.5 g/l selama 2 – 3 jam yang selanjutnya dikering anginkan sebelum ditanam. Hasil penelitian Hartati dan Supriadi (1994) menunjukkan bahwa larutan antibiotik agrimisin tidak dapat diserap oleh lapisan kulit luar rimpang jahe, namun dapat membunuh patogen yang terbawa di permukaan kulit rimpang jahe. Menurut Asman dan Hadad (1989) perlakuan agrimisin dan abu sekam dapat menghambat gejala penyakit layu bakteri di lapang. Selain itu sebelum ditanam benih jahe dapat dicelupkan pada larutan campuran pestisida Dithane, Talk, dan Mancozeb.

Penyebaran penyakit layu bakteri pada tanaman jahe terutama disebabkan karena penggunaan benih yang telah terinfeksi. Oleh karena itu pemeriksaan kesehatan benih jahe perlu dilakukan. Untuk mendeteksi patogen dalam rimpang jahe yang akan digunakan sebagai benih dapat dilakukan dengan teknik ELISA. Hasil penelitian Supriadi *et al.* (1995) menunjukkan bahwa dari sampel benih jahe yang diamati yang dikoleksi dari beberapa daerah di Jawa Barat, 5% diantaranya sudah mengandung bakteri *R. solanacearum*.

### **Tanaman Tahan**

Penanaman jenis jahe tahan merupakan cara yang paling efektif untuk mengendalikan penyakit layu. Namun sampai saat ini belum ada jenis jahe yang tahan terhadap penyakit tersebut. Oleh

karena itu penelitian dalam rangka mencari varietas jahe yang tahan sangat diperlukan. Sampai saat ini belum ada jenis jahe yang tahan terhadap penyakit layu bakteri. Jenis jahe putih besar yang biasa dibudidayakan di Indonesia sangat rentan terhadap *R. solanacearum*. Pengujian klon-klon jahe yang ada di Indonesia terhadap *R. solanacearum* belum pernah dilakukan. Rostiana *et al.* (1991) telah mengoleksi 28 nomor jahe dari berbagai lokasi di Indonesia, namun tingkat ketahanan klon-klon jahe tersebut terhadap *R. solanacearum* belum diketahui. Indrasenan *et al.* (1982) melaporkan bahwa dari 30 klon jahe lokal di India yang diuji tidak ada yang tahan terhadap *R. solanacearum*.

Penelitian dalam rangka mencari varietas jahe yang tahan sudah dilakukan di Balitro yaitu dengan memperbanyak variasi genetik jahe dengan teknik radiasi yang hasilnya diperoleh beberapa nomor tanaman jahe yang lebih tahan terhadap inokulasi *R. solanacearum* dalam kondisi di rumah kaca (Ika Mariska komunikasi pribadi). Hasil penelitian secara *in vitro* telah diperoleh beberapa somaklon jahe yang tahan terhadap inokulasi *R. solanacearum* secara buatan di rumah kaca. Somaklon tersebut selanjutnya akan diuji ketahanannya di lapangan di daerah endemik penyakit layu.

### **Sanitasi**

Sanitasi harus dilakukan secara ketat dari awal. Sanitasi tidak efektif apabila dilakukan pada saat serangan sudah meluas dan parah. Tanaman jahe yang terserang di lapang harus segera dicabut dan dimusnahkan dengan cara dibakar. Selanjutnya lubang bekas tanaman yang sakit disiram dengan antibiotik atau ditaburi dengan kapur.

### **Pengelolaan Lingkungan**

Penyakit layu akan berkembang dengan baik pada kondisi kebun yang lembab dan panas, sehingga penyakit tersebut sering

terjadi di daerah-daerah Tropis humid dan Sub tropis. Untuk mencegah timbulnya penyakit, maka pengelolaan lahan dan lingkungan perlu dilakukan untuk menjaga agar kondisi di kebun tidak terlalu lembab, misalnya dengan mengatur jarak tanam, menyingi gulma disekitar tanaman jahe, karena ada beberapa jenis gulma yang bisa menjadi inang dari *R. solanacearum*. Selain itu irigasi kebun harus diperhatikan agar lahan mempunyai drainase yang baik. Apabila ada areal yang terinfeksi sebaiknya dibuat selokan yang membatasi dengan areal yang masih sehat untuk mencegah penularan penyakit melalui akar, tanah, dan air.

Untuk mencegah masuknya patogen ke daerah yang masih sehat, maka semua pekerjaan di kebun yang dilakukan baik oleh manusia maupun hewan sebaiknya dimulai dari daerah yang masih sehat selanjutnya berjalan kearah daerah yang sudah terinfeksi. Demikian juga alat-alat pertanian yang akan digunakan harus dibersihkan terlebih dahulu sebelum dan setelah digunakan.

### **Pengendalian Penyakit di Lapangan**

Apabila usaha pencegahan sudah dilakukan namun penyakit masih timbul di lapangan, maka perlu dilakukan pengendalian. Sampai saat ini belum ada cara pengendalian yang efektif, sehingga pengendalian terpadu merupakan cara yang paling bijaksana untuk dilakukan. Pengendalian terpadu harus dilakukan sesuai dengan jenis tanamannya, jenis patogen, dan pengetahuan mengenai cara bertahan hidup dan penyebaran (ekobiologi) patogennya (Hayward, 1985). Untuk tanaman yang menghasilkan umbi seperti kentang, penggunaan varietas tahan sangat diperlukan dengan pengetahuan mengenai faktor-faktor yang berperan terhadap potensi inokulum, sisa-sisa tanaman sakit, populasi patogen di tanah, dan asosiasinya dengan tanaman inang alternatif, dan sebagainya.

Pengendalian penyakit bisa dilakukan misalnya dengan pestisida baik yang berupa pestisida kimia sintetik maupun pestisida alami. Namun pestisida kimia sintetik sangatlah mahal, sehingga pestisida alami merupakan suatu alternatif yang lebih murah dan juga efektif. Hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa minyak atsiri merupakan bahan alami dari tanaman yang berpotensi untuk digunakan sebagai pestisida nabati. Hasil penelitian Hartati *et al.* (1993) menunjukkan bahwa minyak cengkeh dan serai wangi dapat menghambat pertumbuhan *R. solanacearum* secara *in vitro*. Hartati *et al.* (1993) juga melaporkan bahwa pada uji *in vitro* minyak daun cengkeh lebih efektif terhadap *R. solanacearum* dibandingkan dengan komponennya eugenol dan serbuk cengkeh. Supriadi *et al.* (2008) melaporkan bahwa minyak kayu manis, cengkeh, serai wangi, serai dapur, nilam, jahe, kunyit, laos, temu lawak, dan adas dapat menghambat pertumbuhan bakteri *R. solanacearum* secara *in vitro*). Sementara hasil dari percobaan pot menunjukkan bahwa formula EC (6%) campuran dari minyak cengkeh dan kayu manis dapat menekan perkembangan penyakit layu pada jahe sampai 65 % pada umur tanaman 7 bulan. Sedang pengujian di lapangan menunjukkan bahwa formula EC 2 % minyak cengkeh dan kayu manis mampu menekan perkembangan penyakit dengan efikasi sebesar 35 % sampai pada umur tanaman 7 bulan (Hartati *et al.* 2009).

Pupuk kandang yang diperkaya dengan mikroba dekomposer juga dapat digunakan sebagai cara alternatif untuk mengendalikan penyakit layu bakteri pada tanaman jahe. Menurut Hartati *et al.* (2009), pemberian pupuk hayati yang berupa pupuk kandang yang diperkaya dengan mikroba dekomposer (*Bacillus pantotkenticus* dan *Trichoderma lactae*) dapat mengurangi intensitas serangan penyakit sebesar 54% dibandingkan dengan pemberian pupuk kandang biasa.

## Pengendalian Nematoda Parasit

Pengendalian nematoda parasit jahe dapat dilakukan secara terpadu melalui pemilihan benih rimpang sehat, pemulsaan, perlakuan air panas pada benih rimpang penggunaan bahan kimia toksik (pestisida) dan pemanfaatan musuh alami nematoda parasit jahe.

## Pemilihan Benih Rimpang Sehat

Rimpang yang terinfeksi nematoda merupakan sumber utama dari penyebaran nematoda yang lebih luas di lapang. Cara terbaik untuk mengendalikan penyakit oleh nematoda adalah dengan penggunaan rimpang sehat bebas nematoda untuk bahan tanaman dan menyingkirkan rimpang-rimpang benih yang menunjukkan gejala luar serangan nematoda.

## Pemulsaan

Mulsa daun-daun hijau sebanyak 2,5 kg/m<sup>2</sup> seperti daun mahaneem (*Melia azadirachta*), karanj (*Pongamia glabra*) and mangga (*Mangifera indica*). Mulsa diaplikasikan pada saat tanam dan diulang selama masa pertumbuhan, selain dapat meningkatkan tingkat pertumbuhan, jumlah tillers dan hasil, juga dapat bersifat nematisidal (Das, 1999). Di Queensland, pemberian serbuk gergaji dengan ketebalan 5-7,5 mm dapat menekan perkembangan nematode (Pegg *et al.* 1974).

## Perlakuan Air Panas

Selain itu, perlakuan air hangat pada rimpang jahe dapat menekan serangan nematoda di pertanaman (Pegg *et al.* 1974). Perlakuan air panas 50°C selama 10 menit pada rimpang-rimpang benih sebelum tanam, efektif mengurangi jumlah puru per rimpang sebesar 96,17% (Djiwanti dan Balfas, 2010).

## Penggunaan Pestisida

Ray *et al.* (1995) melaporkan bahwa aplikasi carbofuran pada tanah dengan dosis 3kg/ha yang dilakukan pada saat 3 minggu setelah tanam jahe dapat mengurangi kehilangan hasil oleh *Meloidogyne incognita* sampai 26,3% dan mengurangi index puru akar oleh nematoda pada tanaman kontrol cukup tinggi dibandingkan tanpa perlakuan. Harni (1999) melaporkan bahwa semua produk jarak yang diuji (ekstrak daun, biji, bungkil dan minyak) pada konsentrasi 5%, dapat menekan populasi *Meloidogyne* spp. pada jahe di rumah kaca sekitar 59,66% – 70,20%. Aplikasi mimba pada jahe terserang nematoda *Meloidogyne* sp. di lapang menekan gejala puru akar sampai 91,73% (Djiwanti dan Balfas, 2010).

## Pengendalian Hayati

Hasil penelitian terakhir menunjukkan formulasi rhizobakteri *Pasteuria penetrans* dapat menekan serangan dan populasi *M. incognita* dan *R. similis* pada tanaman jahe (Mustika, 1998; Harni dan Mustika, 2000). Jamur penjerat nematoda (*Arthrobotrys* sp., *Dactylaria* sp. dan *Dactylella* sp.) dibiakkan pada media jagung dan diaplikasikan pada jahe untuk pengendalian nematoda *Meloidogyne* spp. (Harni dan Mustika, 2000).

## Pengendalian Terpadu

Djiwanti dan Balfas (2010) melaporkan bahwa perlakuan air panas 50 °C 10 menit pada rimpang jahe sebelum tanam diikuti dengan pemberian tepung biji mimba 30 g per tanaman setelah tanam di lapang memberikan hasil terbaik dalam menekan gejala puru *Meloidogyne* sp. pada rimpang (100%) dan meningkatkan hasil sampai 107,23%. Sedangkan perlakuan rimpang benih dengan carbosulfan ST sebelum tanam diikuti pemberian tepung biji mimba sesudah tanam menekan puru pada rimpang sebesar 93,10% dan meningkatkan hasil 85,45%.

### **Pengendalian Penyakit Bercak Daun**

Sifat jamur ini tular udara membuat pengendalian secara individu kurang efektif, karena sumber inokulum (penular) dapat berasal dari tanaman jahe ada di tempat lain. Di lapang secara sepiantas jahe merah relative toleran terhadap serangan pathogen penyebab bercak daun baik dari jenis *Phyllosticta* maupun *Pyricularia*, tetapi sampai saat ini belum ada varietas jahe yang tahan terhadap bercak daun

### **Kultur teknis**

Tindakan kultur teknis tetap dianjurkan untuk menekan sumber inokulum yang berasal dari salah satu lahan, antara lain; sanitasi yaitu membuang sisa-sisa tanaman yang telah terserang berat, melakukan pemupukan yang benar untuk meningkatkan ketahanan dan mengurangi dampak kerusakan, serta mengatur kelembaban dengan jarak tanam atau mengurangi naungan apabila ada. Tindakan pengolahan tanah untuk memperlancar drainase juga dapat dilakukan untuk mengurangi kelembaban udara atau memberi mulsa untuk mengurangi penguapan yang berlebihan.

### **Fungisida**

Fungisida bersifat kontak dengan bahan aktif mancozeb, serta fungisida dengan bahan aktif minyak cengkeh dan serai dapur juga efektif saat diuji di laboratorium (Wahyuno *et al.* 2009). Di lapang, waktu aplikasi dan kemampuan fungisida bertahan pada permukaan daun menjadi krusial dalam keberhasilan pengendalian bercak daun khususnya di daerah dengan curah hujan tinggi. Di beberapa daerah, petani banyak tidak melakukan aplikasi fungisida secara teratur karena mahalnya harga aplikasi fungisida. Pengetahuan fisiologi tanaman khususnya saat terjadinya pengisian rimpang dan waktu aplikasi sedang dalam tahap

evaluasi. Tanaman jahe dibawah usia kurang dari lima bulan merupakan periode yang peka terhadap serangan bercak daun. Di waktu mendatang aplikasi fungisida selain memperhatikan dosis dan interval, juga perlu memperhatikan fisiologi tanaman.

Pengendalian terpadu yang dapat dianjurkan untuk menekan serangan bercak daun adalah melakukan penanganan dan seleksi benih, melakukan pengolahan tanah untuk membenamkan sisa-sisa daun jahe terserang, mengatur jarak tanam, pemupukan sesuai SOP, sanitasi apabila ada tanaman terserang, monitoring secara rutin dan aplikasi fungisida apabila diperlukan. Greer dan Webster (2001) menganggap tiga komponen penting dalam pengelolaan blast pada padi di California agar berhasil, yaitu (a) adanya varietas tahan, (b) aplikasi fungisida yang tepat waktu dan (c) penanganan sisa-sisa tanaman yang terserang *Pyricularia*. Long *et al.* (2001) juga telah membuktikan infestasi biji padi yang telah terinfeksi *Pyricularia* pada lahan perlakuan dapat meningkatkan jumlah daun yang terserang dan selanjutnya mendukung terjadinya perkembangan epidemi *Pyricularia* pada lahan tersebut (Long *et al.*, 2001).

### **Pengendalian Penyakit Busuk Rimpang**

Saran pengendalian yang dianjurkan adalah menggunakan benih jahe yang sehat dan perendaman ke dalam fungisida perlu dilakukan untuk mencegah penyebaran pathogen yang terbawa benih di lapang. Fungisida dengan bahan aktif mancozeb, metiltiofanat, atau fungisida lainnya yang bekerja secara kontak dapat digunakan. Mengurangi lalu-lalang di pertanaman jahe di lapang untuk menghindari penyebaran; monitoring secara berkala disertai sanitasi dan eradikasi perlu untuk menghindari penyebaran lebih luas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asman, A. dan E.A. Hadad. 1989. Pemberian Agrimisin, Abu Sekam, Ekstrak Bawang Merah, dan Bawang Putih pada Tanah Terkontaminasi *Pseudomonas solanacearum* untuk Pertanaman Jahe. *Bulletin Littro*, 4: 64 – 69.
- Boedijn, K.B. 1960. *The Uredinales of Indonesia*. *Nova Hedwigia* I (3-4): 463 – 494.
- Das, N. 1999. *Effect of Organic Mulching on Root-Knot Nematode Population, Rhizome Rot Incidence and Yield of Ginger*. *Ann. Plant Protect, Sci.*, Vol. 7 (1): 112 – 114.
- Djiwanti, S.R. dan R. Balfas. 2010. *The Effect of Seed Treatment on Ginger Plant Parasitic Nematode and Scale Insect Population Development in the Field*. *Programs and Abstracts "International Conference and Talk Show on Medicinal Plant. Effective, Safe and Qualified Herbal Medicine for Diabetes Mellitus Treatment*. Jakarta, 19 - 21 Oktober 2010. Hal: 22.
- Dobroo, N.P. *Diseases of ginger*. (Eds.) P.N. Ravindran dan K.N. Babu. In *Ginger. The genus Zingiber*. CRC Press. Boca Raton, London. 305-365 pp.
- Greer, C.A. dan R.K. Webster. 2001. Occurrence, distribution, epidemiology, cultivar reaction and management of rice blast disease in California. *Plant Disease* 85: 1096 – 1102.
- Harni, R. 1999. Pengaruh Ekstrak Daun, Biji, Bungkil Dan Minyak Jarak terhadap *Meloidogyne* sp. pada Tanaman Jahe. *Prosiding Forum Komunikasi Ilmiah Pemanfaatan Pestisida Nabati*. Hal. 440 – 446.
- Harni, R. dan I. Mustika. 2000. Pengaruh Bakteri *Pasteuria penetrans* terhadap Nematoda Buncak Akar (*Meloidogyne* spp.). *Prosiding Kongres Nasional XV dan Seminar Ilmiah PFI*. Purwokerto. Hal: 420 – 427.
- Hartati, S.Y., Supriadi, dan N. karyani. 2009. Efikasi Formula Minyak Atsiri dan Bakteri Antagonis terhadap Penyakit Layu pada Tanaman Jahe. *Prosiding Simposium V Penelitian dan Pengembangan Perkebunan*. Bogor, 14 Agustus. Hal: 233 – 238.
- Hartati, S.Y., Supriadi, R. Harni, Gusmaini, N. Maslahah dan N. Karyani. 2009. Pemanfaatan agensia dan pupuk hayati untuk mengendalikan penyakit layu pada tanaman jahe. *Prosiding Simposium V. Penelitian dan Pengembangan Perkebunan*. Bogor Bogor, 14 Agustus. p: 451-454.
- Hartati, S.Y. dan Supriadi. 1994. *Systemic Action of Bactericide Containing Oxytetracycline and Streptomycin Sulphate in Treated Ginger Rhizomes*. *Journal of Spice and Medicinal Crops*, Vol. 3 (1): 7 – 11.
- Hartati, S. Y., E. M. Adhi, A. Asman, dan N. Karyani. 1993. Efikasi eugenol, minyak, dan serbuk cengkeh terhadap bakteri *Pseudomonas solanacearum*. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati*. Bogor 1-2 Desember. Hal: 43 – 48.
- Hartati, S. Y., E. M. Adhi, dan N. Karyani. 1993. Efikasi minyak cengkeh dan serai wangi terhadap *Pseudomonas solanacearum*. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati*. Bogor 1-2 Desember. Hal: 37 – 42.
- Hayward, A.C. 1985. *Bacterial Wilt Caused by Pseudomonas solanacearum: in Asia and Australia. An overview*. In G. J. Persley (ed), *Bacterial wilt disease in Asia and The South Pasific. Proceeding of An International Workshop*. Held at PCARRD, Los Banos. Philippines, October. *ACIAR Proceeding No. 3*. Hal: 15 – 24.
- Hayward, A. C. 1991. *Biology and Epidemiology of Bacterial Wilt Caused by Pseudomonas solanacearum*. *Annual Review of Phytopathology*, Vol. 29: 65 – 87.

- Indrasenan, G., K.V. Kumar, J. Mathew, dan M.K. Mammen. 1982. *Reaction of Different Types of Ginger to Bacterial Wilt Caused by Pseudomonas solanacearum (Smith) Smith*. Agriculture Research Journal. Karala 20: 73 – 75.
- Jacob, S.A. 1980. *Pest of Ginger and Turmeric and Their Control*. Pesticides, Vol. 14 (11): 36 – 40.
- Kardinan, A. 2010. *The Potential of Fennel Essential Oil (Foeniculum vulgare) As an Active Ingredient for Lotion of Anti Aedes aegypti Mosquito*. Badan Litbang Pertanian.
- Kardinan, A. 2013. *Pestisida Nabati*. Badan Litbang Pertanian.
- Kardinan, A. 2014. *Prinsip dan Teknologi Pertanian organik*. Badan Litbang Pertanian.
- Long, D.H., J.C. Crrell, F.N. Lee dan D.O. TeBest. 2001. *Rice Blast Epidemics Initiated by Infested Rice Grain on the Soil Surface*. Plant Diseases. 85: 612 – 616.
- Miftakhurohmah dan R. Noveriza. 2009. *Deteksi Cendawan Kontaminan pada Sisa Benih Jahe Merah dan Jahe Putih Kecil*. Bul. Littro 20: 167 – 172.
- Mulya, K. dan M. Oniki. 1990. *Pathogenicity Test of Rhizoctonia sp. to Ginger and Fungicide Test to Pathogen*. Fungal Disease of Industrial Crops (ATA-380) Interium Technical Report: 29 – 31.
- Mustika, I. 1992. *Plant Parasitic Nematodes Associated With Ginger (Zingiber officinale Rosc) in North Sumatera*. Journal of Spice and Medicinal Crop I (1): 38 – 40.
- Mustika, I. 1998. *Pemanfaatan bakteri Pasteuria penetrans untuk mengendalikan nematoda Meloidogyne incognita dan Radopholus similis*. Laporan RUT. Dewan Riset Nasional. 82 pp.
- Mustika, I. 1996. *Masalah Nematoda pada Tanaman Jahe. Pertemuan teknis Pembahasan Masalah Emergency Notification Jahe Ekspor*. Jakarta, 209 Maret.
- Mustika, I. dan A. Nurawan. 1992. *Pengaruh Radopholus similis dan Pseudomonas solanacearum terhadap Pertumbuhan Jahe*. Bulletin Littri, (4): 37 – 41.
- Nurawan, A, I. Mustika dan E.A. Hadad. 1993. *Nematoda Pencemar Rimpang Jahe*. Media Komunikasi Tanaman Industri, Vol. 11: 46 – 47.
- Pegg, K.G. and Moffett, M.L. 1971. *Host Range of the Ginger Strain of Pseudomonas solanacearum in Queensland*. Australian Journal of Experimental Agriculture Husbandary 11: 696 – 698. penanggulangannya. Edisi Khusus Littro VII: 43-48.
- Pribadi, E.R. 2009. *Pasokan dan Permintaan Tanaman Obat Indonesia serta Arah Penelitian dan Pengembangannya*. Perspektif, Vol. 8 (1): 52 – 64.
- Rachmat, A. 1993. *Rust of Zingiber ottensii*. (Eds) T. Kobayashi, M. Oniki, K. Matsumoto, D. Sitepu, D. Manohara, M. Tombe, S.R. Djiwanti, A. Nurawan, D. Wahyuno, S.B. Nazarudin. Diagnostic manual for Industrial Crop Diseases in Indonesia. JICA-ISMECRI.
- Rachmat, A. 1993. *White leaf blight*. (Eds) T. Kobayashi, M. Oniki, K. Matsumoto, D. Sitepu, D. Manohara, M. Tombe, S.R. Djiwanti, A. Nurawan, D. Wahyuno, S.B. Nazarudin. Diagnostic manual for Industrial Crop Diseases in Indonesia. JICA-ISMECRI.
- Ray, S., K.C. Mohanty, S.N. Mohapatra, P.R. Patnaik dan P. Ray. 1995. *Yield Losses in Ginger (Zingiber officinale Rosc.) and Turmeric (Curcuma longa L.) due to Root Knot Nematode (Meloidogyneincognita)*. J. Spices Aromatic Crops, Vol. 4 (1): 67 – 69.
- Rostiana, O., A. Abdullah, Taryono, dan E. A. Hadad. 1991. *Jenis-jenis tanaman jahe*. Edisi Khusus Littro. VII: 7 – 10.

- Supriadi, 2006. Pengaruh OPT Utama terhadap Penurunan Mutu Benih Rimpang. Makalah disampaikan pada Workshop Penyusunan dan Penyempurnaan Standar Mutu Benih Hortikultura, Hotel Horison Bandung, 6 – 9 Juni 2006. Direktorat Perbenihan dan sarana Produksi, Direktorat Jenderal Hortikultura
- Semangun, H. 1989. Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada Univ Press. Yogyakarta.
- Semangun, H. 1992. *Host Index of Plant Diseases in Indonesia*. Gadjah Mada Univ Press. Yogyakarta.
- Sheela, M.S., H. Bai, T. Jiji dan K.J. Kuriyan. 1995. *Nematodes Associated with Ginger Rhizosphere and Their Management in Kerala*. Pest Manage. in Hort. Ecosys., Vol. 1 (1): 43 – 48.
- Siswanto, D. Wahyuno, D. Manohara, Desmawati, S. Rhamadani, D.A. Sianturi, R. Karyatiningsih dan L.S. Utami. 2009. Sebaran Hama dan Penyakit Tanaman Jahe di tiga Propinsi di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Pengendalian Terpadu Organisme Pengganggu Tanaman Jahe dan Nilam. Bogor, 4 November 2008. BALITTRO. Badan Litbang Pertanian. Hal: 39 – 48.
- Soesanto, L., Sudharmono, N. Prihatiningsih, A. Manan, E. Iriani dan J. Pramono. 2003. Penyakit Busuk Rimpang Jahe di Sentra Produksi Jahe Jawa Tengah: 1. Identifikasi dan Sebaran. *Tropika*, 11: 107 – 220.
- Supriadi, J.G. Elphinstone dan S.Y. Hartati. 1995. *Detection of Latent Infection of Pseudomonas solanacearum in Ginger Rhizomes and Weeds by Indirect ELISA*. *Journal of Spice and Medicinal Crops*, Vol. 3 (2): 1 – 4.
- Supriadi, S. Y. Hartati, Makmun, dan N. Karyani. 2008. Aktivitas biologi formula minyak atsiri cengkeh–kayumanis terhadap *Ralstonia solanacearum* pada jahe. Prosiding Seminar Nasional Pengendalian terpadu Organisme Pengganggu Tanaman Jahe dan Nilam. Bogor 4 November. p: 55-60.
- Supriadi. 1994. Characteristic of *Pseudomonas solanacearum* from ginger. Simposium Tanaman Industri II. Cipayung, 21-23 November 1994: 7 p.
- Vilsoni, F., Mc Clure dan L.D. Butler. 1979. *Occurrence, Host Range and Histopathology of Radopholus similis in Ginger (Zingiber officinale Rosc.)*. *Plant Disease Report*, Vol. 60: 417 – 420.
- Wahyuno, D. dan D. Manohara. 2002. *Phakopsora elletariae* Penyebab Karat Daun pada *Zingiber cassumunar* dan Kisaran Inangnya. Prosiding PFI. Kongres Nasional XVII dan Seminar Ilmiah. Bandung, 6 – 8 Agustus 2003. Hal:
- Wahyuno, D., D. Manohara, Supriadi. 2009. Pengendalian bercak daun jahe. Laporan Teknis Balitro (tidak dipublikasi).
- Williams, K.J.O. 1980. *Plant Parasitic Nematodes of the Pasific*. UNDP/FAO-SPEC Survey of Agricultural Pests and Diseases in the South Pasific.
- Supriadi. 2000. Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) pada Tumbuhan Obat dan Strategi Penanggulangannya. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, Vol. 19 (1): 17 – 32.