

EFEKTIVITAS EKSTRAK KOMPOS DALAM MENGINDUKSI KETAHANAN SISTEMIK TANAMAN TEMBAKAU CERUTU TERHADAP *Cucumber Mosaic Virus* (CMV)

EFFECTIVENESS OF COMPOST EXTRACT INDUCING SYSTEMIC RESISTANCE IN CIGAR TOBACCO PLANT AGAINST *Cucumber Mosaic Virus* (CMV)

Abdullah Umar* dan Wiwiek Sri Wahyuni**

*Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Barat
Jln. Budi Utomo No. 45 Siantan Hulu Pontianak, Kalimantan Barat

**Fakultas Pertanian, Universitas Jember
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121
Pos-el: abd.umar@gmail.com

ABSTRACT

*Tobacco is a highly valuable commodity and Cucumber mosaic virus (CMV) is an economically important disease. This study was aimed to determine the effectiveness of compost extract inducing systemic resistance in cigar tobacco against CMV. The experiment was arranged in a randomized block design (RBD) with two factors (5/K x 2/V). K factor consisted of five types of three kinds of compost extract, *Pseudomonas putida* and control, while factor V consisted of 2 types of with or without virus inoculation. Each treatment was repeated 5 times. Its effectiveness was assessed by observing severity of the disease at 24, 27, 31, 36, 40, and 44 days after virus inoculation. The result showed that application of compost extract or *P. putida* Pf-20 on 15 days before inoculation of CMV could induce the systemic resistance of cigar tobacco and extended to the period of incubation up to 22 days. Rice straw compost extract was more effective than leaf litter compost extract or coffee husks. However, the indication effectiveness of those three extract were lower than *P. putida*.*

Keywords: *compost extract, Cucumber mosaic virus, CMV, induction of resistance, cigar tobacco*

ABSTRAK

Tembakau adalah komoditas yang bernilai ekonomi tinggi dan *Cucumber mosaic virus* (CMV) merupakan penyakit yang penting secara ekonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak kompos dalam menginduksi ketahanan sistemik tembakau cerutu H 877 terhadap CMV. Percobaan disusun menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan dua faktor (5/K x 2/V). Faktor K terdiri dari lima jenis, yaitu tiga macam ekstrak kompos, *Pseudomonas putida*, dan kontrol, sedangkan faktor V terdiri dari dua jenis, yaitu inokulasi virus dan tanpa inokulasi virus, setiap perlakuan diulang lima kali. Efektivitas ekstrak kompos dinilai dengan mengamati keparahan penyakit pada 24, 27, 31, 36, 40, dan 44 hari setelah inokulasi virus. Hasilnya, aplikasi ekstrak kompos atau *P. putida* Pf-20 pada 15 hari sebelum inokulasi CMV dapat menginduksi ketahanan sistemik tembakau H 877 dan memperpanjang masa inkubasi virus sampai dengan 22 hari. Ekstrak kompos jerami padi lebih efektif dibandingkan dengan ekstrak kompos serasah daun atau kulit kopi. Efektivitas induksi ketiga macam ekstrak kompos lebih rendah jika dibandingkan dengan *P. putida*.

Kata kunci: *ekstrak kompos, Cucumber mosaic virus, CMV, induksi ketahanan, tembakau cerutu*

PENDAHULUAN

Tembakau merupakan komoditas yang bernilai ekonomi tinggi, sehingga produksi dan mutu yang baik menjadi pertimbangan utama dalam usaha tani tembakau. Perkembangan penyakit tanaman saat ini membutuhkan perhatian karena sangat menentukan kuantitas dan kualitas tembakau. Beberapa penyakit yang sering menimbulkan kerugian pada tembakau di Indonesia, antara lain penyakit lanas (*Phytophthora nicotianae* vBdH var *nicotianae* Waterhouse), penyakit kerupuk (*Tobacco leaf curl virus*, TLCV), penyakit betok (*Tobacco etch virus*, TEV), *Tobacco mosaic virus* (TMV), dan *Cucumber mosaic virus* (CMV).¹ CMV merupakan penyakit yang penting secara ekonomis karena mempunyai kisaran inang yang sangat luas, yaitu 95 famili inang peka dan sepuluh famili inang kurang peka, termasuk di dalamnya 95 spesies inang peka dan sepuluh spesies inang yang kurang peka.² Di alam, CMV dapat ditularkan oleh vektor lebih dari 60 spesies serangga, melalui benih atau secara mekanis dengan perantara manusia.³

CMV telah tersebar luas pada lahan tembakau di Indonesia. Pada beberapa varietas tembakau, serangan CMV bahkan menyebabkan intensitas penyakit yang lebih tinggi daripada TMV.^{4, 5} Gejala CMV pada tanaman bervariasi bergantung pada *strain* CMV dan kultivar inang. *Strain* CMV-48 dapat menyebabkan mosaik klorotik yang parah dan keriting (distorsi) pada daun *N. glutinosa* dan *N. tabaccum* cv. Xanthi.⁶

Salah satu teknik pengendalian yang potensial untuk menekan serangan patogen adalah pemanfaatan agen penginduksi ketahanan tanaman. Ekstrak kompos adalah agen penginduksi ketahanan yang efektif seperti halnya asam salisilat karena mengandung variasi mikrobia yang berasal dari jenis yang dapat menyebabkan resistensi sistemik pada tanaman.⁷ Elad dan Shtienberg dalam Zhang *et al.*⁷ menemukan ekstrak kompos diketahui mampu menurunkan keparahan penyakit yang disebabkan oleh beberapa patogen, seperti *powdery mildew* yang disebabkan oleh *Uncinula necator* pada anggur, *downy mildew* oleh *Plasmopara viticola* pada anggur, dan *late blight* pada kentang. Mekanisme yang berperan dalam proses pengendalian patogen oleh ekstrak kompos, yaitu (1) kompetisi

memperoleh nutrisi, (2) produksi antibiotik, (3) penekanan perkembangan patogen oleh mikrobia antagonis, dan (4) aktivasi gen yang mengendalikan ketahanan tanaman terhadap patogen oleh kompos.⁸

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak kompos jerami padi, serasah daun dan kulit kopi dalam menginduksi ketahanan sistemik tembakau cerutu H 877 terhadap *Cucumber mosaic virus* (CMV). Hasilnya, diharapkan dapat berkembang sebagai alternatif pengendalian penyakit CMV yang ramah lingkungan.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kaca Laboratorium Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur

Penelitian disusun secara faktorial (5/K x 2/V) dalam rancangan acak kelompok (RAK) dengan dua faktor (K dan V). Faktor K terdiri dari 5 taraf, yaitu K0 = H₂O (kontrol), K1 = kompos jerami padi, K2 = kompos serasah daun, K3 = kompos kulit biji kopi, dan K4 = introduksi *P. putida* strain Pf-20. Faktor V terdiri dari dua taraf, yaitu +V = inokulasi CMV dan -V = tanpa inokulasi CMV. Setiap perlakuan diulang lima kali.

Pengecambahan benih tembakau dilakukan dengan cara menaburkan benih secara merata di atas alas kain yang diletakkan pada batu bata di tengah baki yang berisi air (pembasahan alas kain secara kapilaritas). Pengecambahan dikenai cahaya matahari tidak langsung selama 4–5 hari sampai kulit biji pecah dan menampakkan calon akar, kemudian dipindahkan ke media tanam steril dalam kantong plastik berdiameter 4 cm dan tinggi 4 cm. Umur 40 hari setelah semai, setiap satu bibit dipindahkan ke kantong plastik yang berisi 4 kg media.

Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah sawah, pupuk kandang, dan kompos jerami dengan komposisi 1:2:3,⁹ yang sudah dipasteurisasi selama 5 jam untuk menghilangkan jasad-jasad patogenik pada media. Pengaruh antagonisme dari mikrobia non-patogenik yang hilang karena proses pasteurisasi dikembalikan melalui inokulasi 10% (0,4 kg) campuran yang

tidak dipasteurisasi. Proses ini secara perlahan akan mengembalikan dominasi mikrobial non-patogenik dalam media sehingga lebih efektif menginduksi SAR.⁷

Preparasi Inokulum Virus dan Bakteri

Sumber inokulum isolat CMV-48 berasal dari daun tembakau kering koleksi Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Sebanyak 3 g inokulum daun kering dilumatkan dalam lumpang porselen ditambah dengan 5 ml 0,01 M buffer fosfat pH 7,0 kemudian disaring. Filtrat yang diperoleh merupakan suspensi virus yang siap diinokulasikan.

Isolat *P. putida* strain Pf-20 koleksi Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Jember dibiakkan selama 24 jam pada medium *King's B*, kemudian diperbanyak pada medium pepton glukosa cair (5 g pepton dan 10 g glukosa ditambah H₂O sampai volume 1 liter) dan diinkubasikan pada suhu ruang selama 48 jam. Medium yang menjadi keruh setelah 48 jam menunjukkan bahwa bakteri telah mencapai fase pertumbuhan optimal.

Penyiapan Ekstrak Kompos dan Aplikasinya ke Tanaman Tembakau

Kompos yang diekstrak adalah bahan-bahan yang telah mengalami proses pembuatan cukup lama (kompos matang), berwarna kehitaman dan menyerupai tanah. Kompos kulit biji kopi yang diperoleh dari perkebunan kopi di Kecamatan Panti berwarna hitam kemerahan, tidak berbau, dan telah mengalami pengomposan selama ± tiga tahun. Kompos serasah daun adalah campuran daun pohon akasia (*Acacia auriculiformis*) dan kiara payung (*Filicium desipien*) yang telah terdekomposisi sempurna, diperoleh dari Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Kompos jerami padi diperoleh dari Kelurahan Tegalgede, Jember, dengan kenampakan secara fisik berwarna hitam kecokelatan menyerupai tanah, meskipun beberapa bagian masih terlihat bentuk aslinya (jerami padi).

Ekstrak kompos dibuat dengan cara mencampurkan kompos dengan air (1:2, w/v) dalam bak dan diinkubasi pada suhu ruang selama delapan hari tanpa diaduk. Masa inkubasi selesai, larutan kompos diaduk selama 15 menit, disaring

dengan kerapatan saringan 100 µm. Filtrat adalah ekstrak kompos yang akan digunakan.¹⁰

Aplikasi tiga macam ekstrak kompos pada tembakau dilakukan pada sebelas hari setelah tanam (hst), dengan cara disemprotkan pada media tanam dan daun tanaman sebanyak 70 ml per tanaman. Penyemprotan berikutnya dilakukan pada 16 hst dan diulang setiap lima hari sekali sampai umur tanaman mencapai 60 hst. Aplikasi *P. putida* digunakan sebagai pembanding positif, berasal dari medium pepton glukosa cair yang diencerkan dengan air steril sampai mencapai kerapatan 2×10^8 colony forming unit (cfu)/ml, dan disemprotkan sekali pada 11 hst sebanyak 70 ml per media tanam.

Tingkat Keparahan Penyakit (K)

Efektivitas penyemprotan dengan ekstrak kompos dan *P. putida* strain Pf-20 untuk menginduksi ketahanan sistemik tanaman tembakau terhadap CMV dinilai dengan mengamati keparahan penyakit pada 24, 27, 31, 36, 40, dan 44 hari setelah inokulasi virus. Tingkat keparahan penyakit dinilai dengan skala k sebagai berikut: 0 = tidak tampak gejala; 1 = gejala ringan, 1-10% terlihat samar-samar; 2 = gejala sedang dan sistemik, 11-30%; 3 = gejala jelas dan sistemik, 31-60%; 4 = gejala sistemik, >60%. Keparahan dihitung dengan rumus:

$$K = \left(\frac{\sum k \times N_k}{Z \times N} \right) \times 100\%^{11}$$

dengan k = skala keparahan penyakit (0, 1, 2, 3, 4), N_k = jumlah tanaman dengan skala keparahan penyakit ke-k, Z = skala keparahan tertinggi, dan N = jumlah daun yang diamati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Ekstrak Kompos dan *P. putida* Pf-20 terhadap Perkembangan Penyakit CMV pada Tanaman Tembakau H 877

Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa pada 70 hst (= 44 hsi) dari 20 tanaman yang diinokulasi virus hanya lima tanaman yang menunjukkan gejala dengan masa inkubasi 22 sampai 24 hari (Tabel 1). Pada kelima tanaman tersebut, *P. putida* mampu menginduksi ketahanan tembakau lebih baik daripada ketiga macam ekstrak kompos dengan rerata keparahan terendah (10%). Ekstrak

Tabel 1. Jumlah Tanaman Sakit dengan Perkembangan Keparahan Penyakit CMV pada Tanaman yang Menunjukkan Gejala

Macam Ekstrak Kompos dan <i>P. putida</i> ^{a)}	Perlakuan	Jumlah Tanaman Sakit ^{b)}	Awal Gejala Timbul (hsi)	Rerata Keparahan Penyakit (%) pada- (hst)					
				50 ^{c)}	53 ^{c)}	57 ^{c)}	62	66	70
Ekstrak Kompos Jerami Padi (K1)	+V	2/5	22-24	6,39	7,90	6,97	13,21	18,55	26,20
	-V	0/5	-	0	0	0	0	0	0
Ekstrak Kompos Serasah Daun (K2)	+V	1/5	22	4,17	6,25	7,50	10,87	14,81	15,50
	-V	0/5	-	0	0	0	0	0	0
Ekstrak Kompos Kulit Kopi (K3)	+V	1/5	22	5,26	8,33	13,10	10,42	16,38	27,27
	-V	0/5	-	0	0	0	0	0	0
<i>P. putida</i> Pf-20 (K4)	+V	1/5	22	3,75	5,68	6,82	10,58	10,48	10,00
	-V	0/5	-	0	0	0	0	0	0

a) Aplikasi ekstrak kompos dimulai sejak 11 hst sampai dengan 60 hst, introduksi *P. putida* hanya sekali pada 11 hst; b) Pembilang adalah jumlah tanaman sakit dan penyebut adalah banyaknya ulangan (pada perlakuan yang sama); c) Saat aplikasi ekstrak kompos; Inokulasi CMV dilakukan pada 26 hst dengan isolat CMV-48 berasal dari daun tembakau kering.

kompos kulit kopi kurang efektif menginduksi ketahanan tembakau dibandingkan dengan ekstrak kompos jerami padi atau serasah daun. Hal ini ditunjukkan oleh tingkat keparahan penyakit tertinggi pada tanaman yang disemprot dengan ekstrak kompos kulit kopi (27,27%).

Pada Tabel 1 diketahui rerata keparahan penyakit pada tanaman yang diperlakukan dengan ekstrak kompos jerami padi, kulit kopi, dan *P. putida* menurun pada 57, 62, dan 70 hst dibandingkan pada 53, 57, dan 66 hst. Hal ini menunjukkan adanya usaha penyembuhan tanaman (*disease recovery*) oleh ekstrak kompos dan *P. putida* pada tiga tanaman yang menunjukkan gejala. Ekstrak kompos jerami padi menurunkan keparahan penyakit pada tembakau sebesar 0,93% pada 57 hst, ekstrak kompos kulit kopi menurunkan keparahan penyakit sebesar 2,68% pada 62 hst. *P. putida* menurunkan keparahan penyakit dari 10,58% pada 62 hst menjadi 10% pada 70 hst.

Pemberian ekstrak kompos jerami padi, serasah daun, dan kulit kopi pada medium tumbuh dan daun tanaman pada 15 hari sebelum

inokulasi virus mampu menginduksi ketahanan sistemik tembakau. Hal ini ditunjukkan dengan rerata keparahan penyakit yang lebih rendah pada masa aplikasi ekstrak kompos (50-60 hst), dan rendahnya skala keparahan gejala pada daun tembakau. Zhang *et al.*⁷ menemukan bahwa ekstrak kompos kulit pohon cemara mempunyai efektivitas yang hampir sama dengan asam salisilat untuk mengendalikan *bacterial speck* pada tanaman *Arabidopsis*. Hal ini disebabkan adanya variasi mikrobial antagonis dalam ekstrak kompos yang berasal dari jenis yang dapat menyebabkan resistensi sistemik pada tanaman. Mikrobial antagonis tersebut menginduksi ketahanan sistemik tanaman dengan cara menghasilkan senyawa kimia, seperti *lipopolysaccharide*, *siderophore*, atau asam salisilat.¹² Menurut Wahyuni *et al.*¹³, asam salisilat adalah salah satu agen penginduksi SAR pada tanaman yang akan mengaktifkan gen PR-1, PR-2 (β – 1,3 glucanase), PR-3 (chitinase), atau PR-5 (thaumatin-like protein). PR protein inilah yang berperan aktif dalam mekanisme pertahanan ketika terjadi infeksi patogen. Selain itu, aplikasi ekstrak kompos pada 15 hari sebelum

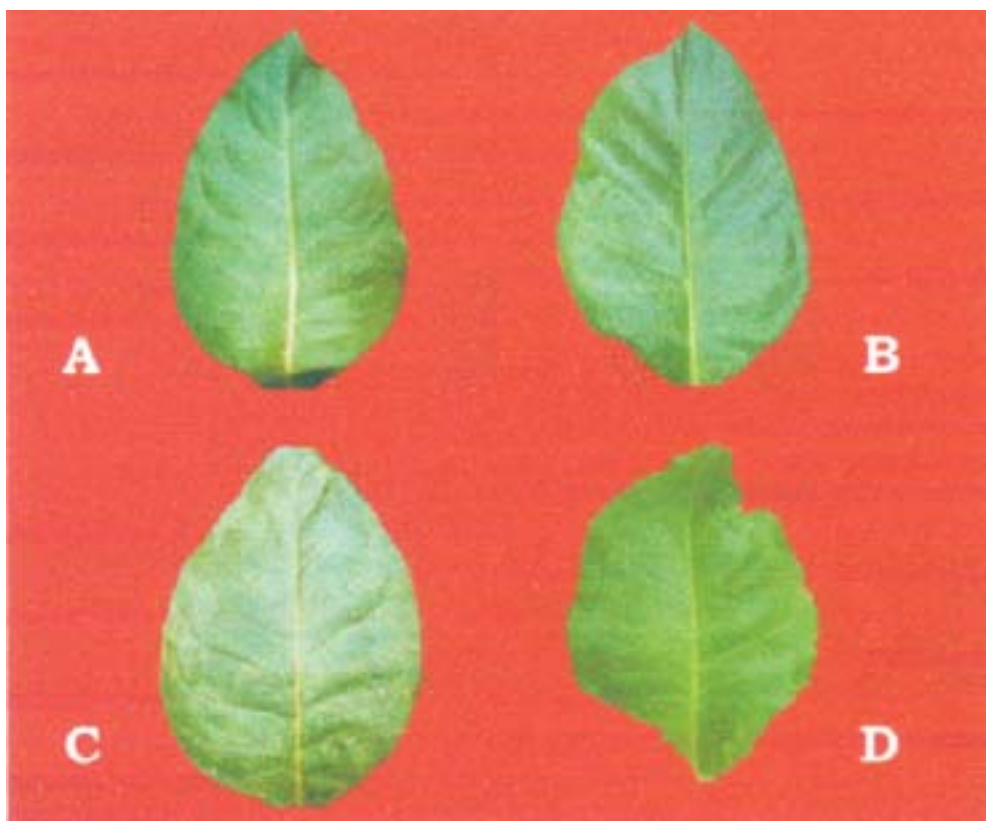
inokulasi virus tampaknya juga memengaruhi efektivitas penginduksian ketahanan. Van Loon *et al.*¹² mengatakan bahwa jika ketahanan tanaman dapat distimulasi sebelum terjadinya infeksi, keparahan penyakit dapat dikurangi. Lebih lanjut dikatakan bahwa mekanisme ketahanan aktif tanaman mulai bekerja dan secara alami menekan usaha replikasi virus di dalam jaringan tanaman.

Variasi gejala mosaik akibat CMV pada daun tanaman ditunjukkan pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan variasi gejala CMV pada daun tembakau. Gejala awal umumnya muncul sebagai gejala mosaik lemah dengan pola mosaik yang tidak merata (Gambar 1A). Pada tahap selanjutnya, gejala CMV berkembang sebagai gejala mosaik sedang dengan corak mosaik yang semakin jelas dan pola mosaik pada permukaan daun lebih luas. Gejala ini tersebar pada sekitar tulang daun atau tepi daun (Gambar 1B dan 1C). Pada gejala CMV parah, corak mosaik semakin jelas diikuti dengan permukaan daun yang mengerut karena

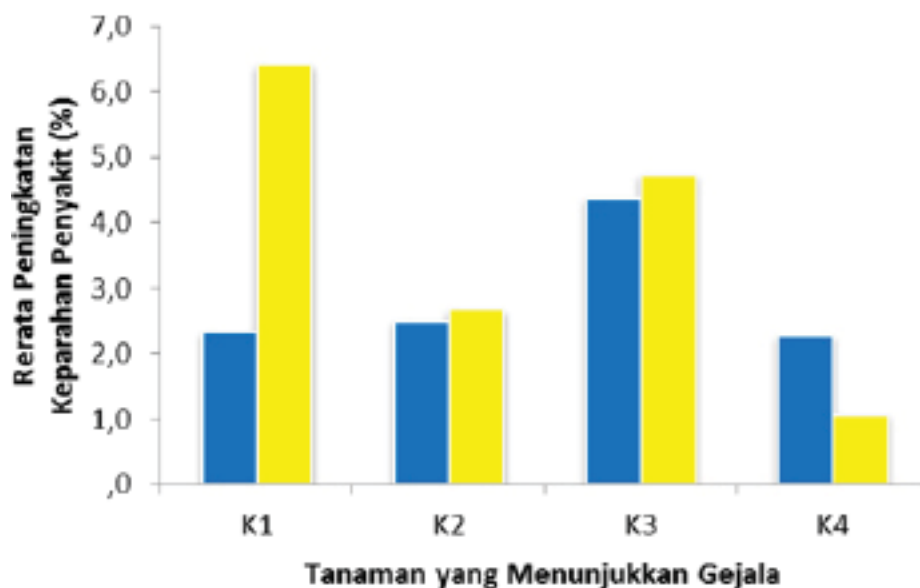
terjadi penebalan permukaan yang tidak merata (Gambar 1D).

Efektivitas Ekstrak Kompos dan *P. putida* Pf-20 untuk Menurunkan Rerata Keparahannya Penyakit

Efektivitas ekstrak kompos dan *P. putida* untuk menginduksi ketahanan tanaman diketahui dengan membandingkan rerata peningkatan keparahan penyakit yang terjadi selama masa aplikasi (50-60 hst) dengan setelah aplikasi (61-70 hst). Gambar 2 menunjukkan bahwa K1, K2, dan K3 adalah tanaman sakit yang diperlakukan dengan tiga macam ekstrak kompos, mempunyai rerata peningkatan keparahan pada 50-60 hst, dan setelah 61 hst rerata keparahan meningkat. Pada K1 rerata keparahan penyakit lebih rendah 4,09%, pada K2 lebih rendah 0,17%, dan pada K3 lebih rendah 0,36%. Sebaliknya, tanaman sakit dengan introduksi *P. putida* menunjukkan penurunan rerata peningkatan keparahan penyakit



Gambar 1. Variasi skala keparahan pada daun tembakau akibat CMV. A skala keparahan 1; B dan C skala keparahan 2; dan D. skala keparahan 3.



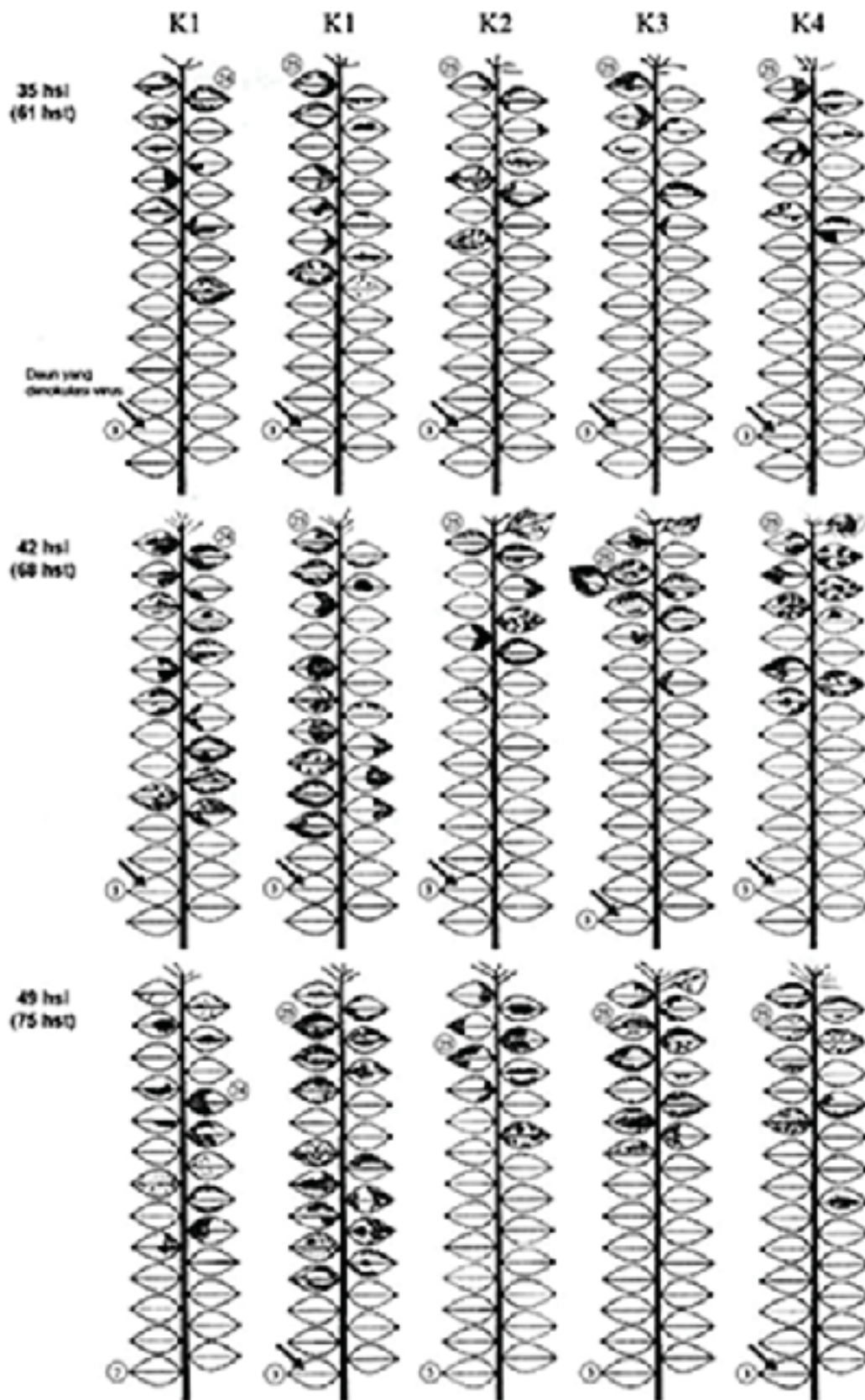
Gambar 2. Perbandingan rerata peningkatan persentase keparahan penyakit pada tanaman yang menunjukkan gejala selama masa aplikasi ekstrak kompos pada 50-60 hst (■) dengan setelah aplikasi pada 61-70 hst (■). K1 sampai dengan K4 adalah macam ekstrak kompos dan *P. putida* Pf-20 (singkatan mengacu pada keterangan di Tabel 1).

sebesar 1,21%, berarti efektivitas *P. putida* untuk menginduksi ketahanan tembakau meningkat setelah 61 hst atau 50 hari setelah introduksi.

Proses penginduksian ketahanan oleh ekstrak kompos berlangsung lebih efektif selama masa aplikasi dibandingkan dengan setelah aplikasi. Hal ini disebabkan setelah ekstrak kompos tidak lagi diaplikasikan, dominasi mikrobia antagonis dalam medium tumbuh menurun seiring dengan berkurangnya unsur hara dalam medium karena terus diserap tanaman. Han *et al.*¹⁴ menyatakan bahwa bahan organik diperlukan Rhizobacteria sebagai substrat tumbuh dan menggiatkan aktivitas antagonismenya. Selama masa aplikasi, berkurangnya unsur hara karena konsumsi tanaman akan digantikan secara periodik oleh hara dari ekstrak kompos yang disemprotkan. Akan tetapi, setelah aplikasi dihentikan sedangkan hara dalam medium tumbuh terus diserap tanaman, efektivitas agen penginduksi akan menurun. Berkurangnya hara dan menurunnya dominasi mikrobia antagonis akan meningkatkan potensi mikrobia patogenik dalam medium karena selain mikrobia antagonis, ekstrak kompos juga dihuni oleh berbagai mikrobia patogenik yang dapat merugikan perkembangan tanaman.^{15, 16} Penurunan efektivitas ekstrak kompos setelah 61 hst juga terkait dengan karakteristik agen penginduksi ketahanan yang terkandung dalam tiap-tiap

ekstrak kompos. Zhang *et al.*¹⁷ menemukan efektivitas PGPR strain *S. marcescens*, *B. pumilus* SE34, dan *B. pumilus* T4 untuk mengendalikan *blue mold* pada tembakau menurun pada delapan minggu setelah introduksi.

Efektivitas *P. putida* strain Pf-20 dan ekstrak kompos untuk menginduksi ketahanan tembakau terhadap CMV berbeda dalam hal efektivitas agen penginduksi selama terjadinya infeksi. Bertambahnya umur tanaman dan berkurangnya hara dalam medium menurunkan efektivitas ekstrak kompos untuk menginduksi ketahanan. Sebaliknya, efektivitas *P. putida* strain Pf-20 justru meningkat secara bertahap dan semakin baik setelah 61 hst atau 50 hari setelah introduksi. Fenomena ini disebabkan *P. putida* membutuhkan waktu beberapa hari sampai beberapa minggu untuk mendominasi perakaran dan secara intensif menginduksi ISR pada tanaman.⁷ Wahyuni *et al.*¹⁸ telah menemukan adanya penurunan keparahan penyakit CMV pada tembakau seiring dengan meningkatnya populasi *P. putida* yang mengolonisasi permukaan akar tanaman. Hal yang sama juga terjadi pada tanaman mentimun⁹ dan cabai besar.¹⁹ Selain itu, *P. putida* adalah agen penginduksi yang kompetitif dan agresif pada kondisi kekurangan hara. Maurhofer *et al.*²⁰ menemukan, pemberian 10 μM FeCl_3 pada *glycerol-casamino acids medium* (GCM) akan mengurangi produksi



Gambar 3. Distribusi gejala pada jaringan tanaman setelah masa aplikasi ekstrak kompos; K1 sampai dengan K4 adalah macam ekstrak kompos dan *P. putida* Pf-20 (singkatan mengacu pada keterangan Tabel 1); hsi = hari setelah inokulasi; hst = hari setelah tanam.

asam salisilat yang dihasilkan *P. fluorescens* CHA0 sebanyak 11,18 µg/10⁹ CFU, dari 11,2 µg/10⁹ CFU pada kondisi tanpa penambahan FeCl₃ berkurang menjadi <0,02 µg/10⁹ CFU jika ditambahkan FeCl₃.

Di samping akibat pengaruh mikrobial dalam ekstrak kompos atau *P. putida*, tidak munculnya gejala pada sebagian besar tanaman yang diinokulasi virus dapat disebabkan oleh faktor lain. Watson¹⁵ melaporkan bahwa ekstrak kompos mengandung hampir semua unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Menurut Michel *et al.*²¹ dan Pujiyanto,²² unsur hara ini akan menstimulasi perkembangan mikroorganisme yang menguntungkan bagi tanaman karena dapat menghasilkan senyawa pendorong pertumbuhan seperti sitokinin dan *indol-asetat acid* (IAA). Hara dalam ekstrak kompos juga memperbaiki struktur tanah sehingga penetrasi akar lebih baik dan menetralkan senyawa kimia beracun yang merugikan tanaman. Kecukupan hara dan kondisi pertumbuhan yang baik ini akan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen.²³ Matthews²⁴ juga menemukan bahwa infeksi virus tidak selalu menyebabkan gejala pada sebagian atau keseluruhan bagian tanaman karena strain virus yang lemah dan inang yang toleran.

Distribusi Gejala

Perkembangan gejala penyakit dan distribusi virus pada daun tanaman setelah 61 hst disajikan pada Gambar 3. Meskipun inokulum virus diinokulasikan pada daun ketiga dari bawah, pada 48 sampai 50 hst (22 sampai 24 hsi) gejala CMV muncul pertama kali pada daun ke-24 sampai 25 (daun muda) yang telah membuka sempurna. Sesuai dengan peningkatan rerata keparahan penyakit pada Gambar 2, setelah 61 hst jumlah daun sakit pada tanaman K1 dan K3 meningkat tajam dibandingkan pada 50 hst. Pada K2 dan K4 pertambahan jumlah daun sakit setelah 61 hst relatif rendah.

Skala keparahan penyakit pada setiap daun yang menunjukkan gejala, umumnya semakin meningkat seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Namun, pada beberapa daun terdapat proses penyembuhan (*disease recovery*) yang menyebabkan turunnya skala keparahan daun

pada umur tanaman yang semakin tua, hal ini merupakan pengaruh penginduksian ketahanan sistemik tembakau oleh ekstrak kompos dan *P. putida*. Pada Gambar 3, proses penyembuhan ini terlihat pada daun ke-25 dari tanaman yang diintroduksi *P. putida* (K4), pada 61 hst menunjukkan gejala mosaik yang jelas pada pangkal daun, tetapi pada 68 hst gejalanya menjadi samar-samar meskipun luas area dengan pola mosaik sedikit melebar, dan pada 75 hst gejala mosaik menjadi semakin samar. Efektivitas penginduksian ketahanan oleh ekstrak kompos terjadi lebih intensif pada masa aplikasi 50-60 hst, sehingga proses penyembuhan daun bergejala pada K1, K2, dan K3 terjadi sebelum 61 hst, dan setelah itu skala keparahan daun pada K1, K2, dan K3 semakin meningkat.

KESIMPULAN

Aplikasi ekstrak kompos atau *P. putida* Pf-20 pada 15 hari sebelum inokulasi CMV dapat menginduksi ketahanan sistemik tembakau H 877 dan memperpanjang masa inkubasi virus sampai dengan 22 hari. Efektivitas induksi ekstrak kompos jerami padi lebih tinggi daripada ekstrak kompos serasah daun atau ekstrak kompos kulit kopi. Efektivitas ketiga macam ekstrak kompos lebih rendah jika dibandingkan dengan *P. putida*.

Efektivitas penginduksian ketahanan ketiga macam ekstrak kompos menurun setelah umur tanaman 61 hst. Sebaliknya, efektivitas *P. putida* meningkat setelah 61 hst.

DAFTAR PUSTAKA

- ¹Dalmadiyo, G., B. Hariadi, Soerjono, dan Suwarso. 1996. Perkembangan penelitian pengendalian penyakit pada tembakau di Indonesia. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri* 2: 7–9.
- ²Francki dan N. Habili. 1987. *Plant Virus Database VIDEdb*. <http://www.ictvdb.iacr.ac.uk/ICT-VdB.htm>. Diakses pada 31 Juli 2004.
- ³Brunt, A.A., K. Crabtree, M.J. Dallwitz, A.J. Gibbs, L. Watson, dan E.J. Zurcher. 1996. *Plant Viruses Online: Descriptions and Lists from the VIDE Database*. Version: 20th August 1996. <http://image.fs.uidaho.edu/vide/descr267.htm#Range>. Diakses pada 31 Juli 2004.
- ⁴Murayama, D., H.O. Agrawal, T. Inoue, I. Kimura, E. Shikata, K. Tomaru, T. Tsuchizaki, dan Triharso.

1998. *Plant Viruses in Asia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- ⁵Matthews, R.E.F. 1991. *Plant Virology*. 2nd Eds. New York–London: Academic Press Inc.
- ⁶Wahyuni, W.S. dan Y. Sulyo. 1995. Identification and classification of sixteen CMV isolates from Java. *Proceedings Agriculture Biotechnology* 3: 597–607.
- ⁷Zhang, W., D.Y. Han, W.A. Dick, K.R. Lavis, dan H.A.J. Hoitink. 1998. Compost and compost water extract-induced systemic acquired resistance in Cucumber and Arabidopsis. *Phytopathology* 88: 450–455.
- ⁸United States Environmental Protection Agency. 2003. *Innovative uses of compost: Disease control for plants and animals. Office of Solid Waste*. <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/compost/disease.pdf>. Diakses pada 24 Oktober 2004.
- ⁹Addy, H.S., B. Arman, dan D.A. Paramita. 2003. Pemanfaatan cacing merah (*Lumbricus rubellus*) untuk meningkatkan peran *Pseudomonas putida* strain Pf-20 dalam menginduksi ketahanan sistemik ketimun (*Cucumis sativus*) terhadap keparahan penyakit *Cucumber Mosaic Virus* (CMV). *Laporan Akhir Program Kreativitas Mahasiswa*. Jember: Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- ¹⁰Yohalem, D.S., E.V. Nordhein, dan J.H. Andrew. 1996. The effect of water extract of spent mushroom compost on apple scab in the field. *Phytopathology* 86(9): 914–920.
- ¹¹Raupach, G.S., L. Liu, J.F. Murphy, S. Tuzun, dan J.W. Kloepper. 1996. Induced systemic resistance in cucumber and tomato against *Cucumber Mosaic Cucumovirus* using plant growth-promoting rhizobacteria. *Plant Disease* 80: 891–894.
- ¹²Van Loon, L.C., P.A.H.M. Bakker, dan C.M.J. Pieterse. 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Annual Review Phytopathology* 36: 453–483. <http://www.lancs.ac.uk/staff/robertmr/downloads/isr.pdf>. Diakses pada 13 Maret 2004.
- ¹³Wahyuni, W.S., E.B. Trisusilowati, dan D. Sulistyanto. 1999. Total protein content and pathogenesis related-proteins in leaf intersellular fluid of cigar tobacco cultivar H 877 infected with *Tobacco Mosaic Virus* (TMV). *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 5: 100–107.
- ¹⁴Han, D.Y., D.L. Coplin, W.D. Bauer, dan H.A.J. Hoitink. 2000. A rapid bioassay for screening rhizosphere microorganisms for their ability to induce systemic resistance. *Phytopathology* 90(4): 327–332.
- ¹⁵Watson, M.E. 2003. *Testing compost*. Ohio State University Extension Fact Sheet. <http://ohioline.osu.edu.htm>. Diakses pada 18 Oktober 2004.
- ¹⁶Krause, M.S., T.J.J. De Ceuster, S.M. Tiquia, F.C. Michel Jr., L.V. Madden, dan H.A.J. Hoitink. 2003. Solation and characterization of rhizobacteria from composts that suppress the severity of bacterial leaf spot of radish. *Phytopathology* 93: 1.292–1.300. http://plantpath.osu.edu/krause_etal_2003.pdf. Diakses pada 24 Oktober 2004.
- ¹⁷Zhang, S., M.S. Reddy, dan J.W. Kloepper. 2002. Development of assays for assessing induced sytemic resistance by Plant Growth-Promoting Rhizobacteria against Blue mold of tobacco. *Biological Control* 23: 79–86. <http://www.idealibrary.com>. Diakses pada 13 Maret 2004.
- ¹⁸Wahyuni, W.S., R. Yuttriono, dan S. Winarso. 2003. Pengaruh konsentrasi besi dalam medium tumbuh pada aktivitas *P. putida* strain Pf-20 untuk menginduksi ketahanan tembakau terhadap *Cucumber mosaic virus*. *Hayati* 10: 130–133.
- ¹⁹Nuryanto, W. 2004. Formulasi *P. putida* strain Pf-20 pada biji cabai besar (*Capsicum annum* L.) untuk mengurangi serangan *Cucumber Mosaic Virus*. *Skripsi*. Jember: Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- ²⁰Maurhofer, M., Reimmann C., Schmidli-Sacherer P., Heeb P., Hass S., dan Defago G. 1998. Salicylic acid biosynthetic gene expressed in *Pseudomonas fluorescens* strain P3 improve the induction of sytemic resistance in tobacco against *Tobacco necrosis virus*. *Phytopathology* 88: 678–684.
- ²¹Michel Jr., F.C., J.E. Haimlich, dan H.A.J. Hoitink. 2003. *Composting at home*. Ohio State University Extension Fact Sheet. <http://ohioline.ag.ohio-state.edu/hyg-fact/1000/1189.html>. Diakses pada 24 Oktober 2004.
- ²²Pujiyanto. 2001. Pemanfaatan jasad mikro jamur mikoriza dan bakteri dalam sistem pertanian berkelanjutan di Indonesia: Tinjauan dari perspektif falsafah sains. *Makalah Falsafah Sains*. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- ²³Triharso. 1994. *Beberapa gatra pengendalian penyakit tumbuhan dan kemungkinan penerapannya di Indonesia*. Universitas Gadjah Mada. <http://infosia.ut.ac.id/jurnal/3triharso.htm>. Diakses pada 13 Maret 2004.
- ²⁴Matthews, R.E.F. 1991. *Plant Virology*. 2nd Eds. New York–London: Academic Press Inc.

