

Keefektifan Waktu Aplikasi Formulasi Rizobakteri Indigenus untuk Mengendalikan Layu Fusarium dan Meningkatkan Hasil Tanaman Tomat di Tanah Ultisol (The Effectiveness of Application Time of Indigenous Rhizobacteria Formulation to Control Fusarium Wilt and Enhance of Tomato Yield in Ultisol Soil)

Khaeruni, A¹⁾, Wahab, A²⁾, Taufik, M¹⁾, dan Sutariati, GAK¹⁾

¹⁾Jurusan Agroteknologi, Faperta, Universitas Halu Oleo, Jl. HEA. Mokodompit, Kendari 93232

²⁾Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tenggara, Jl Prof. Muh Yamin, No. 89 Kendari

E-mail : akhaeruni@yahoo.com

Naskah diterima tanggal 5 Maret 2013 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 1 November 2013

ABSTRAK. Layu fusarium merupakan salah satu penyakit penting di pertanaman tomat, termasuk di lahan Ultisol di Sulawesi Tenggara. Rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman merupakan salah satu alternatif pengendalian penyakit yang menjanjikan untuk mengatasi masalah layu fusarium. Penelitian bertujuan mengetahui keefektifan formulasi rizobakteri indigenus untuk mengendalikan layu fusarium dan meningkatkan hasil panen tanaman tomat di tanah Ultisol. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Agroteknologi dan Rumah Kasa, Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo dari Bulan Oktober 2010 sampai Januari 2011. Penelitian disusun berdasarkan rancangan acak lengkap dengan tujuh perlakuan, yaitu (RB) aplikasi rizobakteri pada benih, (RB.2) aplikasi rizobakteri pada benih dan pada tanaman 2 minggu setelah tanam, (RB.2.4) aplikasi rizobakteri pada benih dan pada tanaman 2 dan 4 minggu setelah tanam, (RBF.2) aplikasi rizobakteri pada benih dan aplikasi fungisida sintetik pada tanaman 2 minggu setelah tanam, (FB.4) aplikasi fungisida sintetik pada benih dan pada tanaman 2 minggu setelah tanam, (FB.2.4) aplikasi fungisida sintetik pada benih dan pada tanaman 2 dan 4 minggu setelah tanam, serta kontrol. Semua perlakuan diinokulasi dengan *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* dan diulang tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan rizobakteri pada benih yang disusul pada saat 2 dan 4 minggu setelah tanam paling efektif mengendalikan layu fusarium dengan penekanan sebesar 61,14%, serta mampu meningkatkan hasil tanaman dengan jumlah buah 10,88 dan bobot buah 375,31 g per tanaman, sedangkan tanaman tanpa perlakuan tidak berproduksi. Hasil ini mengindikasikan bahwa formulasi rizobakteri indigenus mampu mengendalikan layu fusarium dan meningkatkan hasil panen tanaman tomat di tanah Ultisol.

Katakunci: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*; Layu fusarium; Rizobakteri

ABSTRACT. Fusarium wilt is one of the most important diseases on tomato planted area, including in Ultisol land of South East Sulawesi. Plant growth promoting and bioprotecting rhizobacteria (PGPBR) is one of the most promising alternatives to overcome this problem. The aim of this experiment was to study of effectiveness of indigenous rhizobacteria formulation to control fusarium wilt and increasing tomato yield in Ultisol soil. This experiment was conducted at Agrotechnology Laboratory and Plastic House of Agriculture Faculty, Halu Oleo University in October 2010 to Januari 2011. A complete randomized design with seven treatments was used in this experiment. The treatments were (RB) rhizobacteria seed treatment, (RB.2) rhizobacteria seed treatment and repeated at 2 weeks after planting, (RB.2.4) rhizobacteria seed treatment, repeated at 2 and 4 weeks after planting, (RBF.2) rhizobacteria seed treatment and fungicide applied at 2 weeks after planting, (FB.4) fungicide seed treatment, and repeated at 2 weeks after planting, (FB.2.4) fungicide seed treatment, and repeated at 2 and 4 weeks after planting, and control (without rhizobacteria and fungicides). All treatments were inoculated by *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici* and replicated in three times. The results showed that rhizobacteria seed treatment and repeated at 2 and 4 weeks after planting was most effective to control fusarium wilt, with effectiveness by 61.14%, and increase the yield of tomato and produced 10.88 fruits and 375.31 g in weight per plant, while control had no yield. The results indicated that application of indigenous rhizobacteria formulation could be control fusarium wilt and enhanced the yield of tomato plant in Ultisol soil.

Keywords: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*; Fusarium wilt; Rhizobacteria

Produktivitas tomat di Sulawesi Tenggara masih sangat rendah, yaitu sekitar 3,62 t/ha (Dinas Perkebunan dan Hortikultura 2008). Hal ini disebabkan lahan pertanian di daerah tersebut didominasi oleh jenis tanah Ultisol yang kandungan hara, pH tanah, dan aktivitas mikrob antagonisnya rendah, sehingga ketersediaan nutrisi bagi tanaman juga rendah. Selain itu masalah penyakit tanaman akibat serangan cendawan patogen

tular tanah juga menjadi kendala budidaya tanaman tomat di lapangan.

Salah satu cendawan patogen tular tanah penting yang dapat menurunkan bahkan menggagalkan produksi tanaman tomat ialah *Fusarium oxysporium* f. sp. *lycopersici* penyebab layu fusarium. Pengendalian penyakit ini masih bertumpu pada penggunaan fungisida sintetik, yang apabila diaplikasikan tidak

sesuai dengan rekomendasi dapat memengaruhi karakteristik fisik dan biologi tanah, serta meninggalkan residu yang membahayakan lingkungan dan makhluk hidup lainnya, serta meningkatkan resistensi patogen (Compant *et al.* 2005). Pengendalian hayati berupa penggunaan rizobakteri yang berfungsi sebagai agens antagonis dan pemacu pertumbuhan tanaman dapat dipertimbangkan sebagai alternatif pengendalian patogen tular tanah yang ramah lingkungan, karena dapat meningkatkan kesehatan tanaman, sekaligus memperbaiki kesuburan tanah, sehingga tanaman tahan terhadap penyakit (Gholami *et al.* 2012).

Raupach (1998) mengemukakan bahwa salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kemampuan rizobakteri dalam mengendalikan patogen dan memacu pertumbuhan tanaman ialah melakukan pencampuran beberapa rizobakteri yang memiliki aktivitas antagonis yang superior, sehingga dapat bersinergi dalam meningkatkan kemampuannya dalam mengendalikan patogen sekaligus meningkatkan produksi tanaman. Sejumlah rizobakteri indigenus asal tanah Ultisol di Sulawesi Tenggara yang efektif secara tunggal dalam mengendalikan cendawan patogen tular tanah (Khaeruni *et al.* 2010), telah diuji untuk melihat keefektifan pencampuran beberapa isolat dalam mengendalikan layu fusarium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencampuran tiga jenis isolat rizobakteri indigenus yaitu *Bacillus cereus* ST21b, *B. subtilis* ST21e, dan *Serratia* sp. SS29a yang diformulasi dalam bahan pembawa gambut dan lempung mampu menekan perkembangan layu fusarium pada tanaman tomat sebesar 60% dan mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman, sehingga digolongkan ke dalam rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman atau *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR)

(Khaeruni *et al.* 2011). Salah satu masalah yang dihadapi dalam penggunaan formulasi bakteri tersebut ialah keefektifannya menjadi berkurang ketika diaplikasikan di lapangan, khususnya ketika hanya diaplikasikan pada benih sebelum disemai. Oleh karena itu aplikasi formulasi rizobakteri yang berulang diduga mampu meningkatkan keefektifannya dalam mengendalikan layu fusarium dan meningkatkan hasil tanaman tomat di tanah Ultisol.

Penelitian ini bertujuan mengetahui waktu aplikasi formulasi rizobakteri indigenus yang efektif untuk mengendalikan *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* dan meningkatkan produksi tanaman tomat di tanah Ultisol serta membandingkannya dengan penggunaan fungisida sintetik.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Agroteknologi dan Rumah Kasa, Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo Kendari, berlangsung dari Bulan Oktober 2010 sampai Januari 2011. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah benih tomat galur BM1076 yang rentan terhadap layu fusarium, formulasi rizobakteri indigenus asal tanah Ultisol, yaitu *Bacillus cereus* ST21b, *Bacillus subtilis* ST21e, dan *Serratia* sp. SS29a, serta berbagai bahan dan peralatan untuk perbanyakan dan pemeliharaan isolat agens hayati.

Penelitian disusun dalam rancangan acak lengkap yang terdiri atas tujuh perlakuan sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Semua perlakuan diinokulasi dengan *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* dengan tiga ulangan. Setiap unit percobaan terdiri atas 10 tanaman, sehingga secara keseluruhan terdapat 210 tanaman.

Tabel 1. Perlakuan yang diuji (*Treatments tested*)

Kode (<i>Code</i>)	Perlakuan (<i>Treatments</i>)
RB	Inokulasi formulasi rizobakteri pada benih (<i>Seed treatment with rhizobacteria formulation</i>)
RB.2	Inokulasi formulasi rizobakteri pada benih dan 2 minggu setelah tanam (MST) (<i>Seed treatment and applied rhizobacteria formulation at two weeks after planting</i>)
RB.2.4	Inokulasi formulasi rizobakteri pada benih, 2 dan 4 MST (<i>Seed treatment and applied rhizobacteria formulation at 2 and 4 WAP</i>)
RB.F2	Inokulasi formulasi rizobakteri pada benih dan perlakuan fungisida 2 MST (<i>Seed treatment with rhizobacteria formulation and fungicide treatment at 2 WAP</i>)
FB.4	Perlakuan fungisida pada benih dan 2 MST (<i>Fungicide seed treatment as well as at 2 WAP</i>)
FB.2.4	Perlakuan fungisida pada benih, 2 dan 4 MST (<i>Fungicide seed treatment as well as at 2 and 4 WAP</i>)
Kontrol (<i>Control</i>)	Tanpa perlakuan rizobakteri dan fungisida (<i>Without rhizobacteria and fungicide treatments</i>)

R = rizobakteri, B = aplikasi pada benih, 2 atau 4 = waktu (minggu) aplikasi rizobakteri atau fungisida setelah tanam, F = fungisida (R = *rhizobacteria*, B = *seed treatment*, 2 or 4 = *time application rhizobacteria or fungicide after planting*, F = *fungicide*)
MST (WAP) = minggu setelah tanam (*weeks after planting*)

Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan dalam penelitian ialah tanah Ultisol yang dicampur dengan pupuk kandang dengan perbandingan 9:1(v/v) yang disterilkan dengan sterilisasi uap dan dimasukkan ke dalam kantung plastik (polibag) berukuran 20 x 30 cm sebanyak 210 buah.

Penyiapan Inokulum dan Inokulasi Patogen

Isolat *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* yang digunakan merupakan kultur murni dari spora tunggal koleksi Laboratorium Unit Hama dan Penyakit Tumbuhan, Universitas Halu Oleo, yang telah diuji patogenitasnya pada tomat. Sebanyak empat potong miselium *F. oxysporum* yang berumur 7 hari berdiameter 0,5 cm disubkultur dalam media PDB steril (200 ml), lalu dikocok menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 rpm pada suhu ruang 27°C selama 14 hari hingga terbentuk kerak miselium. Setelah 14 hari kerak miselium dipanen dengan menyaring suspensi patogen menggunakan kain kasa steril berlapis kertas tisu steril. Semua kerak miselium yang tersaring dicuci dengan air steril lalu dicuci lagi dan disuspensikan dengan 500 ml air steril. Suspensi kerak miselium tersebut dicampurkan dengan pasir steril dengan perbandingan 1:5 (v/w) lalu diinokulasikan pada media tanam di sekitar lubang tanam dalam kantung plastik sebanyak 10 g per kantung. Media yang telah diinokulasi patogen disiram setiap hari untuk mendukung perkembangan patogen dalam media tanam.

Perbanyak dan Formulasi Rizobakteri

Rizobakteri isolat ST21b, ST21e, dan SS29a yang berasal dari stok penyimpanan ditumbuhkan pada media TSA di dalam cawan petri dan diinkubasi selama 2 x 24 jam. Bakteri tersebut disuspensikan ke dalam air steril pada kerapatan sel masing-masing isolat sekitar 10^9 – 10^{10} cfu/ml, selanjutnya dicampur dengan bahan pembawa berupa gambut dan lempung halus yang telah disterilkan dengan perbandingan 1:1 (v/v). Formulasi rizobakteri telah siap digunakan atau dikemas dalam kantung plastik lalu disimpan di dalam lemari pendingin (4°C) untuk penyimpanan jangka panjang.

Aplikasi Rizobakteri Pada Benih dan Media Tanam

Benih tomat yang digunakan terlebih dahulu didisinfektan dengan etanol 70%. Aplikasi rizobakteri pada benih dilakukan dengan merendam benih dalam suspensi formulasi rizobakteri (1:10 b/v) selama 1 jam, lalu benih dikeringanginkan sebelum ditanam. Aplikasi rizobakteri pada media tanam dilakukan dengan cara menaburkan formulasi rizobakteri sebanyak 10 g per

kantung di sekitar perakaran tanaman pada kedalaman 10 cm, sesuai dengan waktu aplikasi pada setiap perlakuan.

Aplikasi Fungisida Sintetik Pada Benih dan Tanaman

Aplikasi fungisida sintetik pada benih dilakukan dengan cara merendam benih dalam larutan fungisida berbahan aktif mankozeb (1%) selama 1 jam, lalu benih dikeringanginkan sebelum ditanam. Aplikasi fungisida pada tanaman dilakukan dengan menyiram larutan fungisida dengan konsentrasi yang sama di sekitar akar tanaman, sesuai dengan waktu aplikasi pada setiap perlakuan.

Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman

Benih ditanam dalam kantung plastik yang telah disiapkan sebanyak 2 benih per kantung dengan cara membuat lubang kecil sedalam kurang lebih 1 cm dari permukaan tanah. Satu minggu setelah tanam dipilih satu tanaman yang dibiarkan hidup sebagai tanaman uji. Penyiraman dilakukan dua kali dalam 1 hari yaitu pagi dan sore hari, sedangkan pengendalian hama dan gulma dilakukan secara manual jika ditemukan pada tanaman uji.

Pengamatan

Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi kejadian dan keparahan penyakit, pertumbuhan tanaman, dan hasil panen.

1. Kejadian dan keparahan penyakit

Kejadian penyakit diketahui dengan mengamati gejala eksternal pada tanaman. Pengamatan dilakukan setiap minggu setelah tanam. Tingkat kejadian penyakit dihitung menggunakan rumus: dimana:

$$KP = \frac{n}{N} \times 100 \%$$

KP = Kejadian penyakit (%),

n = Jumlah tanaman yang bergejala daun menguning dan layu,

N = Total tanaman yang diamati.

Tingkat keparahan penyakit diukur berdasarkan kerusakan akar tanaman tomat pada akhir penelitian. Pengamatan dilakukan dengan cara membongkar tanaman, kemudian perakaran dicuci dengan hati-hati lalu dinilai derajat infeksi berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{\sum_{0.5}^n (n_1 \times v_1)}{Z \times N} \times 100 \%$$

dimana:

- I = Tingkat keparahan penyakit,
- n_1 = Jumlah pembuluh yang terserang pada setiap kategori serangan,
- v_1 = Nilai numerik masing-masing kategori serangan,
- Z = Nilai numerik kategori serangan tertinggi,
- N = Jumlah berkas pembuluh yang diamati.

Nilai skala diskolorisasi setiap kategori serangan yang digunakan ialah:

- 0 = Tidak ada diskolorisasi pada berkas pembuluh,
- 1 = Diskolorisasi kurang dari $\frac{1}{3}$ berkas pembuluh,
- 2 = Diskolorisasi sampai $\frac{1}{3}$ berkas pembuluh,
- 3 = Diskolorisasi sampai $\frac{2}{3}$ berkas pembuluh,
- 4 = Diskolorisasi lebih besar dari $\frac{2}{3}$ berkas pembuluh,
- 5 = Berkas pembuluh penuh dengan diskolorisasi.

2. Pertumbuhan tanaman

Pertumbuhan tanaman yang diamati ialah tinggi tanaman dan jumlah daun pada setiap minggu sejak 2 MST hingga tanaman memasuki fase generatif. Pengukuran tinggi tanaman dimulai dari pangkal batang di atas permukaan tanah sampai daun tertinggi, sedangkan daun yang dihitung ialah daun yang telah terbentuk sempurna.

3. Hasil panen

Hasil panen yang diamati meliputi jumlah dan bobot buah pada setiap perlakuan pada setiap ulangan yang diamati pada tiga masa panen pertama.

Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan metode sidik ragam. Hasil analisis yang menunjukkan F hitung lebih besar dari F tabel dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (UJBD) pada taraf kepercayaan 95% .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kejadian dan Keparahan Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Tomat

Hasil pengamatan pengaruh waktu aplikasi formulasi rizobakteri indigenus terhadap kejadian dan keparahan penyakit layu fusarium pada tomat yang diinokulasi *F. oxysporum* menunjukkan bahwa aplikasi formulasi rizobakteri berpengaruh nyata terhadap kejadian dan keparahan penyakit tanaman tomat. Tanaman yang diberi perlakuan formulasi rizobakteri selalu memperlihatkan kejadian penyakit dan keparahan penyakit yang lebih rendah dan berbeda nyata dibanding dengan tanaman yang tidak diberi perlakuan rizobakteri dan perlakuan dengan fungisida (Tabel 2).

Kejadian penyakit terendah pada setiap waktu pengamatan didapatkan pada perlakuan aplikasi formulasi rizobakteri pada benih, 2 dan 4 MST (RB.2.4), yaitu 9,52%. Nilai ini tidak berbeda dengan perlakuan aplikasi rizobakteri pada benih 2 MST (RB.2), tetapi berbeda nyata dengan kejadian penyakit pada perlakuan lainnya. Hal yang sama diperoleh pada pengamatan keparahan penyakit, dimana keparahan penyakit terendah yaitu 29,53% terdapat pada perlakuan aplikasi formulasi rizobakteri pada benih, 2 dan 4 MST, sehingga perlakuan ini memiliki

Tabel 2. Pengaruh waktu aplikasi formulasi rizobakteri terhadap kejadian penyakit dan keparahan penyakit layu fusarium (*Effects of application times of rhizobacteria formulation on disease incidence and disease severity of fusarium wilt disease*)

Perlakuan (Treatments)	Kejadian penyakit pada pengamatan ke- (Disease incidence at) MST (WAP)					Keparahan penyakit (Disease severity), %
	2	3	4	5	6	
RB	9,52 b	28,57 b	28,57 b	38,08 b	38,08 b	63,80 a
RB.2	9,52 b	14,29 cd	14,29 cd	19,05 cd	19,05 cd	40,96 cd
RB.2.4	9,52 b	9,52 d	9,52 c	9,52 d	9,52 d	29,53 d
RBF.2	9,52 b	23,81 c	23,81 b	23,81 c	23,81 c	51,43 bc
FB.4	42,86 a	42,86 a	42,86 a	57,14 a	57,14 a	67,60 a
FB.2.4	38,08 a	38,08 ab	38,08 a	42,86 b	42,86 b	60,00 ab
Kontrol (Control)	42,86 a	42,86 a	42,86 a	57,14 a	57,14 a	76,00 a
KK (CV), %	18,89	21,31	18,89	17,62	17,62	12,09

Tabel 3. Pengaruh waktu aplikasi formulasi rizobakteri terhadap tinggi tanaman tomat (*Effects of application times of rhizobacteria formulation on tomato plant height*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Tinggi tanaman pada pengamatan ke....MST (<i>Plant height at..... WAP</i>), cm				
	2	3	4	5	6
RB	14,86 b	25,20 b	42,79 b	58,25 a	79,86 a
RB.2	19,29 a	32,54 a	50,59 ab	67,79 a	86,88 a
RB.2.4	17,81 ab	30,89 ab	55,94 a	71,75 a	89,53 a
RBF.2	16,22 ab	29,41 ab	52,26 ab	69,75 a	83,95 a
FB.4	6,65 c	8,10 c	9,78 c	10,52 b	12,91 b
FB.2.4	5,83 c	7,03 c	8,31 c	10,25 b	12,56 b
Kontrol (<i>Control</i>)	7,46 c	8,57 c	11,65 c	14,29 b	18,74 b
KK (<i>CV</i>), %	17,95	18,11	17,88	18,11	18,02

keefektifan sebesar 61,14% dalam menekan penyakit layu fusarium jika dibandingkan dengan kontrol. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Fatima *et al.* (2009), yang mengemukakan rizobakteri memiliki keefektifan lebih dari 50% dalam mengendalikan *Rhizoctonia solani* pada tanaman gandum.

Rizosfer merupakan lingkungan yang dinamis dan kaya akan sumber energi dari senyawa organik yang dikeluarkan oleh akar tanaman (eksudat akar) dan merupakan tempat berbagai jenis mikroba untuk berkembang dan sekaligus tempat pertemuan dan persaingan antara mikroba (Cattelan *et al.* 1999). Rendahnya kejadian penyakit pada tanaman yang diaplikasikan rizobakteri karena rizobakteri dapat menghasilkan atau memproduksi senyawa metabolit sekunder seperti antibiotik yang efektif menekan perkembangan patogen dan enzim kitinase yang efektif mendegradasi kitin yang merupakan salah satu penyusun komponen dinding sel *F. oxysporum*, sehingga perkembangan cendawan tersebut terhambat akibat adanya rizobakteri di sekitar perakaran tanaman. Menurut Khaeruni *et al.* (2010), kemampuan isolat ST21b, ST21e, dan SS29a dalam mensekresikan enzim kitinase sangat kuat dengan potensi penghambatan terhadap patogen *F. oxysporum* secara *in vitro* masing-masing 59,26; 49,62; dan 48,14%. Hasil ini mendukung penelitian Huang (2004) yang menyatakan bahwa aktivitas antifungal *Bacillus cereus* berkaitan dengan produksi enzim kitinase. Selain sekresi enzim kitinase, kelompok rizobakteri juga dapat menghasilkan enzim pendegradasi selulase, -1,3 glukanase, protease, dan lipase yang dapat melisis penyusun dinding sel berbagai cendawan patogen (Glick 2012). Rizobakteri juga dapat menekan pertumbuhan patogen tanaman melalui kompetisi nutrisi dan produksi senyawa antibiotik (van Loon 2007).

Pertumbuhan Tanaman Tomat

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa aplikasi formulasi rizobakteri pada tanaman tomat yang

diinokulasi *F. oxysporum* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman khususnya pada pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun. Perlakuan rizobakteri pada benih dan 2 MST (perlakuan RB.2), serta perlakuan rizobakteri pada benih, 2 dan 4 MST (Perlakuan RB.2.4) memiliki rerata tinggi tanaman yang lebih baik dibanding perlakuan lainnya, khususnya pada waktu pengamatan 5 dan 6 MST (Tabel 3 dan 4).

Pada pengamatan minggu ke-5 dan ke-6 setelah tanam, tinggi tanaman terbaik yaitu 71,75 cm dan 89,53 cm terdapat pada perlakuan RB.2.4, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya yang diberi perlakuan formulasi rizobakteri (perlakuan RB, RB2, dan RBF.2), namun berbeda nyata dengan perlakuan yang tidak diberi perlakuan formulasi rizobakteri (perlakuan FB.4, FB.2.4, dan kontrol). Hasil yang sama diperoleh pada pengamatan jumlah daun, dimana perlakuan RB.2.4 memperlihatkan rerata jumlah daun terbanyak pada waktu pengamatan ke-5 dan ke-6 setelah tanam yaitu masing-masing 14,10 dan 16,39 helai per tanaman. Sementara perlakuan yang hanya diaplikasikan fungisida menunjukkan penghambatan pertumbuhan dan tidak berbeda nyata dengan kontrol.

Adanya pertumbuhan yang lebih baik pada tanaman yang diaplikasikan formulasi rizobakteri dibandingkan dengan perlakuan fungisida dan kontrol, diduga karena rizobakteri yang digunakan menghasilkan hormon yang dapat memacu pertumbuhan tanaman. Formulasi rizobakteri yang digunakan pada penelitian ini merupakan campuran isolat ST21b, ST21e, dan SS29a. Isolat-isolat tersebut memiliki kemampuan memproduksi indol asam asetat (IAA) yang tinggi masing-masing 33,00; 59,44; dan 28,87 ppm (Khaeruni *et al.* 2010). Swain *et al.* (2007) mengemukakan bahwa tanaman ubi jalar (*Dioscorea rotundata*) yang diinokulasi dengan *Bacillus subtilis* penghasil IAA secara nyata mengalami peningkatan perakaran, rasio batang, dan tinggi dibandingkan tanaman yang tidak diinokulasi. IAA memediasi produksi etilen yang

Tabel 4. Pengaruh waktu aplikasi formulasi rizobakteri terhadap jumlah daun tomat (*Effects of application times of rhizobacteria formulation on tomato leaf number*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Jumlah daun pertanaman pada pengamatan ke... MST (<i>Leaf number per plant at.....WAP</i>)				
	2	3	4	5	6
RB	7,19 a	8,48 a	8,81 a	10,62 b	13,00 a
RB.2	7,43 a	9,24 a	9,05 a	12,48 ab	15,89 a
RB.2.4	8,00 a	9,76 a	10,19 a	14,10 a	16,38 a
RBF.2	7,24 a	10,14 a	10,48 a	11,53 ab	15,43 a
FB.4	3,91 b	4,34 b	3,86 b	3,29 b	2,91 b
FB.2.4	2,95 b	3,62 b	3,86 b	3,26 b	3,54 b
Kontrol (<i>Control</i>)	4,10 b	4,52 b	3,95 b	4,19 b	4,38 b
KK (<i>CV</i>), %	17,53	14,87	13,08	17,55	23,33

berperan dalam peningkatan biomassa akar, jumlah akar rambut, dan area permukaan akar tomat yang diinokulasi PGPR (Ribaudo *et al.* 2006). Lebih lanjut Khaeruni *et al.* (2011) mengemukakan bahwa ketiga isolat rizobakteri yang digunakan dalam penelitian ini, selain mampu memproduksi IAA juga memiliki kemampuan sebagai pelarut fosfat dan memfiksasi nitrogen nonsimbiotik. Hal ini sejalan dengan Joo *et al.* (2005), Park *et al.* (2009), Bhattacharyya & Jha (2012) yang menyatakan bahwa kemampuan rizobakteri sebagai pemacu pertumbuhan tanaman ditunjukkan dengan kemampuan dalam menyediakan dan memobilisasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah serta mensintesis dan mengubah konsentrasi berbagai fitohormon pemacu pertumbuhan tanaman.

Jumlah dan Bobot Buah Tomat

Hasil pengamatan pengaruh waktu aplikasi rizobakteri indigenus terhadap rerata jumlah buah dan bobot tanaman tomat memperlihatkan bahwa perlakuan formulasi rizobakteri berpengaruh nyata terhadap jumlah dan bobot buah tanaman tomat yang diinokulasi dengan *F. oxysporum* (Tabel 5).

Rerata berat buah tomat tertinggi terdapat pada perlakuan rizobakteri pada benih, 2 dan 4 MST (RB.2.4) dengan bobot buah 375,31 g berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan RB.2.4 juga menghasilkan jumlah buah terbanyak yaitu 10,88 buah, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan RB dan RB.4 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan RBF.2, FB.4, FB.2.4, dan kontrol. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian rizobakteri signifikan mampu meningkatkan produksi karena perlakuan yang tidak diberi rizobakteri tidak mampu menghasilkan buah.

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Murphy *et al.* (2000) yang melaporkan bahwa aplikasi sejumlah rizobakteri dari kelompok *Bacillus* sp. mampu menurunkan intensitas serangan *tomato mottle virus* dan meningkatkan hasil tanaman tomat

Tabel 5. Pengaruh waktu aplikasi formulasi rizobakteri terhadap jumlah buah dan bobot buah tanaman tomat (*Effects of application times of rhizobacteria formulation on fruit number and fruit weight on tomato*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Pengamatan (<i>Observation</i>)	
	Bobot buah/ tanaman (<i>Fruit weight/ plant</i>), g	Jumlah buah/ tanaman (<i>Fruit number/ plant</i>)
RB	213,44 b	9,32 ab
RB.2	296,50 b	10,22 ab
RB.2.4	375,31 a	10,88 a
RBF.2	225,07 b	7,99 b
FB.4	0,00 c	0,00 c
FB.2.4	0,00 c	0,00 c
Kontrol	0,00 c	0,00 c
KK (<i>CV</i>), %	13,17	26,97

pada skala percobaan lapangan. Peningkatan produksi tanaman berkorelasi negatif dengan kejadian penyakit dan pertumbuhan tanaman, semakin rendah kejadian dan keparahan penyakit semakin tinggi tanaman dan semakin banyak jumlah daun yang terbentuk, sehingga menghasilkan buah yang lebih banyak. Peningkatan jumlah daun memberikan kontribusi positif pada pertumbuhan tanaman karena daun merupakan organ utama tempat berlangsungnya fotosintesis. Produksi suatu tanaman merupakan resultan dari proses fotosintesis, penurunan asimilat akibat respirasi, dan translokasi bahan kering ke hasil tanaman (Jumin 2005).

KESIMPULAN DAN SARAN

Aplikasi formulasi rizobakteri indigenus pada benih yang disusul pada umur 2 dan 4 MST efektif mengendalikan layu fusarium lebih dari 60% dan

meningkatkan produksi tanaman tomat pada tanah Ultisol, sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai pupuk hayati dan agens pengendali hayati terhadap layu fusarium pada tanaman tomat di tanah Ultisol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini merupakan sebagian dari hasil penelitian Insentif Riset Dasar Tahun 2010 yang didanai oleh KNRT Tahun 2010. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Mariana S. yang memberikan bantuan teknis penelitian di laboratorium dan rumah kaca.

PUSTAKA

1. Bhattacharyya, PN & Jha, DK 2012, 'Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture', *World J. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 28, pp. 1327-50, DOI:10.1007/s11274-011-0979-9.
2. Compant, S 2005, 'Use plant growth promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanism of action, and future prospects', *Minireview J. APPI Microbiol.*, vol. 71, pp. 4951-9.
3. Cattelan, AJ, Hartel, PG & Fuhrmann, JJ 1999, 'Screening for plant growth-promoting rhizobacteria to promote early soybean growth', *Soil Sci. Soc. Am. J.*, no. 63, pp. 1670-80.
4. Dinas Perkebunan dan Hortikultura 2008, *Statistik Hortikultura*, Dinas Perkebunan dan Hortikultura Provinsi Sulawesi Tenggara, Kendari.
5. Fatima, Z, Saleemi, M & Zia, M 2009, 'Antifungal activity of plant growth-promoting rhizobacteria isolates against *Rhizoctonia solani* in wheat', *Afr. J. Biotech.*, vol. 8, no. 2, pp. 219-25.
6. Gholami, A, Biyari, A, Gholipour, M & Rahmani, HA 2012, 'Growth promotion of maize (*Zea mays* L.) by plant-growth-promoting rhizobacteria under field conditions', *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, vol. 43, no. 9, pp. 1263-72, DOI:10.1080/00103624.2012.666302.
7. Glick, BR 2012, 'Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications', *Scientifica*, vol. 20, pp. 1-15, DOI:10.6064/2012/963401.
8. Huang, CJ 2004, 'Identification of an antifungal chitinase from a potential biocontrol *Bacillus cereus* agent 28-9', *J. Bio. Mol. Biol.*, vol. 38, no. 1, pp. 82-8.
9. Joo, GJ, King, YM, Kim, JT., Rhee, IK, Kim, JH & Lee, IJ 2005, 'Gibberellins-producing rhizobacteria increase endogenous gibberellins content and promote growth of red peppers', *J. Microbiol.*, vol. 43, no. 6, pp. 510-7.
10. Jumin, HB 2005, *Dasar-dasar agronomi*, Rajawali Press, Jakarta.
11. Khaeruni, A, Sutariati, GAK & Wahyuni, S 2010, 'Karakterisasi dan uji aktivitas bakteri rizosfer lahan Ultisol sebagai pemacu pertumbuhan dan agensia hayati cendawan patogen tular tanah secara *in-vitro*', *J. Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, vol.10, no. 2, pp. 123-30.
12. Khaeruni, A Syair & Sarmiza 2011, 'The effectiveness of rhizobacteria mixture to control fusarium wilt disease and stimulate tomato plant growth in Ultisol soil', *Proceeding of International Seminar of Indonesian Phytopathology Society*, Solo, December 3-5, 2011.
13. Murphy, JF, Zehnder, GW, Schuster, DJ, Sikora, EJ, Polston, JE & Kloepper, JW 2000, 'Plant growth-promoting rhizobacterial mediated protection in tomato against tomato mottle virus', *Plant Dis.*, vol. 84, pp. 779-84.
14. Park, KH, Lee, CY & Son, HJ 2009, 'Mechanism of insoluble phosphate solubilization by *Pseudomonas fluorescens* RAF15 isolated from ginseng rhizosphere and its plant growth-promoting activities', *Lett. Appl. Microbiol.*, vol. 49, no. 2, pp. 222-8.
15. Raupach, GS & Klopffer, JW 1998, 'Mixture of plant growth-promoting rhizobacteria enhance biological control of multiple cucumber pathogens', *Phytopathol.*, vol. 88, pp.1158-64.
16. Ribaudo, C, Krumpholz, E, Cassan F, Bottini, R & Cantore M 2006, '*Azospirillum* sp. promotes root hair development in tomato plants through a mechanism that involves ethylene', *J. Plant Growth Regul.*, vol. 24, pp. 175-85, 10.1007/s00344-005-0128-5.
17. Swain, MR, Naskar, SK & Ray, RC 2007. 'Indole-3-acetic acid production and effect on sprouting of yam (*Dioscorea rotundata* L.) minisetts by *Bacillus subtilis* isolated from culturable cowdung microflora', *Pol J. Microbiol.*, vol. 56, pp. 103-10
18. van Loon, LC 2007, 'Plant response to plant growth-promoting rhizobacteria', *Eur. J. Plant Pathol.*, vol. 111, pp. 243-54, DOI 10.1007/s10658-007-9165-1.