

**Induksi Ketahanan Tanaman Tomat Menggunakan Isolat Bakteri Endofit Indigenus
untuk Pengendalian Penyakit Bercak Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv.
vesicatoria)**

*Skripsi S1 oleh Erna Rosi Pembimbing: 1. Prof. Dr. Ir. Trimurti Habazar; 2. Zurai Resti,
S.P, M.P*

Abstrak: Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang dari Agustus sampai November 2011. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan isolat bakteri endofit indigenus yang mampu mengendalikan penyakit *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*, meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat.

Penelitian disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap dengan 10 perlakuan dan 5 ulangan yang terdiri dari isolat rizobakteria endofit indigenus (AgE 3.3.1, AgE 3.2.2, AgE 3.4.2, TdE 1.1.1, TdE 2.1.2, TdE 1.3.2, TpE 2.3.1, TpE 2.3.2, TpE 2.4.1, TpE 2.4.2) dan kontrol. Peubah yang diamati adalah Perkembangan penyakit Bercak Bakteri (masa inkubasi penyakit Bercak Bakteri, persentase daun terserang *Xav*, intensitas daun terserang *Xav*), pertumbuhan tanaman tomat (daya muncul lapang, tinggi tanaman, jumlah daun, muncul bunga dan berat buah).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat bakteri endofit indigenus mampu menekan serangan *Xav* dan dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat. Isolat TpE 2.3.1, AgE 3.4.2, dan TpE 2.3.2 adalah isolat yang mampu menekan serangan *Xav* dengan efektivitas 42,11%, 30,42 dan 27,29%. Sedangkan isolat TdE 1.3.2, TdE 1.1.1 dan TpE 2.4.2 adalah isolat yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat dengan rata-rata efektivitas peningkatan 20,25%, 12,65%, dan 10,19%.

Kata Kunci: Induksi Ketahanan, isolat bakteri endofit, Tanaman tomat, *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*

Abstract: The research was conducted at Microbiology Laboratory of Pest and Plant Disease Department, Faculty of Agriculture, Andalas University Padang in August to December 2011. The objective of the research is to acquire the isolate of indigenus endofit bacteria which can control the *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* disease, to increase the growth and the production of tomato plant.

The research was arranged based on complete random design with 10 ways of treating 5 repetitions which consist of isolate rizobacteria endofit indigenus (AgE 3.3.1, AgE 3.2.2, AgE 3.4.2, TdE 1.1.1, TdE 2.1.2, TdE 1.3.2, TpE 2.3.1, TpE 2.3.2, TpE 2.4.1, TpE 2.4.2) and control. The observed transformations are the developing of Bacterial spot disease (incubation period of Bacterial spot, percentage of *Xav* contaminated leaf, intensity

of Xav contaminated leaf), the growth of tomato plant (the power of spacious arise), plant height, number of leaf, the appearance of flower and tomato weight).

The result of the research shows that isolate of endofit indigenus bacteria can push the bout from Xav and can increase the growth and the production of tomato plant. Isolate TpE 2.3.1, AgE 3.4.2, and TpE 2.3.2 are the isolates which can push the Xav bout with the effectiveness of 42,11%, 30,42, and 27,29%. Whereas isolate TdE 1.3.2, TdE 1.1.1, and TpE 2.4.2 are the isolates which can increase the growth of tomato plant with the raising of effectiveness average are 20,25%, 12,65%, and 10,19%.

Key words: Induction of resistance, isolate endofit bacteria, tomato plants, and *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*

PENDAHULUAN

Tanaman tomat sudah dikenal orang sejak dahulu. Peranannya yang penting dalam pemenuhan gizi masyarakat sudah sejak lama diketahui (Tugiyono, 2002). Tomat tergolong sayuran multi fungsi yang digunakan terutama untuk bumbu masakan sehari-hari, bahan baku industri saus tomat, dimakan segar dan diawetkan di dalam kaleng. Pengembangan budidaya tanaman tomat di Indonesia telah mendapat perhatian sejak tahun 1961 (Rukmana, 1994). Produktivitas tomat di Sumatera Barat befluktuasi, pada tahun 2000 sebanyak 6,97 ton/ha, pada tahun 2001 menurun sampai 4,59 ton/ha, kemudian tahun 2006-2010 terjadi peningkatan dari 16,66 ton/ha sampai 24,79 ton/ha (Badan Pusat Statistik, 2010). Produktivitas tomat di Sumatera Barat tersebut masih di bawah optimal (56,61 ton/ha) (National bank for agriculture, 2007).

Salah satu penyebab penyakit diantaranya penyakit bercak bakteri yang disebabkan oleh *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (selanjutnya

disingkat *Xav*) (Pudjiatmoko, 2008). Penyakit ini dapat mengurangi produksi secara komersial pada tanaman tomat di seluruh dunia pada daerah dengan kelembaban dan curah hujan yang tinggi. Patogen ini dapat bertahan dari satu musim tanam ke musim tanam berikutnya terutama pada benih dan mampu bertahan pada tanah. Penyakit bercak bakteri tergolong penting karena bakteri ini dapat menyerang daun, ranting, dan buah tomat, sehingga menyebabkan penurunan pertumbuhan tanaman dan produksi serta kualitas buah tomat (Sahin dan Miller, 1996). Intensitas serangan penyakit ini di Sumatera Barat berkisar antara 23,2 % - 63,2 % (Amrin, 1998).

Sampai saat ini usaha pengendalian penyakit ini sudah banyak dilakukan, seperti penggunaan varietas tahan yang baru dilakukan di luar negeri, sedangkan di Indonesia belum ditemukan adanya varietas yang tahan, kultur teknis dengan rotasi tanaman, tetapi hasilnya belum optimal. Pengendalian secara kimia dengan menggunakan bakterisida yang mengandung tembaga (Cu), seperti Maneb, Mancozeb dan antibiotika seperti

Streptomycin juga telah dipergunakan secara terbatas, namun harganya mahal tidak terjangkau oleh petani (Mc. Carter, 1992).

Alternatif pengendalian yang lebih aman adalah dengan memanfaatkan mikroorganisme sebagai agen biokontrol (Manuela, Suwanto dan Tjahyono, 1997). Salah satu komponen utama dalam program ini adalah pengendalian hayati. Pengendalian hayati tanaman antara lain melalui sistem pertahanan tanaman, atau penggunaan organisme antagonis terhadap patogen atau menginduksi ketahanan tanaman terhadap patogen (Habazar dan Yaherwandi, 2006). Salah satu kelompok mikroorganisme yang punya potensi untuk menginduksi ketahanan tanaman adalah rizobakteria pemacu pertumbuhan tanaman (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*, PGPR), seperti *Bacillus* sp., *Serratia*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Pseudomonas fluorescens*. Induksi ketahanan ya ng disebabkan oleh mikroorganisme ini ada yang bersifat lokal ada pula yang bersifat sistemis. Induksi ketahanan sistemis (*Induced systemic resistance*, ISR) dapat terjadi bila PGPR diaplikasi pada benih atau bibit (Habazar, 2005).

Pengendalian hayati terhadap patogen tanaman melibatkan mikroba antagonis atau agensia pengendali hayati, antara lain kelompok *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) atau rizobakteria pemacu pertumbuhan tanaman (Habazar dan Rivai, 2004). Keberadaan rizobakteria pada perakaran tanaman dapat dikelompokkan berdasarkan tempat kolonisasinya, yaitu berada dalam komplek rizoplan, di

permukaan akar, rizosfir berada di daerah perakaran, endofit berada di dalam jaringan akar. Rizobakteria endofit adalah bakteri yang hidup didalam jaringan tanaman (xylem dan floem), daun, akar dan batang. Keunggulan bakteri endofit sebagai agens pengendalian hayati yaitu mampu meningkatkan ketersediaan nutrisi, menghasilkan hormon pertumbuhan, dan mengendalikan penyakit tumbuhan (Kloepper *et al*, 1992), menginduksi ketahanan tanaman (Hallmann, 2001). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman kopi untuk mengendalikan penyakit karat pada daun kopi yang disebabkan oleh *Hemileia vastatrix*, (Shiomi, Melo, Nunes, Bettiol, 2006), penyakit hawar bakteri pada kapas yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* (Xam) (Rajendran, Saravanakumar, Ragunchaner dan Samiyappan, 2006). Serta menekan perkembangan dan serangan dan perkembangbiakan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne spp*) pada tanaman tomat (Khamariah, 2010). Pada penelitian ini isolat yang digunakan berasal dari Kecamatan Danau Kembar Kabupaten Solok. Dari hasil penapisan yang telah dilakukan pada fase pembibitan di rumah kawat didapatkan 10 isolat terbaik yang mampu memacu pertumbuhan tanaman tomat dari 24 isolat yang ada. Hasil penelitian Habazar *et al*, (2010) menunjukkan bahwa bakteri endofit dapat memacu pertumbuhan tanaman tomat tapi belum ada informasi lebih lanjut terhadap kemampuan bakteri ini dalam mengendalikan penyakit bercak bakteri.

Berdasarkan uraian di atas telah dilakukan penelitian yang berjudul **“Induksi Ketahanan Tanaman Tomat Menggunakan Isolat Bakteri Endofit Indigenus untuk Pengendalian Penyakit Bercak Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv.**

***vesicatoria*)**. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri endofit indigenus yang mampu mengendalikan *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*, meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan dan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas Limau Manis Padang dari bulan Agustus sampai Desember 2011 (Lampiran 1).

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih tomat varietas Martha, polybag, isolat endofit, alkohol 70%, akuades steril, *aluminium foil*, kertas saring, media *Nutrient Agar* (NA), *Nutrient Glucose Agar* (NGA), pupuk kandang, tanah steril, plastik *wrapping*, tisu, lampu spritus, *aluminium foil*, kertas label, kantung plastik transparan, dan McFarland skala 8.

Alat yang digunakan adalah cawan petri, gelas piala, gelas ukur, labu *erlenmeyer*, kaca objek, batang pengaduk, oven, lampu bunsen, tabung reaksi, jarum ose, pipet tetes, timbangan digital, botol Schott, pipet mikro, *Laminar air flow*, *shaker*, *cutter*, gunting, mistar, *vortex*, mikroskop, autoklaf, ruang isolasi, rak tabung reaksi, lumpang porselen, *micro tube*, kompor listrik, cangkuk kecil, dan alat tulis.

Metode Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 10 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuannya adalah introduksi isolat bakteri endofit

(dapat dilihat pada lampiran 2) koleksi Habazar *et al.*, (2010), pada tanaman tomat sebagai berikut:

A = isolat TdE 1.3.2 (Taluak dalam, Kec. Danau Kembar)

B = isolat TdE 2.1.2 (Taluak dalam, Kec. Danau Kembar)

C = isolat AgE 3.3.1 (Aka gadang, Kec. Danau Kembar)

D = isolat TdE 1.1.1 (Taluak dalam, Kec. Danau Kembar)

E = isolat TpE 2.4.2 (Taratak pauah, Kec. Danau Kembar)

F = isolat TpE 2.4.1 (Taratak pauah, Kec. Danau Kembar)

G = isolat TpE 2.3.1 (Taratak pauah, Kec. Danau Kembar)

H = isolat AgE 3.2.2 (Aka gadang, Kec. Danau Kembar)

I = isolat TpE 2.3.2 (Taratak pauah, Kec. Danau Kembar)

J = isolat AgE 3.4.2 (Aka gadang, Kec. Danau Kembar)

K = kontrol – (hanya diinokulasikan *Xav*)

L = kontrol + (tanpa bakteri endofit dan *Xav*)

Tiap perlakuan diulang 5 kali sehingga terdapat 60 unit percobaan (Lampiran 3). Kontrol Positif digunakan untuk membandingkan pertumbuhan tanaman dan hasil tanaman tomat, sedangkan kontrol negatif digunakan untuk membandingkan perkembangan

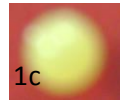
penyakit bercak bakteri. Data dianalisis secara sidik ragam, jika berbeda nyata dilanjutkan dengan Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5%.

Pelaksanaan

Identifikasi *Xav*

Isolasi Bakteri *Xav*

Sumber inokulum *Xav* diisolasi dari tanaman tomat yang bergejala bercak bakteri yang diperoleh dari daerah sentral tanaman tomat dan daerah endemik penyakit bercak bakteri di Kecamatan Danau Kembar Kabupaten Solok (Gambar 1a). Daun yang bergejala diisolasi menurut metode Klement *et al* (1990), dengan memotong bagian daun yang bergejala sebesar 1 cm² sebanyak 5 potong. Kemudian dilakukan sterilisasi permukaan dengan alkohol 70 % dan dibilas dengan aquades steril. Potongan daun tomat tersebut dihancurkan dengan menggunakan lumpang porselin dan ditambahkan 9 ml akuades steril, dan dilakukan pengenceran seri sampai 10⁻⁶. Kemudian 0,1 ml suspensi dari pengenceran (10⁻⁴ , 10⁻⁵ , 10⁻⁶) dipindahkan kedalam medium NGA dan diinkubasi selama 5x24 jam. Koloni *Xav* berwarna kuning, cembung, bulat dan permukaannya berlendir (Gambar 1c) dipindahkan dengan cara metode gores pada medium NGA dan diinkubasi 5x24 jam (Gambar 1b). Selanjutnya *Xav* disimpan dengan akuades steril dalam *microtube* volume 2 ml.



(1a)

(1b, 1c)

Gambar 1. Gejala dan bentuk koloni isolat *Xav* (a). Sumber inokulum *Xav*, (b). Koloni dalam medium NGA (metode gores), (c). Bentuk koloni tunggal *Xav*.

Morfologi *Xav*

Karakter morfologi *Xav* umur 5 x 24 jam diamati pada medium NGA, variabel yang diamati berupa warna koloni, bentuk koloni dan permukaan koloni. Koloni *Xav* berwarna kuning, cembung dan berlendir (Gambar 1c).

Uji Fisiologis *Xav*

a. Uji Pigmen Xanthomonadin

Pengujian xanthomonadin bertujuan untuk mengetahui bakteri tersebut menghasilkan pigmen Xanthomonadin pada medium NGA. Koloni tunggal bakteri *Xav* pada medium

NGA dari hasil isolasi, dimurnikan dengan metode gores ke medium NGA padat, kemudian diinkubasi 5 x 24 jam, apabila koloni yang tumbuh berwarna kuning mengkilat dan permukaan serta bagian pinggirnya berlendir, berarti bakteri tersebut menghasilkan pigmen Xanthomonadin (Schaad, 1988). Bakteri *Xav* menghasilkan pigmen Xanthomonadin (Gambar 1b).

b. Uji Gram

Uji Gram ini bertujuan untuk mengetahui sifat bakteri termasuk Gram positif atau Gram negatif. Pengujiannya menggunakan metoda Schaad yaitu dengan cara larutan KOH 3 % diteteskan di atas kaca objek kemudian diambil biakan bakteri yang berumur 5 hari dengan jarum ose lalu dicampurkan. Apabila terjadi penggumpalan maka bakteri tersebut bersifat Gram negatif dan apabila tidak menggumpal maka bakteri tersebut bersifat Gram positif (Klement *et al.*, 1990). Bakteri *Xav* termasuk Gram negatif (Gambar 2a).

c. Uji Pektinase

Pengujian bertujuan untuk mengetahui bakteri tersebut menghasilkan enzim pektinase atau tidak. Umbi kentang dipotong 1 x 1 cm², disterilkan permukaannya dengan akuades, kemudian direndam dengan alkohol 70 %, dan dicuci dengan akuades. Potongan umbi kentang diletakkan ke dalam cawan petri plastik yang berisi kertas saring lembab dan diolesi satu ose bakteri *Xav* kemudian diinkubasi 3 x 24 jam, apabila umbi kentang berwarna kuning kecoklatan dan akhirnya berwarna hitam maka bakteri tersebut menghasilkan enzim pektinase (Schaad, 1988). *Xav*

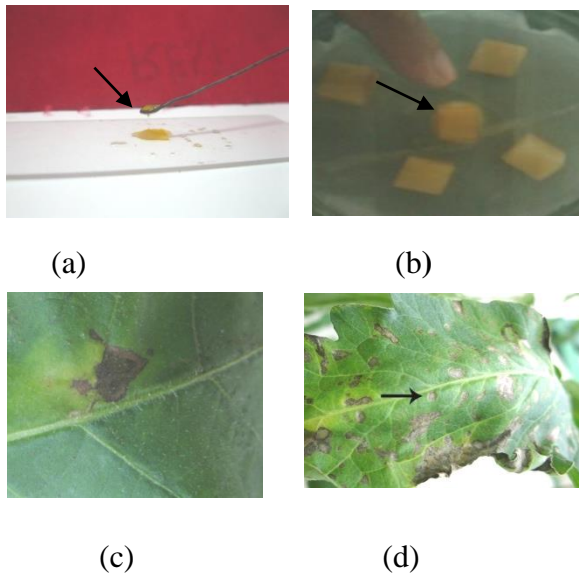
merupakan bakteri penghasil enzim pektinase, yang ditunjukkan oleh perubahan warna potongan kentang menjadi kuning kecoklatan dan akhirnya berwarna hitam (Gambar 2b).

d. Uji Hipersensitif

Reaksi hipersensitif bertujuan untuk mengetahui sifat bakteri yang tergolong patogen. Uji ini menggunakan tanaman tembakau, suspensi bakteri *Xav* (10⁸ sel/ml) diinfiltrasi secara interselluler pada jaringan permukaan bawah daun sampai jenuh. Reaksi spesifik dari HR ini ditandai dengan munculnya bagian yang nekrotik dalam waktu 2x24 jam setelah inokulasi (Klement *et al.*, 1990). Uji ini menimbulkan gejala nekrotik 2 hari setelah inokulasi (Gambar 2c).

e. Uji patogenesis *Xav*

Uji patogenesis bertujuan untuk melihat gejala penyakit pada tanaman inang. Untuk itu digunakan tanaman tomat varietas Martha. Tanaman tomat yang digunakan adalah tanaman yang sehat. Tanaman diinokulasikan pada daun dengan cara menusuk-nusuk bagian permukaan bawah daun dengan menggunakan jarum pentul, selanjutnya daun tersebut diolesi dengan suspensi bakteri *Xav* (10⁶ sel/ml) dengan kapas. Setelah itu, daun disungkup dengan plastik bening kemudian diinkubasi 5-7 hari. Apabila pada bagian yang diinokulasi muncul *water soaking* dalam waktu 7 hari pada daun tomat yang diinokulasi maka *Xav* bersifat patogen terhadap tanaman tomat (Hamzah, 1993). Uji ini menimbulkan gejala *water soaking* 3 hari setelah inokulasi *Xav* (Gambar 2d).



Gambar 2. Sifat fisiologis *Xav* (a). Uji Gram, (b). Uji pektinase, (c) Uji hipersensitif, (d). Uji patogenisitas.

Introduksi Isolat Bakteri Endofit pada Bibit dan Penanaman

Penyiapan Lokasi Tanam

Ruang lokasi tanaman di sungkup dengan kain sifon pada bagian sisinya dan bagian atasnya dengan plastik kaca. Pada bagian sisi depan dari ruangan diberi pintu masuk dengan memasang resleting. Ini bertujuan untuk melindungi tanaman dari serangan organisme pengganggu tanaman yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman terutama vektor virus.

3.4.2.2 Penyiapan Suspensi Isolat Bakteri Endofit

Isolat bakteri endofit berasal dari koleksi Habazar *et al* (2010), yang

disimpan dengan media air steril dalam tabung mikro ukuran 2 ml (Gambar 3a), diremajakan dengan metode gores pada cawan petri berisi media NA dan diinkubasi selama 2x24 jam (Gambar 3b). Untuk perbanyak bakteri endofit sesuai yang diperlukan dilakukan dengan cara memindahkan koloni tunggal yang tumbuh dengan metode gores pada medium NA dan diinkubasi selama 2x24 jam. Setelah itu, dituangkan 9 ml aquades ke dalam masing-masing cawan biakan isolat bakteri endofit dan dikikis dengan jarum ose. Suspensi bakteri yang didapat dipindahkan ke dalam tabung reaksi menggunakan pipet tetes, dihomogenkan dengan *vortex*. Kepadatan populasi ditentukan dengan membandingkan kekeruhan suspensi bakteri dengan larutan *McFarland* skala 8 (kepadatan populasi bakteri diperkirakan 10^8 sel/ml) (Habazar *et al*, 2007). Populasi dengan kerapatan populasi 10^8 sel/ml digunakan untuk introduksi I melalui perendaman benih.

Untuk introduksi II, bakteri endofit diperbanyak melalui kultur air, isolat bakteri endofit diremajakan dengan cara yang sama dengan introduksi I. Tahapan pelaksanaan dilakukan sebagai berikut; untuk *preculture*, 1 koloni bakteri endofit dimasukkan ke dalam 25 ml medium NB dalam botol kultur (vol. 50 ml) dan diinkubasi pada *Rotary shaker* horizontal selama 1x24 jam dengan kecepatan 150 rpm. Selanjutnya 1 ml hasil *preculture* dipindahkan ke dalam 250 ml NB dalam labu *Erlenmeyer* (vol. 250 ml) untuk *mainculture* dan diinkubasi dengan cara yang sama selama 3x24 jam (Trisno, 2010). Suspensi bakteri endofit

dari *mainculture* diencerkan dan ditentukan kerapatan populasinya dengan mengatur kekeruhannya sama dengan *McFarland* skala 8 (kepadatan populasi bakteri diperkirakan 10^8 sel/ml) (Habazar *et al*, 2007) (Gambar 3c).



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. Biakan bakteri endofit indigenus (a). sumber isolat bakteri endofit dalam medium air steril, (b). Koloni bakteri endofit isolat AgE 3.3.1 setelah digores pada medium NA (2 hsi), dan (c). suspensi *mainculture* isolat AgE 3.3.1 dalam media NB (2 hsi).

Perlakuan Benih

Benih tomat yang digunakan adalah varietas Martha (deskripsi pada lampiran 4) yang telah diuji daya kecambah dengan metode *Standar Germination Test*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya kecambahnya adalah 92,5%. Selanjutnya benih tomat yang telah disterilisasi permukaannya direndam dengan suspensi isolat bakteri endofit 10^8 sel/ml selama 10 menit, kemudian benih ditanam dalam polibag.

Introduksi Isolat Endofit dan Penanaman Bibit Tomat

Introduksi bakteri endofit dilakukan 2 kali. Introduksi I diberikan dengan cara perendaman benih sebelum tanam. Untuk introduksi II, bibit yang telah berumur 21 hari diintroduksi isolat bakteri endofit 10^8 sel/ml dengan cara disiramkan pada sekitar daerah perakaran tanaman sebanyak 50 ml / tanaman.

Perbanyakkan *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (Xav)

Isolat bakteri *Xav* yang disimpan dalam *microtube* diremajakan dengan metode gores pada cawan Petri berisi medium NGA padat dan diinkubasi 5×24 jam. Koloni tunggal yang tumbuh dipindahkan ke medium NGA padat dan diinkubasi selama 5 x 24 jam. Setelah didapatkan biakan murni *Xav*, kemudian dituangkan 9 ml aquades steril dan dikikis dengan jarum ose. Suspensi *Xav* dipindahkan ke tabung reaksi dengan menggunakan pipet tetes, lalu dihomogenkan menggunakan *vortex*,

kemudian dibandingkan kekeruhannya dengan larutan Mc Farland dengan skala 6 (kepadatan populasi bakteri diperkirakan 10^6 sel/ml) (Habazar *et al*, 2007).

Inokulasi *Xav*

Inokulasi dilakukan pada tanaman tomat umur 45 hari setelah tanam (hst) dengan metode pelukaan pada daun. Suspensi bakteri diinokulasi pada permukaan bawah daun tomat dengan cara menusuk-nusuk daun tersebut (usahakan agar tidak menembus bagian depan dari daun) sebanyak 5 helai daun yang dimulai dari daun ke 4, 5, 6, 7, dan 8 pada tanaman tomat. Selanjutnya diolesi dengan suspensi *Xav* menggunakan kapas, kemudian tanaman disungkup dengan plastik bening sampai muncul gejala awal (Klement *et al.*, 1990).

Pemeliharaan

Pemeliharaan yang dilakukan meliputi penyiraman, pemupukan, penyiangan gulma, dan pengendalian hama. Penyiraman tanaman tomat dilakukan 1x sehari. Pemupukan pertama dilakukan saat tanam dengan pupuk kandang 5 kg campuran tanah dan pupuk kandang steril 2:1 (v/v) per polybag dan pupuk kimia sintetik pada saat tanaman berumur 21 hari menggunakan NPK dengan dosis 2,5 gr/lubang atau 1 sendok teh, dan jarak dari batang \pm 5 cm. Pemupukan selanjutnya dilakukan pada umur 30 hari dengan menggunakan pupuk NPK dengan dosis (3 gr/lubang). Jarak pemupukan dari batang dibuat makin jauh \pm 7 cm (Pujiatmoko, 2008). Penyiangan dan pembubunan juga

dilakukan agar pertumbuhan tanaman bisa lebih baik.

Pengamatan

Perkembangan Penyakit Bercak Bakteri pada Tanaman Tomat

a. Masa Inkubasi

Masa inkubasi *Xav* setelah diinokulasi diamati setiap hari sampai muncul gejala awal. Gejala awal ditandai dengan munculnya gejala *water soaking* (bercak kebasahan). Efektivitas ditentukan dengan rumus Sivan dan Chet (1986) :

$$E = \frac{P - K}{K} \times 100 \%$$

.....(rumus 1)

keterangan : E = efektivitas

P = perlakuan

K = kontrol

b. Persentase Daun Terserang

Persentase daun terserang setelah diinokulasi *Xav* diamati 1x3 hari dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{a}{b} \times 100 \%$$

.....(rumus 2)

Keterangan :

P = persentase daun terserang

a = jumlah daun yang terserang

b = jumlah daun keseluruhan

Untuk menghitung efektivitas pada tanaman tomat dengan menggunakan rumus :

$$E = \frac{K - P}{K} \times 100\%$$

.....(rumus 3)

Keterangan: E = efektivitas

P = perlakuan

K = kontrol negatif

c. Intensitas Daun Terserang

Intensitas daun terangan X_{av} diamati setelah muncul gejala sampai panen dengan interval waktu 1 x 3 hari setelah inokulasi dengan menggunakan rumus Mc. Kinney. Efektivitas perlakuan dibandingkan dengan kontrol negatif dihitung dengan rumus (3).

Tabel 1. Skala serangan penyakit bercak bakteri pada tanaman tomat

| Skala | Tingkat serangan pada daun | Ukuran bercak |
|-------|----------------------------|---------------|
| 0 | Tidak ada serangan | tidak ada |
| 1 | Serangan sedikit | < 1 mm |
| 2 | Serangan sedang | >1<2 mm |
| 3 | Serangan berat | >2<3 mm |
| 4 | Serangan berat sekali | >3 mm |

Sumber : Habazar, 1989

$$I = \frac{\sum ni \times vi}{N \times V_{max}} \times 100\%$$

.....(rumus 4)

Keterangan :

I = Intensitas serangan

ni = Jumlah daun tanaman pada tiap kategori serangan

vi = Nilai skala dari setiap kategori serangan

Vmax = Nilai kategori serangan tertinggi

N = Jumlah daun yang diamati

Untuk menghitung efektivitas pada daun terserang, maka digunakan rumus 3.

Penetapan skala penyakit Bercak Bakteri pada tanaman tomat dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Kriteria serangan *Xav* pada daun tomat mengacu pada criteria serangan *Xag* pada daun tanaman kedelai

| Intensitas Penyakit | Kriteria Ketahanan |
|----------------------------|---------------------------|
| 0 | Sangat tahan |
| 1-5 | Tahan |
| 6-10 | Agak tahan |
| 11-25 | Agak rentan |
| 25-50 | Rentan |
| >50 | Sangat Rentan |

Sumber : Sivan dan Chet, 1986 *cit* Habazar *et al.*, 2010

Pertumbuhan Tanaman

a. Persentase Muncul Lapang Bibit Tomat

Daya muncul lapang ditentukan dengan melakukan pengamatan terhadap persentase bibit yang muncul pada permukaan tanah. Menurut Kamil (1986) pengamatan dimulai dari benih ditanam sampai tidak ada lagi bibit yang muncul pada permukaan tanah (15 hst). Persentase muncul lapang ditentukan dengan rumus 5:

$$P = \frac{b}{B} \times 100\%$$

.....(rumus 5)

Keterangan :

P = Persentase muncul lapang

b = Jumlah bibit yang muncul

B = Jumlah benih yang disemai

a. Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman tomat dimulai pada waktu tanaman berumur 14 hari setelah tanam (mulai dari pembibitan) sampai tinggi tanaman konstan yaitu pada umur 90 hst dengan interval 1 x 7 hari. Efektivitas perlakuan dibandingkan dengan kontrol positif dihitung dengan Rumus 1.

b. Jumlah Daun

Pengamatan jumlah daun tanaman tomat dimulai pada waktu tanaman berumur 14 hst dengan interval waktu 1 x 7 hari, bersamaan dengan pengukuran tinggi tanaman. Efektivitas perlakuan dibandingkan dengan kontrol positif dihitung dengan rumus 1.

c. Muncul Bunga Pertama

Saat muncul bunga pertama dilakukan pada hari pertama bunga setiap tanaman muncul. Efektivitas perlakuan

dibandingkan dengan kontrol positif dihitung dengan rumus 1.

d. Berat Buah

Pengamatan berat buah tomat merupakan total berat buah sampai panen terakhir. Efektivitas perlakuan dibandingkan dengan kontrol positif dihitung dengan rumus 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Perkembangan Penyakit Bercak Bakteri

Masa Inkubasi

Masa inkubasi *Xav* pada tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata diantara isolat, tetapi efektivitas masing-masing perlakuan berbeda. Hampir semua isolat bakteri endofit mampu memperlambat masa inkubasi *Xav* yaitu 3,6 – 5,6 hari dibandingkan kontrol dengan efektivitas 5,55 – 55,55%. Isolat TPE 2.3.1 merupakan isolat terbaik dalam memperlambat masa inkubasi yaitu 5,6 his dengan efektivitas penekanan penyakit 55,55%.

Tabel 3. Masa inkubasi *Xav* yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus.

| Isolat | Masa Inkubasi <i>Xav</i> (Hsi) | Efektivitas (%) |
|-----------|---------------------------------|-----------------|
| TpE 2.3.1 | 5,60 | 55,55 |
| AgE 3.4.2 | 5,00 | 38,89 |
| TpE 2.3.2 | 4,80 | 33,33 |
| TdE 1.1.1 | 4,60 | 27,78 |
| TpE 2.4.1 | 4,60 | 27,78 |
| TpE 2.4.2 | 4,60 | 27,78 |
| AgE 3.2.2 | 4,20 | 16,67 |

| | | |
|-----------|------|-------|
| TdE 2.1.2 | 4,20 | 16,67 |
| TdE 1.3.2 | 3,80 | 5,55 |
| AgE 3.3.1 | 3,60 | 0,00 |
| Kontrol | 3,60 | 0,00 |

KK = 27,38%

Persentase Daun Terserang

Persentase daun terserang *Xav* pada tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh berbeda nyata diantara isolat, setelah diuji dengan

DNMRT taraf 5% hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6. Tujuh isolat bakteri endofit indigenus mampu menekan persentase daun terserang *Xav* dibandingkan kontrol. Isolat TpE 2.3.1 dapat menekan persentase daun terserang *Xav* dengan nilai efektivitas penekanan penyakit tertinggi yaitu 34,89%.

Tabel 4. Persentase daun terserang *Xav* yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (66 hsi).

| Isolat | Daun Terserang <i>Xav</i> (%) | Efektivitas (%) |
|-----------|-------------------------------|-----------------|
| Kontrol | 90,22 a | 0,00 |
| AgE 3.3.1 | 73,69 b | 18,85 |
| AgE 3.2.2 | 71,75 b | 20,95 |
| TpE 2.4.2 | 68,89 bc | 24,14 |
| TdE 2.1.2 | 66,67 bcd | 26,58 |
| TpE 2.4.1 | 66,03 bcd | 27,29 |
| TdE 1.1.1 | 65,61 bcd | 27,75 |
| TpE 2.3.2 | 62,21 cd | 31,45 |
| AgE 3.4.2 | 60,01 d | 33,92 |
| TdE 1.3.2 | 59,94 d | 33,99 |

KK = 10,10%

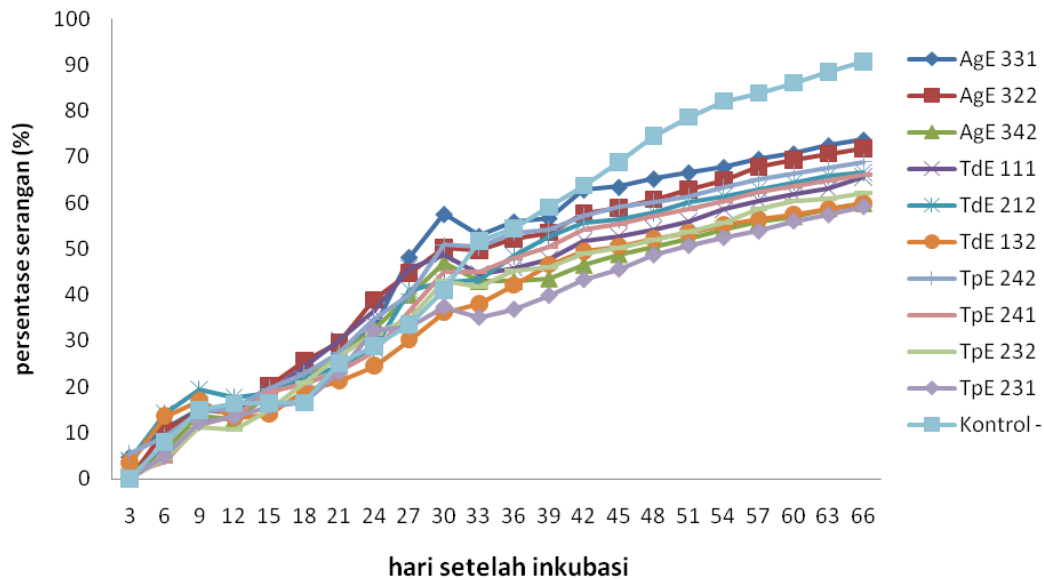
Angka – angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf 5 %



Gambar 4. Gejala bercak bakteri pada daun tomat (40 hsi)

Grafik perkembangan persentase daun terserang *Xav* dapat dilihat pada Gambar 5. Pada awal pengamatan terlihat bahwa semua isolat mempunyai kemampuan yang sama dalam menekan perkembangan persentase daun yang terserang *Xav* dibandingkan dengan kontrol sampai 27 hsi. Isolat AgE 3.3.1 mengalami peningkatan melebihi kontrol pada 30 hsi. Pada hari ke 30-33 hsi terlihat terjadi penurunan intensitas serangan *Xav* pada tanaman tomat. Hari

ke 33 hsi perkembangan persentase tanaman yang terserang *Xav* mulai stabil. Pada hari ke 42-66 hsi persentase serangan pada kontrol meningkat relatif lebih cepat, sedangkan perlakuan relatif stabil. Isolat bakteri endofit indigenus terbaik dalam menekan persentase daun terserang bercak bakteri adalah isolat TPE 2.3.1 dengan efektivitas penekanan 34,89%.



Gambar 5. Perkembangan persentase daun tomat yang terserang *Xav* (66 hsi)

Intensitas Daun Terserang

Intensitas daun terserang *Xav* yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh berbeda nyata diantara isolat, setelah diuji dengan DNMRT taraf 5 % hasilnya dapat dilihat pada Tabel 7. Semua isolat bakteri endofit indigenus

mampu menekan intensitas daun terserang dibandingkan kontrol. Isolat terbaik dalam menekan intensitas daun terserang *Xav* adalah isolat TPE 2.3.1 dengan efektivitas 36,61 %.

Tabel 5. Intensitas daun terserang *Xav* pada tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (66 hsi).

| Isolat | Intensitas daun terserang <i>Xav</i> (%) | | Efektivitas (%) | Kategori Ketahanan |
|-----------|--|------|-----------------|--------------------|
| Kontrol | 55,72 | a | 0,00 | Sangat Rentan |
| AgE 3.2.2 | 48,29 | b | 13,32 | Rentan |
| AgE 3.3.1 | 46,79 | bc | 16,03 | Rentan |
| TpE 2.4.2 | 42,68 | bcd | 23,4 | Rentan |
| TpE 2.4.1 | 41,49 | bcde | 25,54 | Rentan |

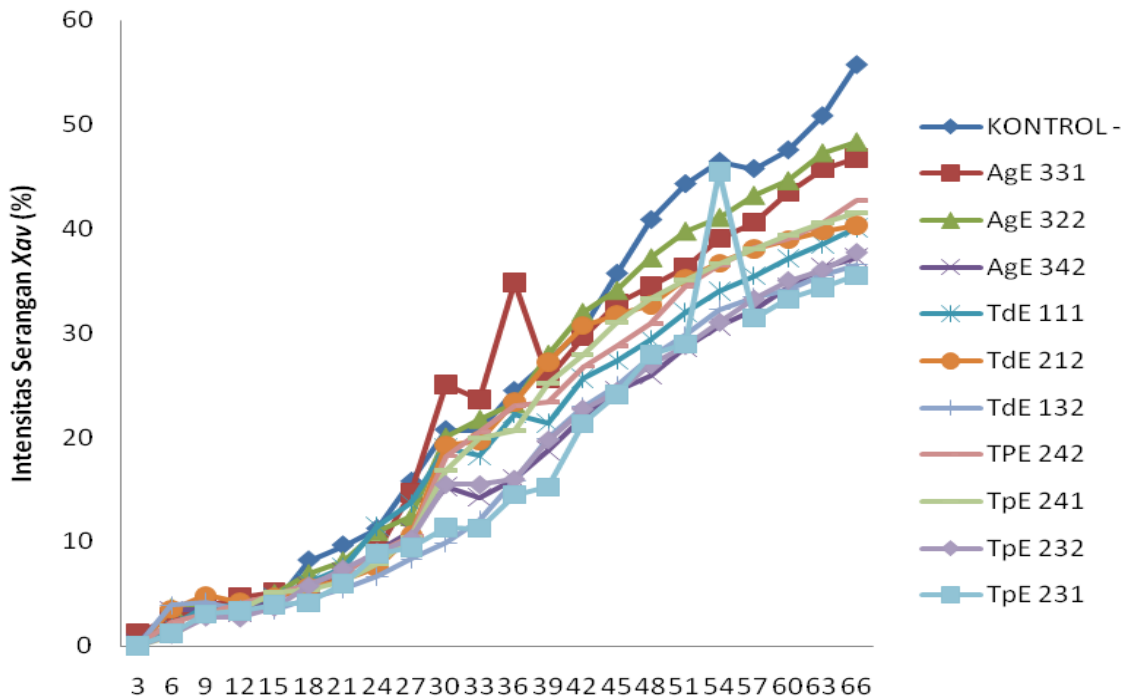
| | | | | |
|-----------|-------|-----|-------|--------|
| TdE 2.1.2 | 40,36 | cde | 27,57 | Rentan |
| TdE 1.1.1 | 40,07 | cde | 28,07 | Rentan |
| TpE 2.3.2 | 37,73 | de | 32,29 | Rentan |
| AgE 3.4.2 | 37,21 | de | 33,22 | Rentan |
| TdE 1.3.2 | 36,55 | de | 34,4 | Rentan |
| TpE 2.3.1 | 35,49 | e | 36,31 | Rentan |

KK =13,39%

Angka – angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf 5 %

Grafik perkembangan intensitas daun terserang *Xav* pada tanaman tomat yang diintroduksi dengan bakteri endofit indigenus dapat dilihat pada Gambar 6. Pada awal pengamatan terlihat semua isolat memiliki kemampuan yang sama dalam menekan intensitas daun terserang *Xav* sedangkan kontrol berada dibawah perlakuan sampai 9 hsi. Peningkatan intensitas daun terserang *Xav*

tertinggi terjadi pada 27-33 hsi. Pada hari ke 33 hsi terlihat intensitas serangan *Xav* berfluktuasi sampai 42 hsi. Isolat TPE 2.3.1 mengalami peningkatan intensitas serangan yang tajam pada 51-54 hsi dan menurun pada 54-57 hsi. Pada hari ke 57 hsi isolat TpE 2.3.1 memperlihatkan intensitas serangan terendah diantara semua perlakuan sampai akhir pengamatan (66 hsi).



Hari Setelah Inokulasi

Gambar 6. Perkembangan intensitas daun tomat yang terserang *Xav* (66 hsi)

Pertumbuhan Tanaman Daya Muncul Lapang

Daya muncul lapang benih tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat endofit indigenus dapat dilihat pada Tabel 6. Hampir semua isolat mampu mempercepat daya muncul lapang tomat dibandingkan kontrol dengan persentase tertinggi 100% dan efektivitas 11,11%. Introduksi isolat AgE 3.4.2, TdE 1.1.1, TdE 1.3.2, TpE

2.3.2, TpE 2.3.1, TpE 2.4.2, TpE 2.4.1, mampu meningkatkan daya kecambah benih tomat 7,5% dibandingkan dengan hasil uji daya kecambah menggunakan metode *Standar Germination Test* (92,5%), sedangkan 3 isolat lainnya memperlihatkan daya muncul lapang yang lebih rendah dibandingkan uji daya kecambah.

Tabel 6. Persentase daya muncul lapang benih tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus 14 hst.

| Isolat | Muncul Lapang (%) | Efektivitas |
|-----------|-------------------|-------------|
| AgE 3.3.1 | 90 | 0,00 |
| AgE 3.2.2 | 90 | 0,00 |
| AgE 3.4.2 | 100 | 11,11 |
| TdE 1.1.1 | 100 | 11,11 |
| TdE 2.1.2 | 90 | 0,00 |
| TdE 1.3.2 | 100 | 11,11 |
| TpE 2.3.2 | 100 | 11,11 |
| TpE 2.3.1 | 100 | 11,11 |
| TpE 2.4.2 | 100 | 11,11 |
| TpE 2.4.1 | 100 | 11,11 |
| Kontrol | 90 | 0,00 |

Tinggi Tanaman (cm)

Tinggi tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata diantara

isolat, tetapi efektivitas masing-masing perlakuan berbeda (Lampiran 6). Isolat TPE 2.4.2 menunjukkan efektivitas tinggi tanaman lebih tinggi dibandingkan kontrol yaitu 13,06 %. Perkembangan tinggi tanaman tomat dapat dilihat pada Lampiran 7a.

Tabel 7. Tinggi tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (90 hst).

| Isolat | Tinggi Tanaman | Efektivitas |
|-----------|----------------|-------------|
| TpE 2.4.2 | 226,80 | 13,06 |
| TdE 2.1.2 | 223,50 | 11,41 |
| TpE 2.3.2 | 221,60 | 10,47 |
| TpE 2.4.1 | 221,20 | 10,27 |

| | | |
|-----------|--------|-------|
| TdE 1.1.1 | 220,80 | 10,07 |
| AgE 3.3.1 | 220,00 | 9,67 |
| TdE 1.3.2 | 218,20 | 8,77 |
| AgE 3.2.2 | 217,20 | 8,27 |
| AgE 3.4.2 | 216,00 | 7,68 |
| TpE 2.3.1 | 214,20 | 6,78 |
| Kontrol | 200,60 | 0,00 |

KK = 6,86%



Gambar 7. Tinggi tanaman tomat A (Kontrol), B (isolat TpE 2.3.1) 44 hst

Jumlah Daun (helai)

Jumlah daun tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata (Lampiran 6) dengan efektivitas yang bervariasi

diantara semua isolat. Semua isolat mampu meningkatkan jumlah daun tanaman tomat. Isolat TdE 1.3.2 merupakan isolat terbaik dalam meningkatkan jumlah daun tanaman tomat dengan efektivitas 23,08%. Perkembangan jumlah daun tanaman tomat dapat dilihat pada Lampiran 7b.

Tabel 8. Jumlah daun tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (90 hst).

| Isolat | Jumlah Daun | Efektivitas (%) |
|-----------|-------------|-----------------|
| TdE 1.3.2 | 35,20 | 23,08 |
| TdE 2.1.2 | 34,75 | 21,50 |
| AgE 3.4.2 | 34,00 | 18,88 |
| TpE 2.3.2 | 33,60 | 17,48 |
| TpE 2.4.1 | 33,00 | 15,38 |
| TPE 2.3.1 | 32,80 | 14,68 |
| TpE 2.4.2 | 32,80 | 14,68 |
| AgE 3.3.1 | 32,00 | 11,89 |
| AgE 3.2.2 | 31,20 | 9,09 |
| TdE 1.1.1 | 31,00 | 8,39 |
| Kontrol | 28,60 | 0,00 |

KK = 9,17%

Muncul Bunga (hst)

Introduksi isolat bakteri endofit indigenus pada tanaman tomat memperlihatkan pengaruh tidak berbeda nyata diantara isolat pada saat muncul bunga pertama (Lampiran 6). Hasilnya

dapat dilihat pada Tabel 9. Isolat TpE 2.3.1 mampu mempercepat muncul bunga dengan efektivitas 13,75%. Isolat TdE 2.1.2 menunjukkan saat muncul bunga terendah dengan efektivitas bernilai negatif yaitu -3,13%.

Tabel 9. Saat muncul bunga pertama tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus

| Isolat | Hari muncul bunga | Efektivitas |
|-----------|-------------------|-------------|
| TdE 2.1.2 | 66,00 | -3,13 |
| Kontrol | 64,00 | 0,00 |
| TpE 2.4.1 | 63,80 | 0,31 |
| TdE 1.1.1 | 63,20 | 1,25 |

| | | |
|------------|-------|-------|
| AgE 3.2.2 | 60,00 | 6,25 |
| TdE 1.3.2 | 58,20 | 9,06 |
| TpE 2.4.2 | 57,60 | 10,00 |
| TpE 2.3.2 | 57,80 | 9,69 |
| AgE 3.3.1 | 56,80 | 11,25 |
| AgE 3.4.2 | 56,80 | 11,25 |
| TpE 2.3.1 | 55,20 | 13,75 |
| KK = 8,01% | | |

Berat Buah (gram)

Introduksi isolat bakteri endofit indigenus pada tanaman tomat menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata diantara isolat dalam meningkatkan berat buah

tomat (lampiran 6). Isolat TdE 1.3.2 mampu meningkatkan berat buah tomat dibandingkan kontrol dengan efektivitas 49,23%, sedangkan isolat TpE 2.3.2 menunjukkan berat buah terendah dibandingkan kontrol dengan efektivitas -40,14%.

Tabel 10. Berat buah tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (90 hst).

| Isolat | Berat Buah | Efektivitas |
|-----------|------------|-------------|
| TdE 1.3.2 | 61,41 | 49.23 |
| TdE 1.1.1 | 54,49 | 32.42 |
| TdE 2.1.2 | 44,62 | 8.43 |
| Kontrol | 41,15 | 0,00 |
| AgE 3.3.1 | 39,15 | -4.86 |
| AgE 3.4.2 | 37,57 | -8.70 |
| TpE 2.4.1 | 35,97 | -12,59 |
| TpE 2.4.2 | 35,97 | -12,59 |

| | | |
|------------|-------|--------|
| TpE 2.3.1 | 30,08 | -26,87 |
| AgE 3.2.2 | 27,03 | -34,31 |
| TpE 2.3.2 | 24,63 | -40,14 |
| KK= 79,36% | | |

Pembahasan

Hasil pengujian 10 isolat bakteri endofit indigenus yang telah diintroduksi pada tanaman tomat, menunjukkan bahwa isolat endofit indigenus mampu menekan perkembangan penyakit dan meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat. Isolat TpE 2.3.1, mampu menekan masa inkubasi *Xav* yaitu 5,6 hsi dengan efektivitas 55,55 %. Hal ini diduga karena agens penginduksi ketahanan yang diintroduksi pada tanaman tomat menghasilkan senyawa penghambat patogen. Umumnya tanaman yang diimunisasi dapat bereaksi cepat dengan adanya agens penginduksi ketahanan dan mengaktifasi mekanisme pertahanan terhadap patogen pada tanaman rentan bersifat laten atau munculnya terlambat (Rahma, 2000). Introduksi isolat *Pseudomonas fluerecens* (*Pf*) pada benih tomat dapat memperlambat masa inkubasi *Xav* pada daun tomat sampai 30%. Perbedaan lamanya masa inkubasi bakteri dapat disebabkan oleh tingkat ketahanan tanaman yang berbeda-beda. Pada tanaman yang tahan sel bakteri dalam ruang antar sel daun terhambat, sehingga masa inkubasi bakteri *Xav* pada daun dapat diperlambat. Pada tanaman yang rentan bakteri dapat berkembang dengan cepat karena kococokan patogen dengan tanaman inangnya (kompatibel).

Lamanya masa inkubasi pada isolat *Pf* diduga karena isolat tersebut mampu menginduksi ketahanan tomat (Resti, 2001).

Persentase dan intensitas serangan *Xav* pada tanaman tomat yang diintroduksi isolat endofit indigenus lebih rendah dibandingkan kontrol. Isolat TpE 2.3.1 merupakan isolat terbaik dalam menekan persentase dan intensitas daun terserang dengan efektivitas penekanan penyakit 34,89% dan 36,31%. Perlakuan benih dengan isolat-isolat *Pf* dapat menyebabkan penekanan intensitas serangan *Xav* pada tomat, dengan efektivitas penekanan tertinggi 22,94% (Resti, 2010. Diana (2011) melaporkan bahwa introduksi isolat endofit indigenus (ST4E2.1, ST4E1.1) menekan persentase dan intensitas serangan penyakit pustul bakteri dengan efektivitas 30,59% dan 43,03%. Isolat endofitik BTB (dari tanaman tomat) dan BP24 (dari tanaman kentang) yang diperlakukan pada benih kakao dapat mengendalikan penyakit busuk buah (Melnick, Zidack, Bailey, Maximova, Guiltinan, and Backman, 2007). Rizobakteria sangat agresif dalam mengkolonisasi akar, menggantikan tempat mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit tanaman Burr (1978), *cit.*, Khairul (2001).

Introduksi isolat bakteri endofit indigenus pada tanaman tomat selain

dapat menekan perkembangan penyakit bercak bakteri, juga mampu memacu pertumbuhan dan hasil tanaman tomat. Tujuh isolat bakteri endofit indigenus memperlihatkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik dibandingkan kontrol. TdE 1.3.2 merupakan isolat terbaik dibandingkan kontrol dalam meningkatkan jumlah daun tanaman dengan efektivitas 23,08%. Pada fase generatif, isolat TpE 2.3.1 mampu mempercepat muncul bunga dengan efektivitas 13,75%. Selain itu, introduksi isolat bakteri endofit indigenus juga meningkatkan produksi buah tomat. Isolat TpE 2.3.2 merupakan isolat terbaik dalam meningkatkan hasil panen buah tomat dengan efektivitas 40,14%. Hal ini diduga karena bakteri endofit indigenus dapat memacu pertumbuhan tanaman melalui produksi hormone pertumbuhan. Rizobakteria endofitik dari tanaman kacang tanah kelompok *Bacillus* sp dapat meningkatkan perkembangan dan pertumbuhan tanaman itu sendiri karena bersifat PGPR (Bai *et al.*, 2005). Beberapa mikroba tanah mampu menghasilkan hormon tanaman yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman, hormon yang dihasilkan akan diserap oleh tanaman sehingga tanaman akan tumbuh lebih cepat atau lebih besar. Liu, Klopper dan Tuzun (1995) menyatakan bahwa adanya penambahan tinggi tanaman disebabkan karena kelompok bakteri rizobakteria dapat menghasilkan hormon auksin dan gibberalin. Hormon tersebut akan memacu pertumbuhan tanaman sehingga mempengaruhi tinggi, berat basah dan berat kering tanaman. Beberapa organisme antagonis berfungsi sebagai pengendali hayati, pemacu

pertumbuhan dan penginduksi ketahanan terhadap patogen (Klopper *et al.*, 1999).

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 1988. Plant Pathology. Third edition. Academic Press. New York, London. 803 Pp
- Amrin, Y. 1998. Penyebaran penyakit bercak bakteri (bacteria spot) yang disebabkan oleh *Xanthomonas* (Doige) Dowson di beberapa sentra produksi tomat di Sumatera Barat. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.
- Araujo, L. W. Marcon, J. Maccheroni, J. Jr., Ellas van, D. J. Vuurde van, L. W. and Azevedo, L. J., 2002 and Lacava *et al*, 2004. Diversity of Endophytic Bacterial Population and Their Interaction With *Xylella fastidiosa* in Citrus Plants.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2009. Statistik Indonesia.
- Bai, Y., Lee, K.D., Smith, D., H.S., dan Supanjani. 2005. Isolation of Plant Growth-promoting endophytic Bacteria from Bean Nodules. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 1 (3) : 235-236.
- Buttner, Daniela. Noel Laurent. Thieme frank. Bonas, ulla. 2003. Genomic approaches in

- xanthomonas axonopodis pv vesicatoria allow fishing for virulence genes. Institute für Genetik, Marthin-Luther-Universal Halle-Wittenberg, D-06099 Halle (Saale), Germany. Received 28 March 2003 ; received in revised form 18 June 2003 ; accepted 16 July 2003.
- Chen, Bauske, Kabana and Kloepper. 1995. Biological Control of Fusarium Wilt on Cotton by Use Endofitic Bacteria. www.knowledgebank.irri.org.
- Diana, A. 2011. Induksi Ketahanan Tanaman Kedelai Menggunakan Isolat Bakteri Endofit Indigenus untuk Pengendalian Penyakit Pustul Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*). [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian Universitas Andalas.
- Habazar, T., Rivai, F. 2004. Bakteri Patogenik Tumbuhan. Padang. Andalas University Press.
- Habazar, T. 2005. Pemanfaatan dan Pengembangan Bakteri Sebagai Agens Pengendalian Hayati. Makalah dalam “Pelatihan Pertanian Berkelanjutan” di Padang tgl. 16-19 November.
- Habazar, T. Dan Yaherwandi. 2006. Pengendalian Hama dan Penyakit Tumbuhan. Padang. Andalas University Press. 390 hal.
- Habazar, T., Nasrun, Jamsri, dan Rusli, I. 2007. Pola Penyebaran Penyakit Hawar Daun Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *alii*) pada Bawang merah an Upaya Pengendalian Melalui Imunisasi Menggunakan Rizobakteria. Laporan Hasil penelitian: Padang.
- Habazar, T, Yusniwati, Yanti, T, Resti, Z. 2010. Pengembangan Teknologi Penapisan Rhizobacteria Indigenus Secara In Planta untuk Mengendalikan Bakteri Patogen Tanaman. Laporan Penelitian Hibah Kompetensi. Padang.
- Hallmann 1. 2001. Plant interaction with endophytic bacteria. In: Jeger MI, Spence NJ (ed). *Biotic Interactions in Plant Pathogen Associations*. CAB International. p 87-119.
- Hamzah, A. 1993. Manual Identifikasi Bakteri. Pusat Karantina Pertanian. Departemen Pertanian Republik Indonesia. Jakarta.
- James, E. K. And Olivares 1997. Infection and Colonization of Sugar Cane and Other Gramineous Plants by Endophytic Diazotrophs. *Critical Reviews in Plant Science* 17:77-199.
- Khairul, U. 2001. Pemanfaatan Bioteknologi untuk Meningkatkan Hasil Pertanian. <http://www.Tumouto.net/3-Sem/1/02/U/Khairul.htm>.

- Klement, Z., Rudolph, K., and Sands, D. C. 1990. Methods in Phytobacteriology. Academiai Kiado: Budapest.
- Kloepper J.W, Rodriguez-Kabana R, McInroy JA, Youna RW. 1992. Rhizosfer Bacteria antagonists to soybean cyst (*Heterodera glycines*) and root knot (*Meloidogyne incognita*) nematodes: identification by fatty acid analysis and foliar diseases. *Australosion Plant Parhol* 28:21-26.
- Kloepper, J.W. 1999. Plant Root-Bacterial Interaction in Biological Control of Soilborne Diseases and Potential Extention to Systemic and foliar Diseases. *Australian Plant Pathology*. 28: 21-26.
- Liu, L., Klopper, J.W dan Tuzun. 1995. Induction of Systemic Resistance in Cucumber Again Bacterial Angular Leaf Spot by Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Phytophatology*. 85. 843-846.
- Mardinus. 1996. Penyakit Benih dan Gangguan Pasca Panen. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Melnick, R.L., Zidack, N.K., Bailey, B.A., Maximova, S.N., Gultinan, M., Backman, P.A. 2007. Bacterial Endophytes; *Bacillus* spp from Annual Crops as Potential Biological Control agents of Black Pod rod of Cacao. *Plant Phaology*. 1:1-11.
- Mc. Carter, S.M. 1992. Effects of bactericide treatment on bacterial spot severity and yield of different pepper genotypes and on population of certain insects. *Plant dis* 76:1042-1045.
- Nawangsih, A. A, 2007. Penyakit Pisang Dapat Ditekan Dengan Bakteri Endofit.
- Osra, Y. E. C., 2009. Introduksi Rizobakteria Endofitik Indigenus Dan Penggunaan Mulsa Pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L) Untuk Menekan Perkembangan Penyakit Hawar Daun Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *allii*). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.
- Persada, H. 2001. Hubungan tingkat Serangan Penyakit Bercak Bakteri *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* pada Buah dengan Tingkat Kerusakannya pada Bibit Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). [skripsi]. Fakultas pertanian Universitas Andalas. Padang. 53 hal.
- Pudjiatmoko. 2008. Budi Daya Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). <http://atanitokyo.blogspot.com> (Akses : 19 Agustus 2010).

- Rajendran, L. 2006. Endophytic Bacterial Induction of Defence Enzymes Against Bacterial Blight of Cotton.
- Rahma, H. 2000. Studi Peningkatan Ketahanan Tanaman Kedelai Terhadap Penyakit Pustul Bakteri Menggunakan *Pseudomonas* yang Berfluoresensi [Thesis]. Program Pascasarjana Universitas Andalas Padang.
- Resti, Z. 2001. Potensi Bakteri *Pseudomonas* yang Berfluoresensi dalam Meningkatkan Ketahanan Tanaman Tomat terhadap Penyakit Bercak Bakteri (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*). Thesis. Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.
- Rukmana, R. 1994. Tomat dan Cherry. Kanisus. Yogyakarta. 84.
- Rosenblueth, M dan Martínez-Romero, E. 2006. *The American Phytopathological Society*. MPMI Vol. 19, No. 8:827–837.
- Saraswati, Rasti dan Sumarno. 2008. Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah Sebagai Komponen Teknologi Pertanian. Balai Penelitian Tanah dan Profesor Riset pada Puslitbang Tanaman Pangan.
- Schaad, N. W. 1988. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. 2nd Ed. The American Phytopathological Society. St.Paul. Minnesota.
- Semangun, H. 1994. Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Situs hijau. 2003. Tomat, Buah Sayur penghasil Uang http://www.situshijau.co.id/tulisan.php?act=detail&id=226&id_kolom=1 (Akses 16 Agustus 2010).
- Susilowati. 2003. Isolasi dan Seleksi Mikroba Diazotof Endofitik dan Penghasil Zat Pemacu Tumbuh pada Tanaman Padi dan Jagung. Hal 130.
- Swing, J., L. Vauterin and K. Kersters. 1993. The Bacterium *Xanthomonas*. In *Xanthomonas* : Swing J. G. and E. L Civerolo. (ed). 1993. Published by Chapman and Hall. London. Pp 121-146.
- Trisno, J. 2010. Keanekaragaman Virus dan Peranan Rizobakteria Indigenus dari Geografis yang Berbeda dalam Mempengaruhi Perkembangan Penyakit Daun Keriting cabai (*Capsicum annum*. L) [Disertasi]. Program Pascasarjana Unand Padang.
- Tugiyono, H. 2002. Bertanam Tomat. Penebar Swadaya. Jakarta. 37.

Tioyudithoalmanzo. 2011. Peranan Bakteri Endofit Bagi Tanaman. Ojak-
tioyudithoalmanzo.blogspot.com.
[18-05-2011]

Ziedan, E.H.E. 2006. Manipulating Endophytic Bacteria for Biological Control to Soil Borne Diseases of Peanut. National Research Center, Plant Pathology department, Dokki, Cairo, Egypt.

Zinniel, D. K., Lambrecht, P., Harris, N. B., Feng, Z., Kuczmarski, D., Higley, P., Ishimaru, C. A., Arunakumari, A., Barletta, R. G., dan Vidaver¹, A. K. 2002. *Isolation and Characterization of Endophytic Colonizing Bacteria from Agronomic Crops and Prairie Plants*. Applied and Environmental Microbiology, Vol. 68, no. 5. American Society for Microbiology. Plant Pathology Department Papers in Plant Pathology.