

**PENINGKATAN PRODUKSI DAN KETAHANAN JAHE TERHADAP PENYAKIT LAYU BAKTERI
MELALUI IMBANGAN HARA DAN KOMPOS TANAMAN ELISITOR**
*Improvement of production and its resistance to bacterial wilt disease through nutrient balance
composition and the application of compost derived from elicitor plant*

Agus Ruhnayat dan Sri Yuni Hartati

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111
Telp 0251-8321879 Faks 0251-8327010
balittro@litbang.deptan.go.id

(diterima 01 April 2014, direvisi 15 April 2014, disetujui 29 April 2014)

ABSTRAK

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Cicurug Sukabumi, Jawa Barat sejak September 2011 sampai Mei 2012. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan imbangannya hara dan kompos tanaman bersifat elisitor (temulawak) yang dapat meningkatkan produksi rimpang dan ketahanan tanaman jahe terhadap penyakit layu bakteri. Jahe yang digunakan adalah jahe putih besar yang ditanam pada media tanah dalam polibag. Rancangan penelitian yang digunakan adalah petak terbagi (*split plot*), diulang lima kali. Petak utama adalah (1) tanpa inokulasi *Ralstonia solanacearum* dan (2) inokulasi sebanyak 10^7 cfu ml⁻¹. Sedangkan sebagai anak petak adalah imbangannya hara, yaitu (1) 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl, (2) 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 500 kg ha⁻¹ CaCO₃ + 500 kg ha⁻¹ + Mn, Cu, B, (3) 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 10 t ha⁻¹ kompos temulawak, (4) 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 500 kg ha⁻¹ CaCO₃ + 500 kg ha⁻¹ belerang + Mn, Cu, B + 10 t ha⁻¹ kompos temulawak, dan (5) dosis rekomendasi sebagai pembandingan (500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 400 kg ha⁻¹ KCl). Dosis pupuk Mn, Cu, dan B masing-masing sebanyak tiga kg ha⁻¹. Inokulasi bakteri *R. solanacearum* diberikan dua bulan setelah tanam dengan cara disiramkan pada tanah di sekitar perakaran tanaman sebanyak 200 ml tanaman⁻¹. Pemberian imbangannya hara 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 500 kg ha⁻¹ CaCO₃ + 500 kg ha⁻¹ belerang + unsur hara mikro Mn, Cu, dan B dapat meningkatkan ketahanan tanaman jahe terhadap penyakit layu bakteri sehingga dapat mempertahankan tanaman hidup sebesar 78,56% dengan tingkat kerusakan tanaman 18,43% dan meningkatkan hasil rimpang sebesar 730 g tanaman⁻¹ setara 29,2 t ha⁻¹. Pemberian kompos tanaman elisitor (temulawak) belum dapat meningkatkan ketahanan tanaman jahe terhadap penyakit layu bakteri.

Kata kunci: *Ralstonia solanacearum*, *Zingiber officinale*, imbangannya hara, elisitor

ABSTRACT

The study was conducted at Cicurug Experimental Station, Sukabumi, West Java from September 2011 to May 2012. The purpose of the study is to obtain a balanced-nutrient fertilizer's and plant elicitor-derived compost (java turmeric) which can increase the ginger rhizome yield and its resistance to bacterial wilt disease. Plant material used was the big white ginger which were grown on soil medium in a polybag. The study was arranged in split-plot design, repeated five times. The main plots were *Ralstonia solanacearum* inoculations, namely (1) without inoculation and (2) inoculation of 10^7 cfu ml⁻¹. While the subplots were a fertilizer formula, namely (1) 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ of SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl, (2) 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ of SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 500 kg ha⁻¹ CaCO₃ + 500 kg ha⁻¹ + Mn, Cu, B, (3) 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ of SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 10 t ha⁻¹ of compost ginger, (4) 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ of SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 500 kg ha⁻¹ CaCO₃ + 500 kg ha⁻¹ sulfur + Mn, Cu, B + 10 t ha⁻¹ of Java turmeric-compost, and (5) recommended dosage as a standard (500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ of SP-36 + 400 kg ha⁻¹ KCl). Each of Mn, Cu, and B fertilizers dosage was three kg ha⁻¹. *R. solanacearum* inoculations were applied at two months after planting by means of spraying the soil around the plant roots as much as 200 ml plant⁻¹. Application of the nutrient balance of 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ of SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 500 kg ha⁻¹ CaCO₃ + 500 kg ha⁻¹ sulfur + micro nutrients Mn, Cu, and B could increase ginger resilience against bacterial wilt that can sustain life by 78.56%, the level of crop damage 18.43% and improve the rhizome yield of 730 g plant⁻¹ equivalent to 29.2 t ha⁻¹. Application of elicitor plant-compost (Java turmeric) has not been able to increase the resilience of ginger plants against bacterial wilt disease.

Key words: *Ralstonia solanacearum*, *Zingiber officinale*, nutrient balance, elicitor

PENDAHULUAN

Kendala utama pada budidaya jahe adalah serangan penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) yang sampai saat ini masih belum bisa dikendalikan secara optimal. Beberapa usaha pengendalian baik dengan menggunakan antibiotik, mikroba antagonis maupun kultur teknis belum efektif. Salah satu cara yang sudah umum dianjurkan untuk mengurangi serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) adalah melalui pencegahan dini, salah satunya adalah dengan menyetakan tanaman melalui pemupukan.

Sudah banyak dilaporkan bahwa pemupukan pada jahe dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Tanaman jahe untuk tumbuh dan berproduksi membutuhkan unsur hara yang relatif banyak (Januwati dan Yusron, 2003). Untuk menghasilkan rimpang segar sebanyak 24,0-32,2 t ha⁻¹, akan terangkut hara melalui panen sebesar 60,5-139,3 kg N; 56,3-68,9 kg P, dan 77,9-129,5 kg K ha⁻¹ (Bautista and Aycardo, 1979). Rekomendasi pemupukan untuk jahe yang ada saat ini masih terbatas pada pemberian unsur hara N, P, dan K, yaitu 400-600 kg ha⁻¹ urea, 300-400 kg ha⁻¹ SP-36, dan 300-400 kg ha⁻¹ KCl serta pupuk kandang 20 t ha⁻¹ (Rostiana *et al.*, 2007). Namun rekomendasi pemupukan tersebut belum mampu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit, sehingga serangan penyakit khususnya layu bakteri masih tetap tinggi. Adanya serangan penyakit tersebut menyebabkan produksi rimpang yang rata-rata sebesar 20 t ha⁻¹ tidak tercapai. Diduga jenis haranya masih belum lengkap dan imbangannya kurang tepat. Oleh karena itu untuk tujuan meningkatkan produksi dan ketahanan jahe terhadap penyakit layu bakteri, rekomendasi pemupukan tersebut perlu diperbaiki, mengenai jenis dan imbangannya. Tanaman jahe tidak hanya membutuhkan unsur hara makro esensial seperti N, P, dan K, tetapi juga membutuhkan hara makro sekunder seperti Ca, Mg, dan S dan hara mikro esensial seperti Fe, Zn, Mo, B, Bo, Cl (Asher and Lee, 1975;

Roy *et al.*, 1992; Gupta *et al.*, 1998; Halder *et al.*, 2007). Unsur hara dapat mempengaruhi kerentanan tanaman terhadap penyakit melalui perubahan metabolisme tanaman, sehingga menciptakan lingkungan yang lebih menguntungkan bagi perkembangan penyakit (Spann and Schumann, 2010).

Selain itu, upaya meningkatkan ketahanan tanaman dapat dilakukan melalui mekanisme peningkatan produksi protein antara lain kinitinase, b-glutanase, peroksidase, endoproteinase, oxalate oksidase (van Loon *et al.*, 2006), yang berperan dalam sintesa senyawa ketahanan seperti asam salisilat, asam jasmonat dan etilen. Salah satu tanaman yang potensial bersifat penginduksi ketahanan (elisitor) adalah ekstrak tanaman akar kucing, temulawak dan sambiloto (Supriadi *et al.*, 2010). Perlu dikaji pemanfaatannya dalam bentuk kompos untuk meningkatkan ketahanan jahe terhadap penyakit layu bakteri. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan imbangannya hara dan kompos tanaman bersifat elisitor (temulawak) yang dapat meningkatkan produksi rimpang dan ketahanan tanaman jahe terhadap penyakit layu bakteri.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Cicurug Sukabumi sejak September 2011 sampai Mei 2012. Jahe yang digunakan adalah jahe putih besar yang ditanam pada media tanah dalam polibag ukuran 60 cm x 60 cm. Rancangan lingkungan yang digunakan adalah petak terbagi (*split plot*), diulang lima kali. Sebagai petak utama adalah inokulasi bakteri *R. solanacearum*, yaitu (1) tanpa inokulasi dan (2) inokulasi sebanyak 10⁷ cfu ml⁻¹. Sedangkan sebagai anak petak adalah imbangannya hara, yaitu (1) 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl, (2) 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 500 kg ha⁻¹ CaCO₃ + 500 kg ha⁻¹ belerang + Mn, Cu, B, (3) 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 10 t ha⁻¹ kompos temulawak, (4) 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 500 kg ha⁻¹

CaCO₃ + 500 kg ha⁻¹ belerang + Mn, Cu, B + 10 t ha⁻¹ kompos temulawak, dan (5) dosis rekomendasi sebagai pembanding (500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 400 kg ha⁻¹ KCl).

Dosis pupuk Mn, Cu, dan B diberikan dalam bentuk MnSO₄.H₂O, CuSO₄.5H₂O dan H₃BO₃ masing-masing sebanyak 3 kg ha⁻¹. Kompos temulawak dibuat dari rimpang temulawak yang dicacah sampai berukuran panjang kali lebar kurang dari 3 cm dengan ketebalan lebih kurang 0,5 cm, kemudian disiram dengan larutan dekom-pesor yang mengandung *Bacillus pantotkenticus* dan *Trichoderma lactae* sebanyak 0,1%, dikompos-kan selama 1,5 bulan. Metode pembuatan kom-pos ini sesuai dengan prosedur pembuatan kom-pos secara umum. Perlakuan pupuk SP-36, KCl, CaCO₃, serbuk belerang, Mn, Cu, B, dan kompos temulawak diberikan pada saat tanam. CaCO₃ diberikan dalam bentuk kapur pertanian atau Kaptan (85% CaCO₃). Dosis pupuk urea dipecah menjadi dua bagian, masing-masing diberikan saat tanam dan satu bulan setelah tanam. Sebagai pupuk dasar diberikan pupuk kandang sapi sebanyak 20 t ha⁻¹ diberikan pada saat tanam. Inokulasi bakteri *R. solanacearum* diberikan dua bulan setelah tanam dengan cara disiramkan pada tanah di sekitar perakaran tanaman sebanyak 200 ml tanaman⁻¹. Jumlah tanaman per perlakuan adalah 25 tanaman.

Peubah yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah anakan, bobot biomas (batang dan daun), kandungan hara tanah sebelum dan sesudah perlakuan (metode penilaiannya berdasarkan Tabel 1), kandungan hara pupuk kandang sapi yang diberikan sebagai pupuk dasar, kandungan hara pada jaringan tanaman, kandungan asam salisilat, persentase tingkat pertumbuhan tanaman, jumlah tanaman yang hidup (tanaman yang bertahan hidup sampai panen atau delapan bulan setelah tanam), tingkat kerusakan tanaman jahe akibat serangan bakteri *R. solanacearum* (metode penilaian berdasarkan Tabel 2), populasi bakteri *R. solanacearum* dalam tanah dan bobot rimpang basah.

Tabel 1. Kriteria penilaian sifat kimia tanah.
Table 1. Criteria on soil chemistry assessment.

Sifat tanah	Nilai	Kriteria
C-organik (%)	<1,00	Sangat rendah
	1,00-2,00	Rendah
	2,01-3,00	Sedang
	3,01-5,00	Tinggi
	>5,00	Sangat tinggi
Nitrogen (%)	<1,00	Sangat rendah
	0,10-0,20	Rendah
	0,21-0,50	Sedang
	0,51-0,75	Tinggi
C/N	>0,75	Sangat tinggi
	<10,00	Sangat rendah
	5-10	Rendah
	11-15	Sedang
P ₂ O ₅ Bray-1 (ppm)	16-25	Tinggi
	>25	Sangat tinggi
	<10,00	Sangat rendah
	10,00-15,00	Rendah
	16,00-25,00	Sedang
KTK (me 100 g ⁻¹)	26,00-35,00	Tinggi
	>35,00	Sangat tinggi
	<5,00	Sangat rendah
	5,00-16,00	Rendah
K (me 100 g ⁻¹)	17,00-24,00	Sedang
	25,00-40,00	Tinggi
	>40,00	Sangat tinggi
	<0,10	Sangat rendah
	0,10-0,20	Rendah
Na (me 100 g ⁻¹)	0,30-0,50	Sedang
	0,60-1,00	Tinggi
	>1,00	Sangat tinggi
	<0,10	Sangat rendah
Mg (me 100 g ⁻¹)	0,10-0,30	Rendah
	0,40-0,70	Sedang
	0,80-1,00	Tinggi
	>1,00	Sangat tinggi
	<0,40	Sangat rendah
Ca (me 100 g ⁻¹)	0,40-1,00	Rendah
	1,10-2,00	Sedang
	2,10-8,00	Tinggi
	>8,00	Sangat tinggi
	<2,00	Sangat rendah
pH H ₂ O	2,00-5,00	Rendah
	6,00-10,00	Sedang
	11,00-20,00	Tinggi
	>20,00	Sangat tinggi
	<4,50	Sangat rendah
	4,50-6,50	Rendah
	6,60-7,50	Sedang
	7,60-8,50	Tinggi
	>8,50	Sangat tinggi

Sumber/Source: Hardjowigeno, 2003.

Tabel 2. Nilai derajat kerusakan tanaman jahe akibat serangan bakteri *R. solanacearum*.

Table 2. Level of plant damage due to *R. solanacearum* infestation on ginger plant.

Tingkat kerusakan	Kondisi tanaman
Kerusakan ringan	Kurang dari 15% daun layu
Kerusakan sedang	15-45% daun layu
Kerusakan berat	45-85% daun layu
Kerusakan sangat berat	Lebih dari 85% daun layu atau tanaman mati

Sumber: Sudana dan Rohani, 1992 dalam Sudana dan Lotrini, 2005.
Source: Sudana and Rohani, 1992 in Sudana and Lotrini, 2005.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa tanah dan pupuk kandang sebelum penelitian

Hasil analisa tanah dan pupuk kandang sebelum perlakuan menunjukkan bahwa kesuburan tanah di lokasi penelitian dan kandungan unsur-unsur hara pada pupuk rendah (Tabel 3 dan 4).

Tabel 3. Kandungan kimia dan sifat fisik tanah sebelum perlakuan.

Table 3. Chemical content and physical properties of soil before treatment.

Sifat kimia dan fisik tanah	Nilai	Kriteria
N-total (%)	0,24	Rendah
P ₂ O ₅ tersedia (ppm)	2,00	Sangat rendah
K (me 100 g ⁻¹)	0,49	Sedang
Na (me 100 g ⁻¹)	0,44	Sedang
Ca (me 100 g ⁻¹)	5,84	Sedang
Mg (me 100 g ⁻¹)	0,94	Rendah
C-organik (%)	2,00	Sedang
C/N-ratio	8,33	Rendah
Fe (%)	5,21	-
Mn (%)	0,27	-
Cu (ppm)	46,00	-
B (ppm)	24,00	-
Zn (ppm)	137,00	-
pH (H ₂ O)	5,54	Agak masam
KTK (me 100 g ⁻¹)	10,23	Rendah
Pasir (%)	62,55	-
Debu (%)	6,53	Lempung liat berpasir
Liat (%)	30,92	-
<i>R. solanacearum</i> (cfu g ⁻¹)	0	-

Tabel 4. Kandungan unsur hara pupuk kandang.

Table 4. Nutrient content of dung manure.

Unsur hara	Nilai
N (%)	1,98
P (%)	0,50
K (%)	0,61
Ca (%)	0,48
S (%)	0,04
Na (%)	tidak terdeteksi
Mg (%)	0,28
C-organik (%)	27,16
CN-ratio	13,72
Fe (%)	1,74
Mn (%)	0,13
Cu (ppm)	72,00
Zn (ppm)	366,00
Co	16,00
Pb	0,00
Cd	8,00
Cu	72,00
pH	7,55

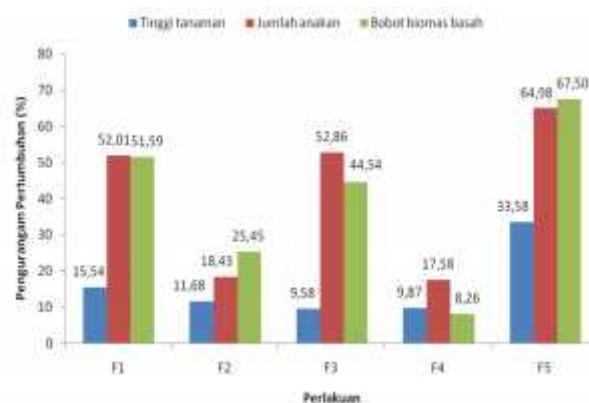
Pertumbuhan tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa imbalanced hara antar perlakuan pada tanaman yang tidak diinokulasi *R. solanacearum* terhadap

tinggi tanaman, jumlah anakan dan bobot biomas basah tidak berbeda nyata (Tabel 5). Hal tersebut dikarenakan semua tanaman jahe tumbuh sehat dan tidak terserang penyakit layu.

Hasil analisa laboratorium menunjukkan bahwa tanah pada lahan yang digunakan untuk penelitian tidak mengandung *R. solanacearum*, dengan demikian jahe yang ditanam pada lahan tidak terjangkit penyakit layu, cukup dipupuk dengan dosis yang selama ini direkomendasikan (F5). Sedangkan pada tanaman jahe yang diinokulasi *R. solanacearum* perlakuan imbalanced hara F2 dan F4 adalah yang terbaik, namun pertumbuhannya tidak sebaik tanaman yang tidak diinokulasi.

Perlakuan inokulasi *R. solanacearum* menyebabkan pertumbuhan dan produksi tanaman (tinggi tanaman, jumlah anakan dan bobot biomas basah) menjadi berkurang (Gambar 1). Pengurangan pertumbuhan paling besar terjadi pada tanaman jahe yang hanya dipupuk NPK saja tanpa Ca, S, Mn, Cu, dan B (F5, F1, dan F3), terutama untuk parameter jumlah anakan dan bobot biomas basah. Kekurangan unsur hara Ca, S, Mn, Cu, dan B akan menyebabkan tanaman lemah dan mudah terserang penyakit (Volpin and Elad, 1991; Yuen, 1993 dalam Elmer *et al.*, 2006; Graham, 1983; Huber and Graham, 1999; Halder *et al.*, 2007).



Gambar 1. Persentase pengurangan pertumbuhan tanaman jahe akibat serangan bakteri *R. solanacearum* pada berbagai imbalanced hara.

Figure 1. The percentage reduction of ginger growth due to *R. solanacearum* attacks on various nutrient balance.

Tabel 5. Pengaruh inokulasi *R. solanacearum* dan imbangan hara terhadap pertumbuhan tanaman jahe enam bulan setelah tanam (BST) dan bobot biomas delapan bulan setelah tanam (BST).

Table 5. Effect of inoculation of *R. solanacearum* and nutrient balance on the growth of ginger at six months after planting (MAP) and biomass weights at eight months after planting (MAP).

Perlakuan	Tanpa Inokulasi			Inokulasi		
	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah anakan	Bobot biomas basah (g)	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah anakan	Bobot biomas basah (g)
F1	64,75 a	15,92 a	65,32 a	54,69 b	7,64 ab	31,62 a
F2	67,19 a	17,58 a	67,35 a	59,34 bc	14,34 b	50,21 b
F3	64,63 a	17,50 a	74,94 a	58,44 bc	8,25 ab	41,56 ab
F4	68,38 a	18,83 a	63,95 a	61,63 c	15,52 b	58,67 b
F5	64,74 a	13,28 a	62,83 a	43,00 a	4,65 a	20,42 a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT.

Note: Numbers followed by the same letter within each column are not significantly different according to 0.05 DMRT

F1 = 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl

F2 = 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 500 kg ha⁻¹ CaCO₃ + 500 kg ha⁻¹ belerang + Mn, Cu, B

F3 = 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 10 t ha⁻¹ kompos temulawak

F4 = 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 500 kg ha⁻¹ CaCO₃ + 500 kg ha⁻¹ belerang + Mn, Cu, B + 10 t ha⁻¹ kompos temulawak

F5 = Dosis rekomendasi (500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 400 kg ha⁻¹ KCl)

Persentase tanaman hidup dan tingkat kerusakan tanaman

Semua perlakuan imbangan hara pada jahe yang tidak diinokulasi bakteri *R. solanacearum* tidak berpengaruh nyata terhadap persentase tanaman hidup (tanaman jahe hidup semua dan tanaman tidak ada yang rusak), sedangkan pada tanaman yang diinokulasi berpengaruh nyata (Tabel 6). Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa rata-rata populasi bakteri *R. solanacearum* pada tanah yang diinokulasi adalah 1,5 x 10³ cfu g⁻¹ dan pada tanah yang tidak diinokulasi nol cfu g⁻¹. Persentase tanaman jahe hidup pada perlakuan inokulasi *R. solanacearum* yang besarnya lebih dari 50% adalah perlakuan F4, F2, dan F3 sedangkan kurang dari 50% adalah perlakuan F5 dan F1. Berdasarkan tingkat kerusakan tanaman akibat serangan *R. solanacearum* (Tabel 2) pada perlakuan F2 dan F4 termasuk kerusakan ringan (kurang dari 15% daun layu) dan pada perlakuan F1, F3, dan F5 termasuk kerusakan berat (45-85% daun layu). Penambahan unsur hara K sebesar 50% (200 kg ha⁻¹) pada perlakuan F1 dan penambahan hara mikro pada perlakuan F3 tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap persentase tanaman hidup dan tingkat kerusakan tanaman dibandingkan dengan

perlakuan F5 (dosis rekomendasi). Hasil analisis asam salisilat menunjukkan bahwa kandungan pada perlakuan F1 dan F5 relatif sama (Tabel 7). Sedangkan penambahan unsur hara K disertai dengan pemberian unsur hara Ca, S, Mn, Cu, B (F2 dan F4) dapat meningkatkan persentase tanaman yang hidup dan menekan tingkat kerusakan akibat serangan *R. solanacearum*. Pemberian unsur hara yang lebih lengkap akan berpengaruh terhadap keseimbangan hara di dalam tanaman dan memacu terbentuknya asam salisilat. Kandungan asam salisilat pada perlakuan F2 dan F4 masing-masing sebesar 935,24 dan 983,10 ppm (Tabel 7). Hal tersebut mengindikasikan bahwa jahe pada perlakuan F2 dan F4 sifat ketahanannya lebih tinggi terhadap *R. solanacearum*. Asam salisilat berperan sebagai sinyal induksi yang memicu pengaktifan *System Acquired Resistance* (SAR) yang akhirnya meningkatkan potensi dari *Pathogenesis-Related* (PR) protein tanaman, sehingga dapat menjadi lebih tahan terhadap penyakit. Peran biosintesis asam salisilat dalam peningkatan mekanisme ketahanan tanaman adalah dengan mengaktifkan gen-gen ketahanan tanaman (van Loon and Bakker, 2006). Terdapat korelasi yang kuat antara peningkatan akumulasi asam salisilat di dalam jaringan dengan ekspresi gen yang berhubungan

Tabel 6. Pengaruh inokulasi bakteri *R. solanacearum* dan imbangannya terhadap persentase tanaman jahe hidup dan tingkat kerusakan tanaman.Table 6. Effect of *R. solanacearum* inoculation and nutrient balance on the percentage of ginger plant life and the level of crop damage.

Perlakuan	Tanaman hidup (%)		Tingkat kerusakan (%)	
	Tanpa inokulasi	Inokulasi	Tanpa inokulasi	Inokulasi
F1	100 a	47,24 a	0	52,01 ab
F2	100 a	78,56 b	0	18,43 b
F3	100 a	59,65 ab	0	52,86 ab
F4	100 a	80,67 b	0	17,58 b
F5	100 a	45,15 a	0	64,98 a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT.

Note: Numbers followed by the same letter within each column are not significantly different according to 0.05 DMRT

F1 = 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl

F2 = 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 500 kg ha⁻¹ CaCO₃ + 500 kg ha⁻¹ belerang + Mn, Cu, B

F3 = 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 10 t ha⁻¹ kompos temulawak

F4 = 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 500 kg ha⁻¹ CaCO₃ + 500 kg ha⁻¹ belerang + Mn, Cu, B + 10 t ha⁻¹ kompos temulawak

F5 = Dosis rekomendasi (500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 400 kg ha⁻¹ KCl)

Tabel 7. Pengaruh perlakuan imbangannya terhadap kandungan asam salisilat.

Table 7. Salicylic acid content in balance nutrient treatment.

Perlakuan	Kandungan asam salisilat (ppm)	
	Tanpa inokulasi	Inokulasi
F1	475,12	454,85
F2	1023,54	935,24
F3	625,34	647,02
F4	1124,02	983,10
F5	414,16	376,05

Keterangan/note:

F1 = 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl

F2 = 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 500 kg ha⁻¹ CaCO₃ + 500 kg ha⁻¹ belerang + Mn, Cu, B

F3 = 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 10 t ha⁻¹ kompos temulawak

F4 = 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 500 kg ha⁻¹ CaCO₃ + 500 kg ha⁻¹ belerang + Mn, Cu, B + 10 t ha⁻¹ kompos temulawak

F5 = Dosis rekomendasi (500 kg/ha urea + 300 kg/ha SP-36 + 400 kg/ha KCl)

dengan patogenesis serta ketahanan tanaman terhadap patogen (Malamy *et al.*, 1990; Metraux *et al.*, 1990). Pada tanaman yang diinokulasi *R. solanacearum* dan diberi perlakuan F4 dapat mempertahankan jahe hidup tertinggi (80,67%) dan tingkat kerusakan tanaman terendah (17,58%), namun dibandingkan dengan perlakuan F2 tidak berbeda nyata. Pemberian kompos temulawak pada perlakuan F4 hanya mampu meningkatkan kandungan asam salisilat sebesar 0,049% dibandingkan dengan perlakuan F2. Dengan demikian perlakuan F2 adalah yang paling efisien karena tanpa pemberian kompos temulawak.

Kandungan unsur hara pada jaringan tanaman

Terdapat perbedaan kandungan hara pada daun tanaman yang tingkat kerusakan akibat serangan *R. solanacearum* termasuk berat yaitu pada perlakuan F1, F3, dan F5, dan yang tingkat kerusakannya ringan yaitu pada perlakuan F2 dan F4 (Tabel 8). Pada tanaman yang tingkat kerusakannya ringan kandungan unsur hara N yang cukup tinggi diimbangi oleh unsur hara K yang tinggi pula, sedangkan pada tanaman yang tingkat kerusakannya berat kandungan N yang tinggi tidak diimbangi oleh K yang tinggi. Menurut Ismunadji (1989), kandungan N yang berlebihan tanpa diimbangi oleh K yang cukup menyebabkan

jaringan tanaman menjadi lemah sehingga rentan terhadap serangan penyakit. Sedangkan kekurangan kalium akan meningkatkan akumulasi senyawa N dan gula yang mudah larut di dalam jaringan tanaman. Pada tanaman tembakau, kalium dapat mengurangi produksi glutamin dan asam glutamate yang dapat meningkatkan kerentanan tanaman terhadap patogen (Klein, 1957 dalam Huber and Haneklaus, 2007).

Kandungan unsur hara lainya seperti Ca, S, Mn, Cu, dan B pada tanaman yang terserang ringan oleh *R. solanacearum* lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang terserang berat. Ca dan S termasuk hara yang diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang relatif besar (unsur hara makro). Ca mempunyai peran penting dalam jaringan tanaman, memelihara dan mengatur berbagai fungsi sel (Conway, 1982; Conway and Sams, 1987; Elad and Kirshner, 1992). Kandungan Ca dalam tanaman secara umum adalah 0,20-3,00% dari berat kering daun, dengan nilai kecukupan 0,30-1,00%. Ca termasuk hara yang tidak mobil, gejala kekahatan dimulai pada titik tumbuh, ujung akar dan daun muda. Seperti halnya unsur hara K, Calcium juga dapat meningkatkan resistensi tanaman terhadap berbagai penyakit melalui penguatan jaringan tanaman, meningkatkan stabilitas membran tanaman dan memperlambat degradasi jaringan tanaman oleh patogen (Volpin and Elad, 1991) serta meningkatkan ketahanan terhadap stress abiotik (Yuen, 1993 dalam Elmer *et al.*, 2006). Pemberian Ca dapat meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit yang disebabkan oleh bakteri (Anon, 2004). Tanaman yang kahat unsur hara S akan mengalami kerusakan aktivitas fisiologis dan mudah terserang hama dan penyakit.

Menurut Asher dan Lee (1975) bahwa jahe yang sehat mengandung S sebanyak 0,35-0,40% pada bagian daunnya. Mn berperan dalam produksi lignin sehingga jaringan tanaman menjadi kuat. Penyembuhan luka pada tanaman yang disebabkan oleh patogen memerlukan unsur hara Mn dan unsur hara mikro penting lainnya

yang cukup (Graham, 1983; Huber and Graham, 1999). Cu dapat meningkatkan ketebalan kutikula (penghalang infeksi penyakit) dan diperlukan dalam sintesa polyphenoloxidase yang menghasilkan beberapa phytoalexins dan molekul anti patogen lainnya. Sedangkan boron dapat meningkatkan penyerapan kation oleh tanaman seperti K, Ca, dan Cu serta diperlukan dalam metabolisme fenolat yang merupakan racun bagi patogen (Halder *et al.*, 2007).

Tabel 8. Rata-rata kandungan unsur hara daun jahe yang diinokulasi *R. solanacearum* pada tanaman yang terserang berat dan terserang ringan penyakit layu bakteri.

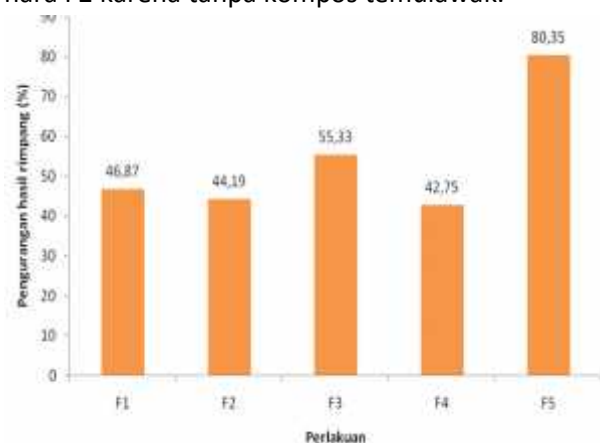
Table 8. Average nutrient content of the inoculated leaf of ginger by *R. solanacearum* in heavy and light attacked plants by bacterial wilt disease.

Unsur hara	Tanaman terserang berat penyakit layu bakteri	Tanaman terserang ringan penyakit layu bakteri
N (%)	2,30	3,79
P (%)	0,33	0,34
K (%)	0,40	2,63
Ca (%)	0,60	1,55
S (%)	0,30	0,45
Mn (ppm)	96,98	214,79
Cu (ppm)	76,48	90,76
B (ppm)	6,29	9,35

Bobot rimpang basah

Pada tanah yang tidak diinokulasi *R. solanacearum* pengaruh antar perlakuan tidak berbeda nyata terhadap bobot rimpang basah (Tabel 9). Dengan demikian pada tanah yang tidak terserang penyakit *R. solanacearum* dosis rekomendasi (F5) cukup efektif untuk meningkatkan bobot rimpang basah. Bobot rimpang basah pada hasil penelitian ini 1272 g tanaman⁻¹. Namun pada tanah yang diinokulasi *R. solanacearum* dosis rekomendasi (F5) kurang efektif untuk meningkatkan bobot rimpang basah, hanya diperoleh sebesar 250 g tanaman⁻¹. Hal tersebut terjadi karena pada dosis rekomendasi (F5) dosis N yang tinggi (500 kg ha⁻¹ urea) tidak diimbangi oleh dosis K tinggi (400 kg ha⁻¹ KCl), sehingga kurang efektif untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan *R.*

solanacearum. Pada tanaman yang diinokulasi *R. solanacearum* bobot rimpang basah tertinggi diperoleh pada perlakuan F4, yaitu 790 g tanaman⁻¹, namun tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan F2, yaitu 730 g tanaman⁻¹ (Tabel 9). Serangan *R. solanacearum* selain menyebabkan kerusakan pertumbuhan tanaman juga mengurangi jumlah tanaman yang hidup dan mengurangi hasil rimpang. Penurunan hasil rimpang basah tertinggi terdapat pada perlakuan F5 (dosis rekomendasi) diikuti F3 dan F1 (Gambar 2). Penurunan hasil rimpang basah terendah terdapat pada perlakuan F4 diikuti F2. Perlakuan terbaik dan efisien adalah imbangan hara F2 karena tanpa kompos temulawak.



Gambar 2. Persentase pengurangan hasil rimpang basah jahe akibat serangan bakteri *R. solanacearum* pada berbagai imbangan hara.

Figure 2. The percentage reduction of fresh weight ginger rhizome due to *R. solanacearum* infestation at different nutrient balance.

Walaupun tanaman yang diinokulasi bakteri *R. solanacearum* dan diberi perlakuan F2 pertumbuhannya kurang optimal dan tanaman yang hidup hanya 78,56%, namun hasil rimpang basahnya 730 g tanaman⁻¹ (setara 29,2 t ha⁻¹) masih di atas rata-rata yang diberi perlakuan dosis rekomendasi pemupukan selama ini yaitu 20 t ha⁻¹ (Rostiana *et al.*, 2007). Tanaman jahe untuk dapat tumbuh dengan sehat dan berproduksi tinggi tidak hanya membutuhkan unsur hara makro esensial (N, P, K) saja, tetapi juga membutuhkan hara

Tabel 9. Pengaruh Inokulasi bakteri *R. solanacearum* dan imbangan hara terhadap bobot rimpang basah.

Table 9. Effect of *R. solanacearum* inoculation and nutrient balance on the fresh weight of rhizome.

Perlakuan	Tanpa inokulasi (g tanaman ⁻¹)	Inokulasi (g tanaman ⁻¹)
F1	1054 a	560 ab
F2	1308 a	730 b
F3	1276 a	570 ab
F4	1380 a	790 b
F5	1272 a	250 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT

Note: Numbers followed by the same letter within each column are not significantly different according to 0.05 DMRT

F1 = 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl

F2 = 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 500 kg ha⁻¹ CaCO₃ + 500 kg ha⁻¹ belerang + Mn, Cu, B

F3 = 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 10 t ha⁻¹ kompos temulawak

F4 = 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 500 kg ha⁻¹ CaCO₃ + 500 kg ha⁻¹ belerang + Mn, Cu, B + 10 t ha⁻¹ kompos temulawak

F5 = Dosis rekomendasi (500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 400 kg ha⁻¹ KCl)

makro sekunder (Ca, Mg, dan S) dan hara mikro esensial (Fe, Zn, Mo, B, Bo, Cl) (Asher and Lee, 1975). Menurut Halder *et al.* (2007), pemberian unsur hara B dan Zn selain dapat meningkatkan kesehatan tanaman juga dapat meningkatkan hasil rimpang jahe.

KESIMPULAN

Pemberian imbangan hara 500 kg ha⁻¹ urea + 300 kg ha⁻¹ SP-36 + 600 kg ha⁻¹ KCl + 500 kg ha⁻¹ CaCO₃ + 500 kg ha⁻¹ belerang + unsur hara mikro Mn, Cu, dan B dapat meningkatkan ketahanan tanaman jahe terhadap penyakit layu bakteri, mempertahankan tanaman jahe hidup sebesar 78,56%, tingkat kerusakan tanaman 18,43% dan meningkatkan hasil rimpang sebesar 730 g tanaman⁻¹. Pemberian kompos temulawak belum dapat meningkatkan ketahanan tanaman jahe terhadap penyakit layu bakteri.

DAFTAR PUSTAKA

Anonymous. 2004. Plant disease and fertilization. Mississippi State University. 2 p.

- Asher CJ and MT Lee. 1975. Diagnosis and correction of nutritional disorders in ginger (*Zingiber officinale*). Department of Agriculture, University of Queensland. 28 p.
- Bautista OK and HB Aycardo. 1979. Ginger. Its production, handling processing and marketing with emphasis on export. Dept. of Hort. College of Agric. UPLB, Los Banos, Phillipines. 80 p.
- Conway WS. 1982. Effect of postharvest calcium treatment on decay of delicious apples. *Plant Disease* 66, 402-3.
- Conway WS and CE Sams. 1987. The Effects of postharvest infiltration of calcium, magnesium, or strontium on decay, firmness, respiration, and ethylene production in apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112(2): 300-303.
- Elad Y and Kirshner B. 1992. Calcium reduces *Botrytis cinerea* damage to plants of *Ruscus hypoglossum*. *Phytoparasitic*. 20: 285-291.
- Elmer PAG, Spiers TM and Wood PN. 2006. Effects of pre-harvest foliar calcium sprays on fruit calcium levels and brown rot of peaches. *Crop Protection*. 26: 11-18.
- Graham RD. 1983. Effect of nutrient stress on susceptibility of plants to disease with particular reference to the trace elements. *Adv. Bot. Res.* 10: 221-276.
- Gupta CR and SS Singar. 1998. Effect of varying levels of nitrogen phosphorous and potassium levels on growth and yield of turmeric in hill Zone Karnataka. *J. Spices Aromatic Crops*, 3: 28-32.
- Halder NK, NC Shill, MA Siddiky, R Gomes and J Sarkar. 2007. Respon of ginger to zinc and boron fertilization. *Asian Journal of Plant Sciences* 6(2): 394-398.
- Hardjowigeno S. 2003. Ilmu tanah. Akademika Pressindo Jakarta. 286 hlm.
- Huber DM and Graham RD. 1999. The role of nutrition in crop resistance and tolerance to diseases. In: Rengel Z (ed) Mineral nutrition of crops : fundamental mechanisms and implications. New York : Food Products Press, pp. 169-06.
- Huber DM and Haneklaus S. 2007. Managing nutrition to control plant disease. *Landbauforschung Volkenrode* 57:4: 313-322.
- Ismunadji. 1989. Kalium, Kebutuhan dan Penggunaannya dalam Pertanian Modern. Potash and Phosphate Institute of Canada. Edisi Bahasa Indonesia. 46 hlm.
- Januwati M dan M Yusron. 2003. Pengaruh P-alam, pupuk bio dan zeolit terhadap produktivitas jahe (*Zingiber officinale* Rosc.). *Jurnal Ilmiah Pertanian Gakuryoku* IX(2): 125-128.
- Malamy J, Carr JP, Klessig DF and Raskin I. 1990. Salicytic acid: a likely endogenous signal in the resistance response of tobacco to viral infection. *Science* 250: 1002-1004
- Metraux JP, Signer H, Ryals J, Ward E, Wyss-Benz M, Gaudin J, Raschdorf K, Schmid E, Blum W and Inverardi B. 1990. Increase in salicylic acid at the onset of systemic acquired resistance in cucumber. *Science* 250: 1004-1006.
- Rostiana O, D Soleh Efendi dan N Bermawie. 2007. Teknologi Unggulan Jahe. Booklet Puslitbangbun. 16 hlm.
- Roy A, QR Chatterjee, A Hassan and SK Mitra. 1992. Effect of Zn, Fe and B on growth, yield and nutrient content in leaf of ginger. *Indian Cocoa, Aeronaut Spices J.*, 15: 99-101.
- Spann TM and AW Schumann. 2010. Mineral nutrition contributes to plant disease and pest resistance. Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 5 p.
- Sudana M dan M Lotrini. 2005. Pengendalian terpadu penyakit layu (*Ralstonia solanacearum* Smith) dan nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) pada tanaman jahe gajah. *Jurnal HPT Tropika* 5(2): 97-103.
- Supriadi, SY Hartati dan S Rahayuningsih. 2010. Identifikasi jenis-jenis tanaman berpotensi sebagai elisitor untuk meningkatkan ketahanan jahe terhadap penyakit layu bakteri. Laporan Akhir Penelitian Balitro Bogor.
- van Loon LC and Bakker PAHM. 2006. Root-associated bacteria inducing systemic resistance. In: Plant-associated bacteria (S.S. Gnanamanickam, ed), Springer, Dordrecht, pp. 269-316.

van Loon LC, M Rep and CMJ Pieterse. 2006. Significance of inducible defense-related proteins in infected plants. *Annual Review Phytopathology* 44: 135-162.

Volpin H and Y Elad. 1991. Influence of calcium nutrition on susceptibility of rose flowers to *Botrytis* blight. *Phytopathology* 81: 1390–1394.