



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**INDUKSI KETAHANAN TANAMAN KEDELAI MENGGUNAKAN
ISOLAT BAKTERI ENDOFIT INDIGENUS UNTUK PENGENDALIAN
PENYAKIT PUSTUL BAKTERI (*Xanthomonas axonopodis* pv.
glycines)**

SKRIPSI



**AFRIKA DIANA
07116042**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2011**

BIODATA

Penulis dilahirkan di Pariaman, pada tanggal 10 Juni 1988 sebagai anak kedua dari dua bersaudara, dari pasangan Sadri dan Ida. Pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SDN 01 Balai Nan Duo Payakumbuh (1994 - 2001). Sekolah Menengah Pertama (SMP) di MTsN Payakumbuh (2001 - 2004). Sekolah Menengah Atas (SMA) di MAN 2 Payakumbuh, lulus pada tahun 2007. Pada tahun 2007 diterima di Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan.

Padang, Oktober 2011

Afrika Diana



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang lah tmemberikan rahmat dan ridho-Nya sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang berjudul “ **Induksi ketahanan tanaman kedelai menggunakan isolat bakteri endofit indigenus untuk pengendalian penyakit pustul bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*)**” dalam mata kuliah pengendalian hayati tumbuhan. Penelitian dilaksanakan dari Februari – Mei 2011 di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan dan di rumah kawat Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang setulusnya kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Trimurti Habazar dan Bapak Dr. Jumsu Trisno SP. Msi selaku dosen pembimbing yang telah banyak membimbing, memberi petunjuk, saran dan pengarahan dari penyusunan proposal sampai penyusunan skripsi. Penelitian ini didanai oleh Hibah Kompetensi 2010 ” Pengembangan Teknologi Penapisan Rhizobacteria Indeginus Secara in Planta untuk Mengendalikan Bakteri Patogen Tanaman”. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Ketua jurusan, sekretaris jurusan, seluruh dosen dan karyawan, serta teman-teman yang telah memberi dorongan, semangat dan bantuan yang berharga selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Penghargaan dan rasa hormat penulis sampaikan kepada kedua orang tua dan kakanda yang telah memberi semangat, dorongan dan do’a kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini.

Harapan penulis semoga skripsi ini bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan umumnya dan ilmu pertanian khususnya.

Padang, Oktober 2011

A . D



DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
ABSTRAK	xi
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Penyakit Pustul Bakteri (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>glycines</i>)	4
2.2. Induksi Ketahanan Tanaman Melalui Aplikasi Rizobakteria.....	6
2.3. Bakteri Endofit Indigenus	8
III. BAHAN DAN METODE	10
3.1. Tempat dan Waktu	10
3.2. Bahan dan Alat	10
3.3. Metode Penelitian.....	10
3.4. Pelaksanaan Penelitian	11
3.5. Pengamatan	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Hasil	24
4.2. Pembahasan.....	37
V. KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1. Kesimpulan	40
5.2. Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	47

DAFTAR TABEL

<u>Tabel</u>	<u>Halaman</u>
1. Kriteria penilaian serangan <i>Xag</i> pada daun kedelai	21
2. Kriteria ketahanan serangan <i>Xag</i> pada daun kedelai.....	21
3. Kriteria penilaian serangan <i>Xag</i> pada polong kedelai.....	22
4. Masa inkubasi <i>Xag</i> yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus dan efektivitasnya.....	24
5. <i>Persentase daun terserang Xag yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (26 hsi) dan efektivitasnya.....</i>	25
6. <i>Intensitas daun terserang Xag pada tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (26 hsi), efektivitasnya dan kategori ketahanan</i>	27
7. <i>Persentase polong terserang Xag yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus dan efektivitasnya</i>	28
8. <i>Intensitas daun terserang Xag pada tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus dan efektivitasnya.....</i>	29
9. <i>Persentase daya muncul lapang benih kedelai dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (5 hst) dan efektivitasnya</i>	30
10. <i>Tinggi tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (50 hst) dan efektivitasnya.....</i>	31
11. <i>Jumlah daun tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (50 hst) dan efektivitasnya.....</i>	32
12. <i>Jumlah cabang tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (50 hst) dan efektivitasnya.....</i>	33
13. <i>Saat muncul bunga pertama tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus dan efektivitasnya....</i>	34
14. <i>Saat muncul polong pertama tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus dan efektivitasnya...</i>	35
15. <i>Berat basah biji kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus.....</i>	36
16. <i>Berat kering biji kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus</i>	37

DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar</u>	<u>Halaman</u>
1. Biakan bakteri endofit indigenus	13
2. Introduksi bakteri endofit indigenus	14
3. Morfologi koloni <i>Xag</i> , fisiologi dan patogenisitas <i>Xag</i>	17
4. Gejala penyakit pustul bakteri pada daun kedelai (23 hsi)	25
5. Perkembangan persentase daun kedelai terserang <i>Xag</i> (26 hsi).....	26
6. Perkembangan intensitas daun kedelai terserang <i>Xag</i> (26 hsi).....	27
7. Gejala pustul bakteri pada polong kedelai (26 hsi).....	28



DAFTAR LAMPIRAN

<u>Lampiran</u>	<u>Halaman</u>
1. Jadwal pelaksanaan penelitian	47
2. Ciri-ciri morfologi isolat bakteri endofit indigenus kedelai pada medium NA umur 48 jam	48
3. <i>Ciri-ciri fisiologis isolat bakteri endofit indigenus kedelai</i>	51
4. Denah penelitian.....	52
5. Deskripsi kedelai varietas Anjasmoro.....	53
6. Sidik ragam masing-masing pengamatan.....	54
7. Rekapitulasi isolat terbaik berdasarkan rata-rata efektivitas.....	57
8. Perkembangan pertumbuhan tanaman kedelai	58
9. Komposisi media yang digunakan	59
10. Data curah hujan bulan Februari – Mei 2011.....	60



I. PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan salah satu sumber protein nabati bagi penduduk Indonesia (Dirmawati, 2005). Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, permintaan akan komoditas kedelai terus meningkat dari tahun ke tahun. Produksi kedelai nasional hingga saat ini belum dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga masih harus mengimpor. Konsumsi kedelai nasional pada tahun 2007 mencapai 2.059.000 ton, kemudian pada tahun 2008 meningkat 2.095.000 ton (Badan Pusat Statistik, 2009). Produksi kedelai pada tahun 2008 sebesar 775,710 ton, pada tahun 2009 mengalami kenaikan sebesar 972,950 ton, kemudian pada tahun 2010 turun menjadi 962,540 ton (Badan Pusat Statistik, 2010).

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi produksi tanaman kedelai adalah patogen penyebab penyakit diantaranya penyakit pustul bakteri yang disebabkan oleh *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* (selanjutnya disingkat *Xag*) (Khaeruni, Suwanto, Tjahjono, dan Sinaga, 2007). Penyakit pustul bakteri telah tersebar di Indonesia, seperti di Jawa Barat, Jawa Tengah, Daerah Istimewa Yogyakarta, Lampung, Sulawesi Selatan (Machmud, 1987 cit Dirmawati, 2005) dan Sumatera Barat (Habazar, 1989). *Xag* dapat menurunkan hasil tanaman kedelai, pada tingkat serangan parah dan kondisi lingkungan mendukung berkisar antara 21-40 % (Rahayu, 2005). Penyebaran patogen ini sebagian besar melalui benih tanaman yang terinfeksi (*seedborne pathogen*) (Khaeruni et al, 2007), air dan angin (Goradia, Hartman, dan Daniel, 2004.). Selain menyerang kedelai, beberapa galur *Xag* juga dapat menyerang *Dolichos uniflorus*, *Glycine* spp. *Phaseolus lunatus*, *P. vulgaris* (famili *Leguminosae*) (Garrity, 2005).

Upaya pengendalian penyakit pustul bakteri yang telah dianjurkan antara lain penggunaan varietas tahan (Semangun, 1990), bakterisida (Sinclair dan Backman, 1989 cit Dirmawati, 2005), pergiliran tanaman dengan tanaman yang bukan inangnya (Balai Informasi Pertanian Irian Jaya, 1994), tidak menanam saat musim hujan (Sweets, 2010), memusnahkan sisa tanaman sakit (Mueller, 2010). Penggunaan varietas tahan tidak efektif karena *Xag* mempunyai banyak strain dengan fenotipe dan

genotipe yang berbeda-beda (Rukayadi *et al*, 1999 *cit* Dirmawati, 2005). Penggunaan bakterisida berdampak negatif terhadap lingkungan karena residu yang ditinggalkannya bersifat racun serta terjadinya resistensi bakteri terhadap bakterisida tersebut (Rahma, 2000).

Alternatif pengendalian yang ramah lingkungan adalah dengan memanfaatkan mikroorganisme sebagai agen biokontrol (Manuela, Suwanto dan Tjahyono, 1997). Mikroorganisme yang sudah banyak dilaporkan mampu sebagai agen biokontrol adalah rizobakteria. Mekanisme pengendalian patogen oleh rizobakteria antara lain : secara langsung (mampu berkompetisi, menghasilkan antibiotik, menghasilkan enzim kitinase, menyebabkan lisis pada dinding hifa patogen) dan tidak langsung (induksi ketahanan dan meningkatkan pertumbuhan tanaman) (Habazar dan Yaherwandi, 2006). Salah satu diantaranya adalah mikroorganisme dari kelompok *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) atau rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman. Keberadaan rizobakteria pada perakaran tanaman dapat dikelompokkan berdasarkan tempat kolonisasinya, yaitu berada dalam kompleks rizosfer (RZ), di permukaan akar (rizoplan), dan di dalam jaringan akar (endofit) (Soesanto, 2008). Bakteri endofit didefinisikan sebagai bakteri yang hidup dalam jaringan akar tanaman, tanpa menyebabkan kerugian bagi tanaman inang (Hallmann, 1999). Bakteri endofit dari beberapa genus seperti *Pseudomonas*, *Bacillus* dan *Azospirillum*, dilaporkan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman, menguraikan dinding sel patogen, dan menghambat pertumbuhan patogen dengan menghasilkan senyawa antimikroba seperti siderofor (Chandrashekhara, 2007). Bakteri yang mendukung pertumbuhan tanaman secara tidak langsung memproduksi senyawa antagonis berupa siderofor atau menginduksi sistem pertahanan tanaman terhadap patogen (Diniyah, 2010). Bakteri endofit juga dapat berperan sebagai PGPR dengan menghasilkan hormon pertumbuhan seperti IAA (*Indole Acetic Acid*) dan menyediakan nutrisi tertentu bagi tanaman (Supramana, Supriadi dan Harni, 2007).

Peningkatan ketahanan menggunakan bakteri endofit pada tanaman terhadap serangan patogen dapat menjadi alternatif pengendalian patogen. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bakteri endofit dapat mengendalikan

penyakit karat pada daun kopi yang disebabkan oleh *Hemileia vastatrix* (Shiomi, Melo, Nunes dan Bettioli, 2006), penyakit hawar bakteri pada kapas yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* (*Xam*) (Rajendran, Saravanakumar, Ragunchander dan Samiyappan, 2006), serta menekan perkembangan, serangan dan perkembangbiakan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp) pada tanaman tomat (Khamariah, 2010), dan dapat memacu pertumbuhan dan hasil tanaman yaitu introduksi rizobakteria endofit isolat JT₁SKTE₂, JT₂SKTE, Jayman₁E₁ dan Wiyono₁E₃ pada benih bawang merah lebih mampu memacu pertumbuhan dan hasil bawang merah (Osra, 2009). Berdasarkan hasil skrining 25 isolat bakteri endofit indigenus dari perakaran tanaman kedelai di Nagari Sungai Kuniang Kecamatan Palangki Kabupaten Sijunjung dan Nagari Sikabau Kecamatan Sitiung Kabupaten Darmasraya di rumah kawat diperoleh 9 isolat yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai (Habazar, Yanti dan Resti, 2010). Namun isolat tersebut belum diketahui kemampuannya dalam meningkatkan ketahanan tanaman kedelai terhadap serangan patogen *Xag*.

Berdasarkan hal di atas telah dilakukan penelitian dengan judul **“Induksi Ketahanan Tanaman Kedelai Menggunakan Isolat Bakteri Endofit Indigenus untuk Pengendalian Penyakit Pustul Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*)”**. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri endofit indigenus yang efektif untuk menginduksi ketahanan tanaman terhadap penyakit pustul bakteri, meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penyakit Pustul Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*)

Penyakit pustul bakteri pada tanaman kedelai tersebar luas didunia, terutama didaerah iklim tropik dan sub tropik, penyakit ini selalu ditemukan di daerah pertanaman kedelai sepanjang tahun, terutama di musim penghujan (Hokawat, 1988 cit Rahma, 2000). Di Indonesia, daerah pertanaman kedelai di Jawa Barat, Jawa Tengah, Daerah Istimewa Yogyakarta, Lampung, Sulawesi Selatan (Machmud, 1987 cit Dirmawati, 2005) dan Sumatera Barat dinyatakan sebagai daerah yang terserang *Xag* (Habazar, 1989).

Penyakit pustul bakteri disebabkan oleh *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* merupakan penyakit penting pada tanaman kedelai (Khaeruni *et al*, 2007). Patogen ini tergolong ke dalam filum Proteobacteria, kelas Gammaproteobacteria, ordo Xanthomonadales, famili Xanthomonadaceae, genus *Xanthomonas* terdiri atas 20 spesies salah satunya *Xanthomonas axonopodis* yang terbagi lagi menjadi 33 patovar salah satunya *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* (*Xag*) (Garrity, 2005).

Gejala awal penyakit pustul bakteri berupa bercak kecil berwarna hijau kekuningan dengan bagian tengahnya agak menonjol. Bercak ini tampak kebasah-basahan seperti tersiram air panas, kemudian berkembang dengan bagian tengah menonjol kepermukaan yang berwarna pucat. Biasanya gejala terlihat dibawah permukaan daun (Habazar, 1989). Bercak berkembang menjadi lebih besar, dan bagian tengahnya, terutama pada bagian bawah daun, terdapat tonjolan berwarna coklat muda. Bercak yang ada mempunyai ukuran yang bervariasi, dari satu bercak kecil hingga bercak besar yang tidak teratur (Semangun, 1993). Pada infeksi berat dapat menyebabkan daun mudah robek jika diterpa angin dan menyebabkan gugurnya daun sebelum waktunya sehingga pengisian polong tidak sempurna (Iriani, 1990). Infeksi pada polong menunjukkan gejala berupa bercak kecil yang agak menonjol berwarna coklat kemerahan (Habazar, 1989). Gejala pustul muncul pada daun muda

dan gejala semakin parah pada kedelai berumur 60 hari setelah tanam terutama pada pengisian polong (Semangun, 1990).

Bakteri ini masuk ke dalam jaringan tanaman kedelai melalui lubang-lubang alami dan luka serta memperbanyak diri dalam ruang antar sel, serta menyebabkan hipertrofi sel inang (Goradia *et al*, 2004). Periode inkubasi penyakit sangat tergantung pada cuaca dan varietas, tetapi periode inkubasi standar adalah 5-7 hari. *Xag* dapat memperbanyak diri pada suhu 10-38 °C, namun suhu optimum untuk perkembangannya adalah 30-33 °C (Kucharek, 1981). Bakteri *Xag* dapat menyebar melalui hujan disertai angin kencang (Goradia *et al*, 2004), dengan adanya air menyebabkan meningkatnya aktifitas fisiologis bakteri (Habazar, 1989). Bakteri ini dapat bertahan hidup dari satu musim ke musim berikutnya pada sisa tanaman yang terinfeksi, dalam rizosfir perakaran gandum, rumput-rumputn serta didalam biji kedelai, dan bertahan di dalam biji selama 2 tahun atau lebih (Habazar, 1989).

Upaya pengendalian penyakit pustul bakteri antara lain penggunaan varietas tahan (Semangun, 1990), bakterisida (Sinclair dan Backman, 1989 *cit* Dirmawati, 2005), pergiliran tanaman dengan tanaman yang bukan inangnya (Balai Informasi Pertanian Irian Jaya, 1994), tidak menanam saat musim hujan (Sweets, 2010), memusnahkan sisa tanaman sakit (Mueller, 2010). Disamping itu *Xag* mempunyai banyak strain yang masing-masing strain mempunyai fenotipe dan genotipe yang berbeda-beda sehingga tidak efektif jika dikendalikan dengan cara penggunaan varietas tahan (Rukayadi *et al*, 1999 *cit* Dirmawati, 2005). Penggunaan bakterisida berdampak negatif terhadap lingkungan karena residu yang ditinggalkannya bersifat racun serta terjadinya resistensi bakteri terhadap bakterisida tersebut (Rahma, 2000).

Pengendalian penyakit pustul bakteri yang telah dilakukan hasilnya sampai saat ini belum memuaskan. Alternatif pengendalian yang lebih aman adalah dengan memanfaatkan mikroorganisme sebagai agen biokontrol dan melalui peningkatan ketahanan tanaman (Manuela *et al*, 1997). Salah satu diantaranya adalah mikroorganisme dari kelompok *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) atau rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman. Rizobakteri mampu mengendalikan berbagai jenis patogen tanaman dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman

(Habazar, 2005). Pengendalian menggunakan agen hayati tidak menimbulkan kerusakan terhadap lingkungan (Rahma, 2000). Aplikasi agen hayati menurunkan keparahan penyakit pustul sebesar 40-45 % (Dirmawati, 2005), karena agen hayati dapat memproduksi antibiotik berupa peptida sehingga dapat menghambat pertumbuhan patogen (Kim , Cook dan Weller, 1997). Mekanisme pengendalian patogen oleh agen hayati antara lain : secara langsung (mampu berkompetisi, menghasilkan antibiotik, menghasilkan enzim kitinase, menyebabkan lisis pada dinding hifa patogen) dan tidak langsung (induksi ketahanan dan meningkatkan pertumbuhan tanaman) (Habazar dan Yaherwandi, 2006).

2.2 Induksi Ketahanan Tanaman Melalui Aplikasi Rizobakteria

PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) adalah bakteri pengkoloni akar yang memberi efek menguntungkan terhadap pertumbuhan tanaman. Ketahanan terinduksi secara sistemik terhadap penyakit tanaman setelah adanya infeksi sebelumnya telah dilaporkan pada awal abad ke 19 oleh Chester (1933 *cit* Van Loon *et al.* 1998). Ketahanan penyakit terinduksi dapat didefinisikan sebagai proses aktivasi ketahanan tanaman secara fisik atau kimia yang dipicu oleh agens biotik (PGPR) atau abiotik (Murphy *et al.* 2000). Mekanisme PGPR untuk memberi efek antagonis terhadap patogen dapat melalui beberapa cara yaitu; produksi antibiotik, siderofor, senyawa volatil, parasitisme, kompetisi sumber nutrisi dan relung ekologi, serta ketahanan terinduksi (Brimecombe *et al.* 2001).

Ketahanan terinduksi (*induced resistance*) adalah ketahanan tanaman yang terbentuk sebelum patogen menyerang tanaman. Ketahanan dapat berkurang ketika diinfeksi oleh patogen yang bersifat virulen, karena patogen mampu mengatasi reaksi ketahanan tanaman. Namun, bila mekanisme pertahanan tanaman yang dipicu oleh agens stimulan terjadi sebelum diinfeksi oleh patogen, maka keparahan serangan penyakit akan menurun (Widodo, 2007).

Ketahanan sistemik terinduksi (*induced systemic resistance*) bergantung pada kolonisasi sistem perakaran oleh PGPR. Kolonisasi oleh PGPR dapat terjadi melalui penyelubungan benih atau penambahan suspensi PGPR ke dalam tanah pada saat

pindah tanam (Kloepper, 1999). Mekanisme PGPR dalam meningkatkan kesehatan/kebugaran tanaman dapat terjadi melalui 3 cara: (1) Menekan perkembangan hama/penyakit (*bioprotectant*): mempunyai pengaruh langsung pada tanaman dalam menghadapi hama dan penyakit, (2) Memproduksi fitohormon (*biostimulant*): IAA (*Indole Acetic Acid*); Sitokinin; Giberellin; dan penghambat produksi etilen: dapat menambah luas permukaan akar-akar halus, (3) Meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman (*biofertilizer*). Bila penyerapan unsur hara dan air yang lebih baik dan nutrisi tercukupi, maka menyebabkan kebugaran tanaman juga semakin baik, sehingga akan semakin meningkatkan ketahanan tanaman terhadap tekanan-tekanan, baik tekanan biologis (OPT) maupun non biologis (Iklim) (Widodo, 2007).

Mekanisme induksi resistensi (imunisasi) menyebabkan kondisi fisiologis yang mengatur sistem ketahanan menjadi aktif atau menstimulasi mekanisme resisten yang dimiliki oleh tanaman. Imunisasi tidak menghambat pertumbuhan tanaman, bahkan dapat meningkatkan produksi pada beberapa tanaman meskipun tanpa adanya patogen dan memberikan suatu cara untuk bertahan terhadap stres lingkungan (Tuzun dan Kuc, 1991).

Induksi ketahanan yang disebabkan oleh mikroorganisme ini ada yang bersifat lokal dan sistemis, hal ini tergantung pada saat aplikasi induser (Cook dan Baker, 1989). Bila diaplikasikan pada benih/bibit maka induksi ketahanan umumnya bersifat sistemis, sedangkan bila aplikasi pada tanaman muda/dewasa bersifat lokal (Habazar *et al*, 2007). Aplikasi rizobakteria dapat dilakukan melalui penyelubungan benih, perendaman benih dalam suspensi, dan penyiraman (pengocoran) suspensi PGPR ke dalam tanah (Widodo, 2007). Cook *et al* (2002) melaporkan bahwa perlakuan rizobakteria (*Bacillus sp.* Dan *Pseusomonas flourescens*) pada biji gandum cenderung meningkatkan produksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol yang tidak diberi rizobakteria. Perlakuan ketimun dan tomat dengan PGPR menghasilkan induksi ketahanan sistemik terhadap infeksi sistemik CMV (Raupach *et al*, 1996).

2.3 Bakteri Endofit Indigenus

Keberadaan rizobakteria pada perakaran tanaman dapat dikelompokkan berdasarkan tempat kolonisasinya, yaitu berada dalam kompleks rizosfer, dipermukaan akar (rizoplan) dan di dalam jaringan akar (endofit) (Soesanto, 2008). Kelompok rizobakteria ini diantaranya : *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas cepacia* dan lain-lain (Compant, Duffy, Nowak, Clement dan Barka, 2005).

Bacillus subtilis (*Bs*) termasuk divisi: Firmicutes, kelas: Firmibacteria, atribut *simple Gram positive bacteria* (Goto, 1992 cit Habazar dan Rivai, 2004), ordo Bacillales, famili: Bacillaceae (Fritze, 2004 cit Habazar dan Yaherwandi, 2006). Ciri-ciri bakteri ini adalah Gram positif; berbentuk batang; bersel satu; berukuran $(0,5-2,5) \times (1,2-10,0) \mu\text{m}$; bersifat aerob atau anaerob fakultatif dan heterotrof; katalase positif; sel bergerak dengan membentuk endospora elips yang tahan terhadap panas, kering dan faktor lingkungan lain yang merusak. Kelompok *Bs* dapat hidup pada suhu $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $75\text{ }^{\circ}\text{C}$, dengan tingkat keasaman (pH) 2-8. Di dalam tanah bakteri antagonis *Bs* memanfaatkan eksudat akar dan bahan tanaman mati untuk sumber nutrisinya (Soesanto, 2008).

Pseudomonas fluorescens termasuk divisi: Gracilicutes, kelas: Proteobacteria, famili: Pseudomonadaceae (Goto, 1992 cit Habazar dan Rivai, 2004). Ciri-ciri bakteri ini adalah sel berbentuk batang lurus atau agak lengkung, berukuran $(0,5-1,0) \times (1,5-5,0) \mu\text{m}$, bergerak dengan satu atau beberapa flagel polar, Gram negatif, aerob, dan menghasilkan pigmen *fluorescein* yang berwarna kuning (Soesanto, 2008). Bakteri dari golongan *Pseudomonas fluerescens* menghasilkan metabolit sekunder meliputi HCN, pyrrolnitrin, dan siderofor serta enzim ekstraseluler yang dapat meningkatkan potensi pengendaliannya terhadap patogen (Haas dan Keel, 2003 dalam Habazar dan Yaherwandi, 2006).

Kelompok rizobakteria yang telah dilaporkan efektif dalam meningkatkan ketahanan tanaman dan pertumbuhan tanaman diantaranya aplikasi PGPR secara nyata dapat meningkatkan pertumbuhan dan mengurangi insidensi penyakit tanaman cabai yang terinfeksi oleh CMV (Taufik *et al*, 2010). *Pseudomonas fluorescens* MR 96

menekan perkembangan layu fusarium pada tanaman pisang (Djatnika *et al*, 2003). *Bacillus subtilis* terhadap penyakit layu bakteri oleh *Ralstonia solanacearum* pada cabai (Khairul dan Winarto, 2004). Bakteri *Streptomyces griseus* dan *Bacillus subtilis* dapat meningkatkan hasil gabah Oat dan Gandum. Bakteri ini juga memiliki efek antibiotik seperti siderofor yang dihasilkan oleh *Pseudomonas fluorescens* (Habazar dan Yaherwandi, 2006).

Bakteri endofit didefinisikan sebagai bakteri yang hidup dalam jaringan tanaman, tanpa menyebabkan kerugian bagi tanaman inang (Hallmann, 1999). Bakteri endofit dari beberapa genus seperti *Pseudomonas*, *Bacillus* dan *Azospirillum*, dilaporkan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman, menguraikan dinding sel patogen, dan menghambat pertumbuhan patogen dengan menghasilkan senyawa antimikroba seperti siderofor (Chandrashekhara, 2007). Bakteri yang mendukung pertumbuhan tanaman secara tidak langsung memproduksi senyawa antagonis berupa siderofor atau menginduksi sistem pertahanan tanaman terhadap patogen (Diniyah, 2010). Bakteri endofit juga dapat berperan sebagai PGPR dengan menghasilkan hormon pertumbuhan seperti IAA dan menyediakan nutrisi tertentu bagi tanaman (Supramana, Supriadi dan Harni, 2007).

Dalam pengendalian penyakit tanaman, bakteri endofit telah dilaporkan dapat mengendalikan penyakit tanaman. Bakteri endofit dapat mengendalikan penyakit karat pada daun kopi yang disebabkan oleh *Hemilea vastatrix* (Shiomi *et al*, 2006), penyakit hawar bakteri pada kapas yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* (Xam) (Rajendran *et al*, 2006). Serta menekan perkembangan dan serangan dan perkembangbiakan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp) pada tanaman tomat (Khamariah, 2010).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat Dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan dan di rumah kawat Fakultas Pertanian Universitas Andalas Limau Manis Padang dari bulan Februari sampai Mei 2011. Jadwal pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kedelai varietas Anjasmoro, daun kedelai yang terinfeksi penyakit pustul bakteri, polybag, isolat bakteri endofit indigenus (koleksi Habazar *et al*, 2010), alkohol 70%, akuades, *aluminum foil*, kertas saring, kertas stensil, media *Nutrient Agar* (NA), *Nutrient Glucose Agar* (NGA), *Nutrient Broth* (NB), Larutan NaHOCl 1%, KOH 3%, pupuk kandang, pupuk buatan (Urea, KCl dan SP36), tanaman tembakau, tanah steril, plastik *wrapping*, tissue, lampu spiritus, kertas label, kertas stensil, kantung plastik transparan, dan koran.

Alat yang digunakan adalah germinator datar, cawan petri, gelas piala, gelas ukur, botol kultur, labu *erlenmeyer* 250 ml, kaca objek, batang pengaduk, *oven*, lampu bunsen, tabung reaksi, jarum ose, pipet tetes, timbangan digital, botol *Schoot*, pipet mikro, *laminar air flow cabinet*, *Rotary shaker* horisontal, *cutter*, gunting, mistar, *vortex*, mikroskop, outoklaf, ruang inkubasi, rak tabung reaksi, mortar dan lumpang porselen, *microtube*, kompor listrik dan alat tulis.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 10 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan terdiri atas introduksi beberapa isolat bakteri endofit indigenus kedelai yang berasal dari daerah sentra produksi kedelai di Sumatera Barat (Tabel 1), kontrol positif (tanpa *Xag* dan bakteri endofit) dan kontrol negatif (inokulasi dengan *Xag*). Isolat tersebut diketahui mempunyai kemampuan sebagai

agen PGPR (Habazar *et al*, 2010) (ciri-ciri morfologi dan fisiologis isolat ditampilkan pada Lampiran 2 dan Lampiran 3).

Tabel 1. Isolat-isolat bakteri endofit indigenus yang mempunyai kemampuan sebagai agen PGPR

No	Kode Isolat	Asal
1	PL3E1.2	Nagari Sungai Kuniang, Kec. Palangki, Kab. Sijunjung
2	ST1E1.1	Nagari Sikabau, Kec. Sitiung, Kab. Darmasraya
3	ST1E3.1	Nagari Sikabau, Kec. Sitiung, Kab. Darmasraya
4	ST1E4.2	Nagari Sikabau, Kec. Sitiung, Kab. Darmasraya
5	ST1E5.2	Nagari Sikabau, Kec. Sitiung, Kab. Darmasraya
6	ST2E1.2	Nagari Sikabau, Kec. Sitiung, Kab. Darmasraya
7	ST2E2.2	Nagari Sikabau, Kec. Sitiung, Kab. Darmasraya
8	ST4E1.1	Nagari Sikabau, Kec. Sitiung, Kab. Darmasraya
9	ST4E2.1	Nagari Sikabau, Kec. Sitiung, Kab. Darmasraya

Kontrol positif digunakan untuk membandingkan pertumbuhan tanaman dan hasil tanaman kedelai, sedangkan Kontrol negatif digunakan untuk membandingkan perkembangan penyakit pustul bakteri. Data yang didapatkan dianalisis secara sidik ragam, jika berbeda nyata dilanjutkan dengan *Duncan's New Multiple Range Tes* (DNMRT) pada taraf 5%. Denah penelitian dapat dilihat pada Lampiran 4.

3.4 Pelaksanaan

3.4.1 Penyiapan Benih

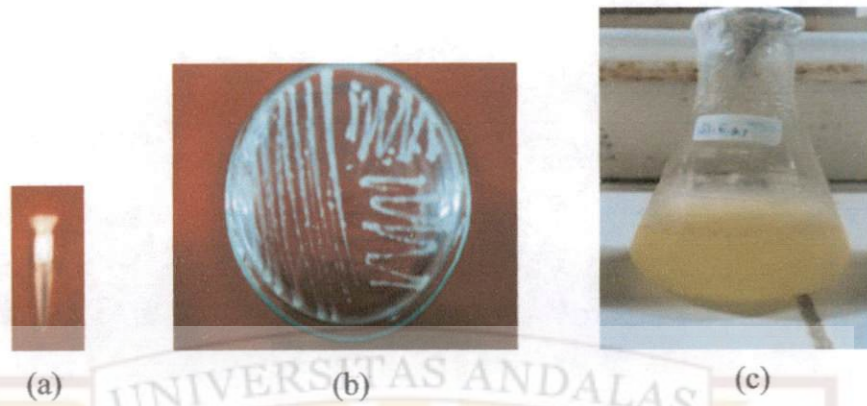
Benih kedelai yang digunakan adalah varietas Anjasmoro (deskripsi Lampiran 5) yang diperoleh dari daerah sentral tanaman kedelai di Jorong Pisang Rebus Nagari Sikabau Kecamatan Sitiung Kabupaten Dharmasraya. Benih terlebih dahulu diuji daya kecambahnya dengan metode Standar Germination Test. Limapuluh (50) benih dikecambahkan dalam gulungan 3 lembar kertas stensil yang telah dibasahi akuades, 2 lembar sebagai alas dan selembat lagi sebagai penutupnya. Benih disusun secara teratur diatas 2 lembar kertas stensil dan ditutup satu lembar kertas dan digulung

dengan hati-hati. Gulungan selanjutnya ditempatkan pada germinator dan dinkubasi selama 5 hari. Daya kecambah dihitung pada hari kelima inkubasi (Kamil, 1979). Pengujian dilakukan sebanyak 3 ulangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya kecambah benih kedelai yaitu 92,67%.

3.4.2 Peremajaan dan Perbanyak 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 1a), diremajakan dengan metode gores pada cawan petri berisi media NA dan diinkubasi selama 2×24 jam. Untuk perbanyak bakteri endofit sesuai yang diperlukan dilakukan dengan cara sebagai berikut. Koloni tunggal yang tumbuh dipindahkan dengan metode gores pada media NA dan diinkubasi selama 2×24 jam (Gambar 1b). Setelah itu, dituangkan 9 ml akuades 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 cair, 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* horisontal selama 18 jam dengan kecepatan 150 rpm.. Selanjutnya 1 ml hasil *preculture* dipindahkan ke dalam 150 ml NB dalam labu *Erlenmeyer* (vol. 250 ml) untuk *mainculture* dan diinkubasi dengan cara yang sama selama 2×24 jam (Trisno, 2010) (Gambar 1c). Suspensi bakteri endofit dari *mainculture* diencerkan dan ditentukan kerapatan populasinya dengan mengatur kekeruhannya sama dengan larutan *McFarland* skala 8 (kepadatan populasi bakteri diperkirakan 10^8 sel/ml) (Habazar *et al*, 2007).



Gambar 1. Biakan bakteri endofit indigenus (a). sumber isolat bakteri endofit dalam medium air steril, (b). Koloni bakteri endofit isolat ST1E3.1 setelah digores pada medium NA (2 hsi), dan (c). suspensi *mainculture* isolat ST1E3.1 dalam media NB (2 hsi).

3.4.3 Penyiapan Media Tanam

Tanah yang digunakan berasal dari Laboratorium Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Perbandingan antara tanah dan pupuk kandang yang digunakan adalah 2:1 (v/v). Sterilisasi tanah dan pupuk kandang dengan cara, tanah dan pupuk kandang dicampurkan dan dimasukkan ke dalam kotak steril, setelah itu disterilisasi selama 1 jam pada suhu 100°C dan dibiarkan selama 1 hari. Campuran tanah dan pupuk kandang dimasukkan 5 kg ke dalam *polybag* ukuran 30x40 cm.

3.4.4 Introduksi Bakteri Endofit dan Penanaman Kedelai

Introduksi bakteri endofit dilakukan 2 kali. Introduksi I diberikan dengan cara perendaman benih sebelum tanam. Cara perlakuan adalah sebagai berikut benih kedelai terlebih dahulu disterilisasi permukaan dengan merendam benih dalam larutan NaHOCl 1 % selama 5 menit setelah itu dicuci dengan akuades dan dikeringanginkan selama 30 menit. Benih direndam dengan 10 ml suspensi isolat bakteri endofit sesuai perlakuan dengan populasi 10^8 sel/ml selama 10 menit (Gambar 2a). Selanjutnya benih ditanam kedalam *polybag* yang telah berisi 5 kg tanah steril dengan 2 benih/*polybag*.

Untuk introduksi II bakteri endofit diberikan setelah tanaman kedelai berumur 3 minggu. Cara introduksi dilakukan sebagai berikut, suspensi isolat bakteri endofit dengan kerapatan 10^8 sel/ml dari *mainculture* disiramkan sebanyak 10 ml suspensi kesekitar akar tanaman dengan jarak 2 cm dari pangkal batang tanaman (Gambar 2b).



Gambar 2. Introduksi bakteri endofit indigenus (a). Introduksi I dengan perendaman benih, dan (b). Introduksi II dengan menyiramkan suspensi bakteri pada tanaman kedelai yang berumur 3 mst.

3.4.5 Identifikasi *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* (*Xag*)

3.4.5.1 Isolasi *Xag*

Xag diisolasi dari daun tanaman kedelai yang memperlihatkan gejala pustul bakteri yang diperoleh dari daerah endemik penyakit pustul di Jorong Pisang Rebus Nagari Sikabau Kecamatan Sitiung Kabupaten Dharmasraya. Isolasi dilakukan dengan teknis pengenceran seri (Klement *et al.* 1990) dengan cara sebagai berikut, daun kedelai yang bergejala dipotong sebesar 1 cm^2 dengan mengikutsertakan bagian daun yang sehat. Potongan daun tersebut disterilkan permukaannya dengan cara membilas dengan akuades, kemudian direndam dengan alkohol 70 % selama 3 menit, dan dicuci dengan akuades. Selanjutnya, potongan daun ditumbuk dalam lumpang porselen menggunakan mortar sampai hancur dan ditambahkan 3 ml akuades steril, kemudian diencerkan sampai 10^{-6} . Suspensi dari pengenceran 10^{-4} , 10^{-5} dan 10^{-6} sebanyak 0,1 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml media NGA yang masih cair. Suspensi tersebut selanjutnya dihomogenkan dengan *vortex* dan dituang ke dalam cawan petri. Seterusnya cawan petri, diinkubasi 5×24 jam. Koloni

Xag yang tumbuh dicirikan warna kuning dan berlendir. Koloni dengan ciri *Xag* kemudian dimurnikan dalam medium NGA dengan teknik penggoresan, dan diinkubasi 5×24 jam. Koloni tunggal *Xag* selanjutnya dipindahkan ke medium NGA baru dan diinkubasi 5 x 24 jam. Koloni murni ini diidentifikasi dan digunakan untuk penelitian selanjutnya.

3.4.5.2. Identifikasi Morfologi *Xag*

Identifikasi morfologi *Xag* diamati pada koloni yang dibiakan pada medium NGA yang berumur 5 x 24 jam setelah inkubasi. Variabel yang diamati berupa warna koloni, bentuk koloni dan permukaan koloni. Koloni *Xag* berwarna kuning, berbentuk bulat, cembung dan permukaan koloni berlendir (Gambar 3a).

3.4.5.3 Uji Fisiologi *Xag*

a. Uji Pigmen Xanthomonadin

Uji Xanthomonadin ini dilakukan dengan cara membiakkan bakteri dalam medium NGA dan diinkubasi selama 5 x 24 jam. Apabila terbentuk koloni bakteri yang berwarna kuning mengkilat dan permukaan serta bagian pinggirnya berlendir, berarti bakteri tersebut menghasilkan pigmen Xanthomonadin (Schaad,1988). Bakteri *Xag* menghasilkan pigmen Xanthomonadin (Gambar 3b).

b. Uji Gram

Uji Gram ini bertujuan untuk mengetahui apakah bakteri ini bersifat Gram positif atau Gram negatif. Pengujiannya dengan menggunakan metoda Schaad (1988) yaitu dengan cara meneteskan larutan KOH 3 % diatas kaca objek kemudian ambil biakan bakteri yang berumur 2 hari dengan jarum ose lalu dicampurkan dengan larutan KOH 3 % tadi, apabila terjadi penggumpalan maka bakteri tersebut bersifat Gram negatif, sebaliknya apabila tidak menggumpal maka bakteri tersebut bersifat Gram positif (Gambar 3c). Bakteri *Xag* termasuk Gram negatif.

c. Uji Pektinase

Uji pektinase bertujuan untuk mengamati apakah bakteri menghasilkan enzim pektinase. Uji pektinase ini dilakukan dengan cara kentang dipotong dengan ukuran 1 x 1 cm. Potongan kemudian sterilisasi permukaan dengan cara membilas dengan

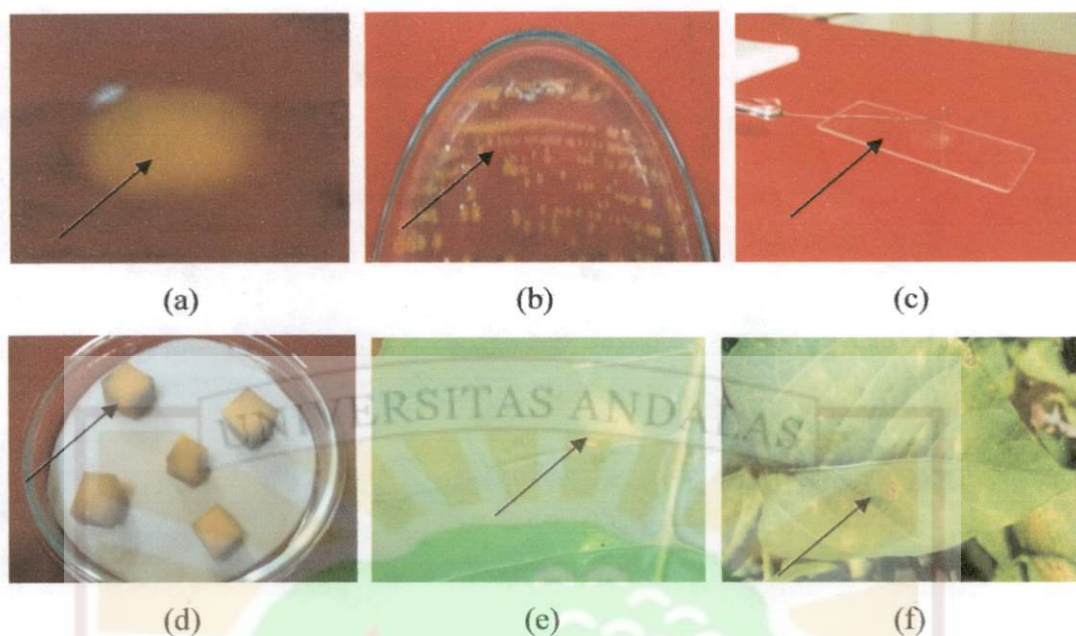
akuades, kemudian direndam dengan alkohol 70 % selama 3 menit dan seterusnya dibilas dengan akuades steril. Potongan kentang diletakkan ke dalam cawan Petri plastik yang dilapisi kertas saring lembab dan diinokulasi dengan koloni bakteri *Xag* kemudian diinkubasi 3 x 24 jam (Schaad,1988). *Xag* merupakan bakteri penghasil enzim pektinase, yang ditunjukkan oleh perubahan warna potongan kentang menjadi kuning kecoklatan dan akhirnya berwarna hitam (Gambar 3d).

d. Reaksi Hipersensitif

Reaksi hipersensitif bertujuan untuk mengetahui sifat bakteri yang tergolong patogen. Uji ini menggunakan tanaman tembakau sebagai tanaman indikator. Pengujian dilakukan dengan cara, suspensi bakteri *Xag* (10^6 sel/ml) diinfiltrasi secara interseluler pada jaringan permukaan bawah daun sampai jenuh, kemudian diselubungi dengan plastik bening untuk menjaga kelembaban. Reaksi spesifik dari reaksi HR ini ditandai dengan munculnya bagian yang nekrotik dalam waktu 2 x 24 jam setelah inokulasi (Klement *et al*, 1990). Uji ini menimbulkan gejala nekrotik 2 hsi (Gambar 3e).

e. Uji Patogenisitas *Xag*

Uji patogenisitas bertujuan untuk menentukan bakteri yang diisolasi dapat menunjukkan gejala pada tanaman inang. Cara pengujian dilakukan sebagai berikut. Tanaman kedelai varietas Anjasmoro yang berumur 4 minggu diinokulasikan pada daun dengan cara menusuk-nusuk bagian permukaan daun dengan menggunakan jarum pentul, selanjutnya daun tersebut diolesi dengan suspensi bakteri *Xag* (10^6 sel/ml) dengan kapas. Setelah itu, daun yang diperlakukan diselubungi dengan plastik bening kemudian diinkubasi 5x24 jam (Hamzah, 1993). Uji ini menimbulkan gejala nekrotik (5 hsi), yaitu gejala *watersoaking* (bercak kebasahan) pada daun setelah diinokulasi dengan *Xag* (Gambar 3f).



Gambar 3: Morfologi koloni *Xag*, fisiologi dan patogenisitas *Xag*. (a) Morfologi koloni *Xag* umur 5 hari pada medium NGA, (b) produksi Xanthomonadin, (c) Uji Gram KOH test (-), (d) produksi enzim pektinase, (e) reaksi hipersensitif +, (f) patogenisitas +

3.4.6 Penyiapan dan Perbanyakan *Xag*

Biakan murni *Xag* dalam medium NGA yang berumur 5 x 24 jam setelah itu ditambah dengan 9 ml akuades dan dikikis dengan jarum ose. Suspensi *Xag* dipindahkan ke dalam tabung reaksi menggunakan pipet tetes, dihomogenkan dengan vortex, diencerkan dan diatur kekeruhannya sama dengan larutan *McFarland* skala 6 (kepadatan populasi bakteri diperkirakan 10^6 sel/ml) (Habazar *et al*, 2007).

3.4.7 Inokulasi *Xag*

Inokulasi dilakukan pada tanaman kedelai umur 50 hst. Inokulasi dilakukan pada daun muda yaitu daun 1, 2, 3 dari bagian atas tanaman dengan cara daun ditusuk dengan jarum 10 tusukan dan diolesi dengan suspensi *Xag* menggunakan kapas pada bagian bawah permukaan daun. Daun yang diperlakukan diselubungi dengan plastik bening sampai munculnya gejala yang ditandai adanya perubahan warna pada daun.

3.4.7 Pemeliharaan

Pemeliharaan yang dilakukan meliputi penyiraman, pemupukan, penyiangan gulma, dan pengendalian hama. Penyiraman disesuaikan kondisi tanaman, dengan cara menyiran pagi atau sore hari. Pemupukan, diberikan pada saat tanam dengan pupuk kandang 5 kg campuran tanah dan pupuk kandang steril 2:1 (v/v) per polybag dan pupuk kimia sintetis pada saat tanam berumur 14 hst dengan dosis pupuk N 0,23 gr/polybag (setara dengan 50-75 kg/ha), pupuk SP36 0,3 gr/polybag (setara dengan 50-100 kg/ha), dan pupuk KCl 0,45 gr/polybag (setara dengan 100-150 kg/ha) (Adisarwanto, 2009). Penyiangan gulma dilakukan secara mekanis dengan cara mencabut gulma dan pengendalian hama cara mekanis dengan membunuh langsung hama yang dijumpai pada tanaman.

3.4.8 Panen

Panen dilakukan pada umur 88 hari setelah tanam dengan kriteria 95% polong kedelai sudah berwarna cokelat kekuningan dan jumlah daun tersisa pada tanaman hanya sekitar 5-10% (Adisarwanto, 2009).

3.5 Pengamatan

3.5.1 Persentase kecambah benih kedelai

Daya kecambah benih kedelai ditentukan dengan melakukan pengamatan terhadap persentase benih yang berkecambah. Pengamatan dimulai pada hari ke 5 sampai tidak ada lagi benih yang berkecambah. Persentase daya kecambah benih ditentukan dengan Rumus 1:

$$P = \frac{a}{A} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(\text{Rumus 1})$$

Keterangan :

- P = Persentase kecambah benih
- a = Jumlah benih yang berkecambah
- A = Jumlah benih yang dikecambahkan

3.5.2 Persentase Muncul Lapang Bibit Kedelai

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 2:

$$P = \frac{b}{B} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(\text{Rumus 2})$$

Keterangan :

P = Persentase muncul lapang
b = Jumlah bibit yang muncul
B = Jumlah benih yang disemai

3.5.3 Masa Inkubasi

Pengamatan masa inkubasi dilakukan setiap hari dimulai 1 hsi sampai munculnya gejala pertama. Gejala pertama ditandai dengan adanya gejala *watersoaking* (bercak kebasahan) pada permukaan daun.

Efektivitas perlakuan dibandingkan kontrol - dihitung dengan Rumus 3 sebagai berikut:

$$E = \frac{P - K}{K} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(\text{Rumus 3})$$

Keterangan :

E = Efektivitas
P = Perlakuan
K = Kontrol negatif

3.5.4 Persentase Daun Terserang

Pengamatan persentase daun terserang dimulai sejak munculnya gejala pertama sampai menjelang panen, dengan interval waktu 1×3 hari. Persentase daun terserang dihitung dengan Rumus 4:

$$K = \frac{i}{j} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(\text{Rumus 4})$$

Keterangan:

K = Persentase daun terserang
 i = Jumlah daun terserang
 j = Jumlah daun seluruhnya

Efektivitas perlakuan dibandingkan kontrol negatif dihitung dengan Rumus 2 sebagai berikut:

$$E = \frac{K - P}{K} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(\text{Rumus 5})$$

Keterangan : E = Efektivitas
 P = Perlakuan
 K = Kontrol negatif

3.5.4 Intensitas Daun Terserang

Pengamatan intensitas penyakit bersamaan dengan pengamatan persentase daun terserang, dengan interval waktu 1×3 hari sampai sebelum panen. Intensitas penyakit dihitung dengan rumus 6 dengan bantuan kriteria serangan pada Tabel 1. Efektivitas perlakuan dibandingkan dengan kontrol negatif dihitung dengan Rumus 5:

$$I = \frac{\sum ni \times vi}{N \times V \text{ max}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

I = Intensitas daun terserang
 ni = Jumlah daun dari tiap kategori serangan
 vi = Nilai skala dari tiap kategori serangan
 N = Jumlah daun yang diamati
 Vmax = Nilai kategori serangan tertinggi

Skala intensitas serangan penyakit pustul bakteri pada daun kedelai dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria penilaian serangan *Xag* pada daun kedelai

Skala	Kriteria Serangan	Kerusakan (% Luas daun)
0	Tidak ada gejala pustul	0
1	Bercak pustul sedikit sekali	1-5
2	Bercak pustul sedikit	6-10
3	Bercak pustul sedang	11-25
4	Bercak pustul berat	25- 50
5	Bercak pustul berat sekali	> 50

Sumber : Rahayu (2005).

Kriteria ketahanan didasarkan pada intensitas penyakit (IP) seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria ketahanan serangan *Xag* pada daun kedelai

No	Intensitas Penyakit	Kategori
1	<10%	Tahan
2	10 – 20%	Agak tahan
3	20 – 30%	Agak rentan
4	30 – 60%	Rentan
5	>60%	Sangat rentan

Sumber : Dirmawati, 2005

3.5.5 Persentase Polong Terserang

Pengamatan persentase polong terserang dilakukan setelah polong muncul sampai panen, dengan interval waktu 1×3 hari. Persentase polong terserang dihitung dengan Rumus 7 dan Efektivitas perlakuan dibandingkan dengan kontrol negatif dihitung dengan Rumus 5:

$$P = \frac{s}{t} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(\text{Rumus 7})$$

Keterangan:

- P = Persentase polong terserang
- s = Jumlah polong terserang
- t = Jumlah polong seluruhnya

3.5.6 Intensitas Polong Terserang

Pengamatan Intensitas polong terserang dilakukan setelah setelah polong muncul sampai sebelum panen, dengan interval waktu 1×3 hari. Intensitas polong

terserang pustul bakteri dihitung dengan rumus 8 menggunakan kriteria serangan pada Tabel 3. Efektivitas perlakuan dibandingkan dengan kontrol negatif dihitung dengan Rumus 5:

$$I = \frac{\sum ni \times vi}{N \times V \text{ max}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(\text{Rumus 8})$$

Keterangan:

- I = Intensitas polong terserang
- ni = Jumlah polong dari tiap kategori serangan
- vi = Nilai skala dari tiap kategori serangan
- N = Jumlah polong yang diamati
- Vmax = Nilai kategori serangan tertinggi

Skala intensitas serangan penyakit pustul bakteri pada polong kedelai dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria penilaian serangan *Xag* pada polong kedelai

Skala	Kriteria Serangan	Kerusakan (% Luas polong)
0	Tidak ada gejala pustul	0
1	Bercak pustul sedikit sekali	1-5
2	Bercak pustul sedikit	6-10
3	Bercak pustul sedang	11-25
4	Bercak pustul berat	25- 50
5	Bercak pustul berat sekali	> 50

Sumber : dimodifikasi Rahayu (2005).

3.5.7 Pertumbuhan Tanaman

a. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman sampel diukur dari permukaan tanah pada batang bawah kedelai sampai ujung daun dengan interval waktu sekali tiga hari yang dimulai setelah muncul daun pertama sampai pertumbuhan tanaman konstan yaitu pada umur 50 hst. Efektivitas perlakuan dibandingkan dengan kontrol positif dihitung dengan Rumus 3.

b. Jumlah Daun

Jumlah daun dihitung dengan interval sekali tiga hari, bersamaan dengan pengukuran tinggi tanaman. Efektivitas perlakuan dibandingkan dengan kontrol positif dihitung dengan Rumus 3.

c. Jumlah cabang

Jumlah cabang dihitung dengan interval sekali tiga hari dimulai setelah terbentuk cabang, bersamaan dengan pengukuran tinggi tanaman. Efektivitas perlakuan dibandingkan dengan kontrol positif dihitung dengan Rumus 3.

d. Saat Muncul Bunga Pertama

Saat muncul bunga pertama dilakukan pada hari pertama bunga setiap tanaman muncul. Efektivitas perlakuan dibandingkan dengan kontrol positif dihitung dengan Rumus 3.

e. Saat Muncul Polong Pertama

Saat muncul polong pertama tiap perlakuan dilakukan pada hari pertama polong setiap tanaman muncul. Efektivitas perlakuan dibandingkan dengan kontrol positif dihitung dengan Rumus 3.

f. Produksi

Produksi kedelai meliputi berat basah biji dan berat kering biji. Berat basah biji diperoleh dari hasil penimbangan setelah panen, sedangkan berat kering diperoleh setelah biji dikeringanginkan pada suhu kamar selama 2 minggu. Efektivitas perlakuan dibandingkan dengan kontrol positif dihitung dengan Rumus 3.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1. Perkembangan Penyakit Pustul Bakteri

4.1.1.1 Masa Inkubasi

Hasil analisis sidik ragam masa inkubasi *Xag* pada tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus menunjukkan pengaruh berbeda nyata diantara isolat (Lampiran 6a). Setelah diuji lanjut dengan DNMRT pada taraf nyata 5% hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5. Hampir semua isolat bakteri endofit mampu memperlambat masa inkubasi *Xag* yaitu 0,6 – 2,4 hari dibandingkan kontrol dengan efektivitas 7,5 – 30,0 %. Isolat ST2E1.2 merupakan isolat terbaik dalam memperlambat masa inkubasi yaitu 10,4 hsi dengan efektivitas 30%.

Tabel 5. Masa inkubasi *Xag* yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus dan efektivitasnya.

Perlakuan (Isolat)	Masa inkubasi (hsi)		Efektivitas (%)
ST2E1.2	10,40	a	30,00
ST2E2.2	9,60	ab	20,00
ST1E1.1	9,40	bc	17,50
ST1E3.1	9,20	bc	15,00
ST1E5.2	9,20	bc	15,00
ST4E1.1	9,00	bc	12,50
ST4E2.1	9,00	bc	12,50
ST1E4.2	8,60	cd	7,50
PL3E1.2	8,00	d	0,00
Kontrol negatif	8,00	d	0,00

KK = 7.9

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

4.1.1.2 Persentase Daun Terserang

Hasil analisis sidik ragam persentase daun terserang *Xag* pada tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata diantara isolat, tetapi efektivitas masing-

masing perlakuan berbeda (Lampiran 6b dan Tabel 6). Enam isolat bakteri endofit indigenus mampu menekan persentase daun terserang *Xag* dibandingkan kontrol. Isolat ST4E2.1 dapat menekan persentase daun terserang *Xag* dengan nilai efektivitas tertinggi yaitu 30,59%. Gejala penyakit pustul bakteri pada daun kedelai dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 6. Persentase daun terserang *Xag* yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (26 hsi) dan efektivitasnya.

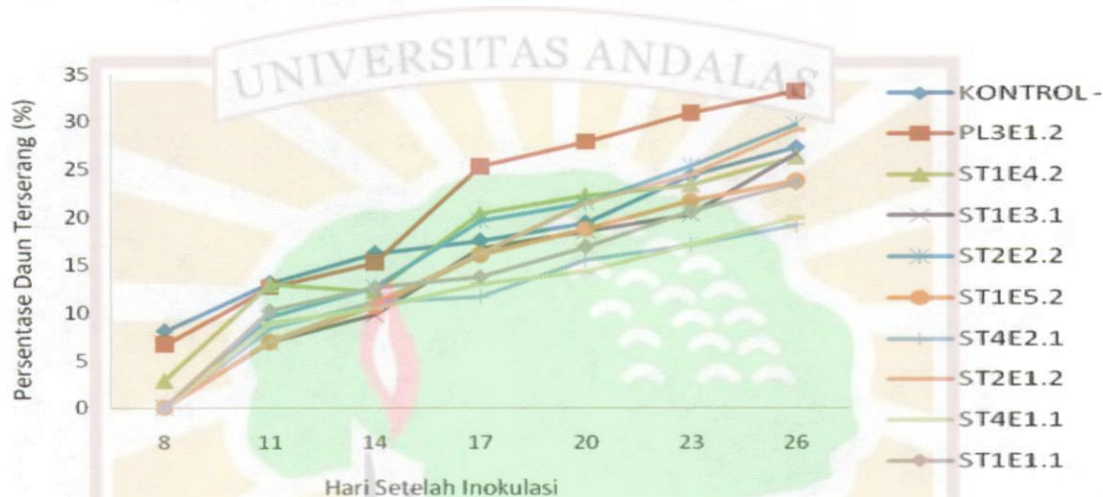
Perlakuan (Isolat)	Daun terserang <i>Xag</i> (%)	Efektivitas (%)
PL3E1.2	32,80	-22,38
ST2E2.2	29,20	-8,95
ST2E1.2	28,60	-6,71
Kontrol negatif	26,80	0,00
ST1E3.1	26,20	2,23
ST1E4.2	25,80	3,73
ST1E5.2	23,20	13,43
ST1E1.1	23,00	14,18
ST4E1.1	19,40	27,61
ST4E2.1	18,60	30,59
KK = 40.8		



Gambar 4. Gejala penyakit pustul bakteri pada daun kedelai (23 hsi).

Grafik perkembangan persentase daun terserang *Xag* yang diintroduksi isolat bakteri endofit indigenus dapat dilihat pada Gambar 5. Hampir semua isolat bakteri endofit indigenus mampu menekan perkembangan daun terserang pustul bakteri

dibandingkan kontrol. Isolat PL3E1.2, ST2E2.2, ST2E1.2 dan kontrol – pada 8 hsi menunjukkan muncul gejala pertama pustul bakteri dan meningkat pada 11 hsi sampai 26 hsi. Enam isolat lainnya mampu menekan persentase daun terserang pustul bakteri bervariasi, persentase daun terserang pustul bakteri mulai meningkat 14 hsi sampai 26 hsi. Isolat bakteri endofit indigenus terbaik dalam menekan persentase daun terserang pustul bakteri adalah isolat ST4E2.1.



Gambar 5. Perkembangan persentase daun kedelai yang terserang *Xag* (26 hsi)

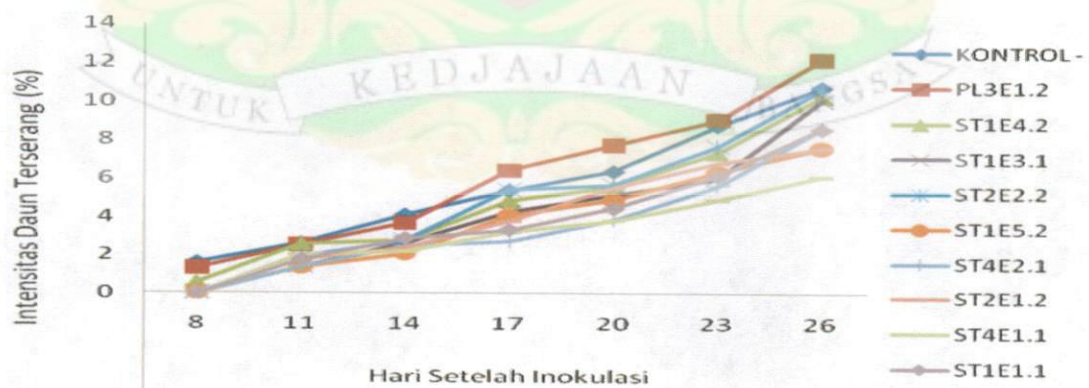
4.1.1.3 Intensitas Daun Terserang

Hasil analisis sidik ragam intensitas daun terserang *Xag* yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata diantara isolat, tetapi efektivitas masing-masing perlakuan berbeda (Lampiran 6c dan Tabel 7). Hampir semua isolat bakteri endofit indigenus mampu menekan intensitas daun terserang dibandingkan kontrol. Isolat terbaik dalam menekan intensitas daun terserang *Xag* adalah isolat ST4E1.1 dengan efektivitas 43,03% dan mampu meningkatkan ketahanan varietas kedelai terhadap pustul bakteri. Sementara itu, isolat ST1E5.2 dan ST2E1.2 berpotensi dalam menekan intensitas daun terserang *Xag* dengan efektivitas 25,72% dan 28,99%.

Tabel 7. Intensitas daun terserang *Xag* pada tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (26 hsi), efektivitasnya dan kategori ketahanan.

Perlakuan (Isolat)	Intensitas Daun Terserang <i>Xag</i> (%)	Efektivitas (%)	Kategori ketahanan
PL3E1.2	12,13	-13,47	Agak tahan
Kontrol negatif	10,69	0,00	Agak tahan
ST2E2.2	10,58	1,03	Agak tahan
ST1E4.2	10,21	4,49	Agak tahan
ST1E3.1	10,02	6,27	Agak tahan
ST4E2.1	8,59	19,64	Tahan
ST1E1.1	8,56	19,92	Tahan
ST1E5.2	7,94	25,72	Tahan
ST2E1.2	7,59	28,99	Tahan
ST4E1.1	6,09	43,03	Tahan
KK = 40,97			

Grafik perkembangan intensitas daun terserang *Xag* yang diintroduksi isolat bakteri endofit indigenus dapat dilihat pada Gambar 6. Hampir semua isolat bakteri endofit indigenus mampu menekan perkembangan daun terserang pustule bakteri dibandingkan kontrol. Isolat PL3E1.2 dan kontrol – pada 8 hsi menunjukkan muncul gejala pertama pustul bakteri dan meningkat pada 11 hsi sampai 26 hsi. Delapan isolat lainnya mampu menekan intensitas daun terserang pustul bakteri bervariasi, intensitas daun terserang pustul bakteri mulai meningkat 14 hsi sampai 26 hsi. Isolat bakteri endofit indigenus terbaik dalam menekan intensitas daun terserang pustul bakteri adalah isolat ST4E1.1.



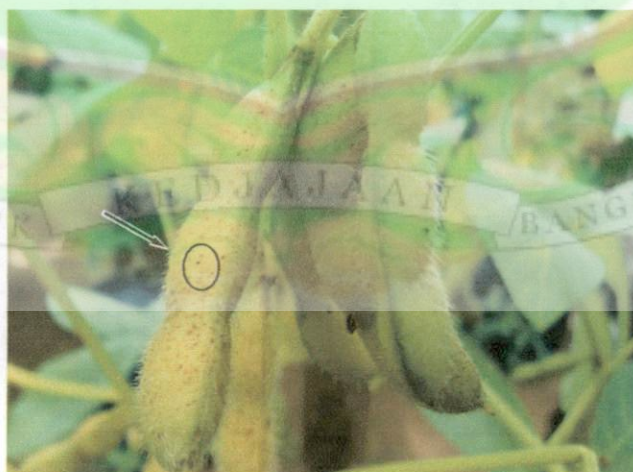
Gambar 6. Perkembangan intensitas daun terserang *Xag* (26 hsi).

4.1.1.6 Persentase Polong Terserang

Hasil analisis sidik ragam persentase polong terserang *Xag* yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata diantara isolat (Lampiran 6d). Isolat ST4E1.1 mampu menekan persentase serangan *Xag* dibandingkan kontrol dengan efektivitas 2,60%. Sedangkan 6 isolat lain menunjukkan efektivitas sama dengan kontrol yaitu 0,00% (Tabel 8). Gejala polong kedelai terserang *Xag* dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 8. Persentase polong terserang *Xag* yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus dan efektivitasnya.

Perlakuan (Isolat)	Persentase Polong Terserang <i>Xag</i> (%)	Efektivitas (%)
Kontrol negatif	100	0,00
ST1E1.1	100	0,00
ST1E4.2	100	0,00
ST1E5.2	100	0,00
ST2E1.2	100	0,00
ST2E2.2	100	0,00
ST4E2.1	100	0,00
PL3E1.2	99,72	0,27
ST1E3.1	99,46	0,54
ST4E1.1	97,39	2,60
KK = 1,49		



Gambar 7. Gejala pustul bakteri pada polong kedelai (26 hsi).

4.1.1.7 Intensitas Polong Terserang

Hasil analisis sidik ragam intensitas polong terserang *Xag* yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata diantara isolat, tetapi efektivitas masing-masing perlakuan berbeda (Lampiran 6e dan Tabel 9). Kemampuan isolat bakteri endofit dalam menekan intensitas polong terserang *Xag* bervariasi, 5 isolat mampu menekan intensitas polong terserang *Xag* dibandingkan kontrol. Isolat terbaik yang mampu menekan intensitas polong terserang *Xag* adalah ST4E2.1 dengan efektivitas 26,34%.

Tabel 9. Intensitas daun terserang *Xag* pada tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus dan efektivitasnya.

Perlakuan (Isolat)	Intensitas polong terserang <i>Xag</i> (%)	Efektivitas (%)
ST1E5.2	39,99	-12,16
ST1E3.1	38,53	-8,07
ST2E2.2	37,79	-5,90
ST1E1.1	37,52	-5,20
Kontrol negatif	35,66	0,00
ST1E4.2	33,82	0,67
ST4E1.1	32,80	2,34
PL3E1.2	29,94	10,86
ST2E1.2	27,22	18,96
ST4E2.1	24,74	26,34
KK = 29,66		

4.1.2 Pertumbuhan Tanaman

4.1.2.1 Persentase daya muncul lapang benih kedelai

Daya muncul lapang benih kedelai yang diintroduksi beberapa isolat bakteri endofit indigenus dapat dilihat pada Tabel 10. Hampir semua isolat mampu mempercepat daya muncul lapang kedelai dibandingkan kontrol dengan persentase yaitu 100% dan efektivitas 11,11 %.

Tabel 10. Persentase daya muncul lapang benih kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus 5 hst dan efektivitasnya.

Perlakuan (Isolat)	Muncul Lapang (%)	Efektivitas (%)
PL3E1.2	100	11,11
ST2E2.2	100	11,11
ST1E5.2	100	11,11
ST4E2.1	100	11,11
ST2E1.2	100	11,11
ST4E1.1	100	11,11
ST1E1.1	100	11,11
ST1E4.2	90	0,00
ST1E3.1	90	0,00
Kontrol positif	90	0,00

4.1.2.2 Tinggi Tanaman (cm)

Hasil analisis sidik ragam tinggi tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata diantara isolat, tetapi efektivitas masing-masing perlakuan berbeda (Lampiran 6f dan Tabel 11). Isolat ST2E1.2 menunjukkan efektivitas tinggi tanaman lebih tinggi dibandingkan kontrol yaitu 6,17 %. Sedangkan isolat ST4E1.1 menunjukkan efektivitas paling rendah yaitu -0,94 %. Perkembangan tinggi tanaman kedelai dapat dilihat pada Lampiran 8a.

Tabel 11. Tinggi tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (50 hst) dan efektivitasnya.

Perlakuan (Isolat)	Tinggi Tanaman (cm)	Efektivitas (%)
ST2E1.2	101,40	6,17
ST1E4.2	100,40	5,13
ST1E1.1	98,00	2,61
ST1E5.2	97,80	2,40
ST2E2.2	97,40	1,99
PL3E1.2	97,20	1,78
ST1E3.1	97,00	1,57
Kontrol positif	95,50	0,00
ST4E2.1	95,20	-0,31
ST4E1.1	94,60	-0,94
KK = 6,71		

4.1.2.3 Jumlah Daun

Hasil analisis sidik ragam jumlah daun tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus menunjukkan pengaruh berbeda nyata diantara isolat (Lampiran 6g). Setelah diuji lanjut dengan DNMRT pada taraf nyata 5% hasilnya dapat dilihat pada Tabel 12. Hampir semua isolat mampu meningkatkan jumlah daun tanaman kedelai, dengan efektivitas bervariasi diantara isolat. Isolat ST1E5.2 mampu meningkatkan jumlah daun kedelai dibandingkan kontrol dengan efektivitas 26,7%, diikuti dengan isolat ST4E1.1 dengan efektivitas 23,6%. Sedangkan isolat ST2E2.2 menunjukkan kemampuan yang rendah dalam meningkatkan jumlah daun dengan efektivitas -1,24%. Perkembangan jumlah daun tanaman kedelai dapat dilihat pada Lampiran 8b.

Tabel 12. Jumlah daun tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (50 hst) dan efektivitasnya.

Perlakuan (Isolat)	Jumlah daun		Efektivitas (%)
ST1E5.2	40,80	a	26,70
ST4E1.1	39,80	a	23,60
ST4E2.1	36,40	ab	13,04
ST2E1.2	36,20	ab	12,42
ST1E3.1	34,80	b	8,07
ST1E4.2	34,00	b	5,59
ST1E1.1	33,40	b	3,73
PL3E1.2	33,20	b	3,10
Kontrol positif	32,20	b	0,00
ST2E2.2	31,80	b	-1,24
KK = 10,84			

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

4.1.2.4 Jumlah Cabang

Hasil analisis sidik ragam jumlah cabang tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata diantara isolat, tetapi efektivitas masing-masing perlakuan berbeda (Lampiran 6h dan Tabel 13). Isolat ST1E5.2 dan ST4E1.1 mampu meningkatkan jumlah cabang tanaman kedelai dibandingkan kontrol dengan efektivitas 10%. Sedangkan isolat ST4E2.1 menunjukkan kemampuan yang rendah dalam meningkatkan jumlah cabang dengan efektivitas bernilai negatif yaitu -6,67%. Perkembangan jumlah cabang tanaman kedelai dapat dilihat pada Lampiran 8c.

Tabel 13. Jumlah cabang tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (50 hst) dan efektivitasnya.

Perlakuan (Isolat)	Jumlah Cabang	Efektivitas (%)
ST1E5.2	6,60	10,00
ST4E1.1	6,60	10,00
ST2E1.2	6,20	3,33
ST2E2.2	6,20	3,33
ST1E1.1	6,00	0,00
Kontrol positif	6,00	0,00
PL3E1.2	5,80	-3,33
ST1E4.2	5,80	-3,33
ST1E3.1	5,60	-6,67
ST4E2.1	5,60	-6,67
KK = 13,35		

4.1.2.5 Saat Muncul Bunga Pertama

Hasil analisis sidik ragam saat muncul bunga pertama tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata diantara isolat (Lampiran 6i). Hampir semua perlakuan mempunyai kemampuan yang sama saat muncul bunga pertama tanaman kedelai (Tabel 14). Isolat ST2E1.2 mampu mempercepat muncul bunga dengan efektivitas 1,8%. Empat isolat lainnya yaitu ST1E1.1, ST1E3.1, ST1E4.2 dan ST4E2.1 menunjukkan saat muncul bunga terendah dengan efektivitas bernilai negatif yaitu -0,6%.

Tabel 14. Saat muncul bunga pertama tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus dan efektivitasnya.

Perlakuan (Isolat)	Saat Muncul Bunga (Hst)	Efektivitas (%)
ST1E1.1	33,40	-0,60
ST1E3.1	33,40	-0,60
ST1E4.2	33,40	-0,60
ST4E2.1	33,40	-0,60
Kontrol positif	33,20	0,00
PL3E1.2	33,20	0,00
ST2E2.2	33,20	0,00
ST4E1.1	33,20	0,00
ST1E5.2	33,00	0,60
ST2E1.2	32,60	1,80
KK = 2,09		

4.1.2.6 Saat Muncul Polong Pertama

Hasil analisis sidik ragam saat muncul polong pertama tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus menunjukkan pengaruh berbeda nyata diantara isolat (Lampiran 6j). Setelah diuji lanjut dengan DNMRT pada taraf nyata 5% hasilnya dapat dilihat pada Tabel 15. Isolat ST4E2.1 mampu mempercepat muncul polong tanaman kedelai dibandingkan kontrol dengan efektivitas 3,34%, sedangkan isolat ST2E2.2 dan ST1E3.1 menunjukkan muncul polong terendah dengan efektivitas -1,26% dan -0,42%.

Tabel 15. Saat muncul polong pertama tanaman kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus dan efektivitasnya.

Perlakuan (Isolat)	Saat Muncul Polong (Hst)	Efektivitas (%)
ST2E2.2	48,20 a	-1,26
ST1E3.1	47,80 ab	-0,42
Kontrol positif	47,60 abc	0,00
PL3E1.2	47,60 abc	0,00
ST1E4.2	47,60 abc	0,00
ST1E5.2	46,60 bcd	2,10
ST4E1.1	46,60 bcd	2,10
ST1E1.1	46,40 cd	2,50
ST2E1.2	46,20 d	2,90
ST4E2.1	46,00 d	3,34
KK = 2,27		

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

4.1.2.8 Produksi

4.1.2.8.1 Berat Basah Biji (g)

Hasil analisis sidik ragam berat basah biji kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata diantara isolat (Lampiran 6k dan Tabel 16). Isolat ST4E1.1 mampu meningkatkan berat basah biji kedelai dibandingkan kontrol yaitu 45,86 g/tan (setara dengan 1,15 ton/ha) dengan efektivitas 9,7%, sedangkan isolat ST2E1.2 menunjukkan berat basah biji terendah dibandingkan kontrol yaitu 32,09 g/tan (setara dengan 0,8 ton/ha) dengan efektivitas -23,23%.

Tabel 16. Berat basah biji kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus.

Perlakuan (Isolat)	Berat Basah Biji (g/tan)	Berat Biji (ton/ha)	Efektivitas (%)
ST4E1.1	45,86	1,15	9,70
ST1E1.1	43,60	1,09	4,30
ST1E3.1	42,01	1,05	0,50
Kontrol positif	41,80	1,05	0,00
ST1E5.2	41,78	1,04	-0,04
ST4E2.1	40,48	1,01	-3,10
PL3E1.2	40,27	1,00	-3,67
ST2E2.2	37,33	0,90	-10,69
ST1E4.2	36,45	0,90	-12,79
ST2E1.2	32,09	0,80	-23,23
KK = 25.65			

4.1.2.8.2 Berat Kering Biji (g)

Hasil analisis sidik ragam berat kering biji kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata diantara isolat (Lampiran 6l dan Tabel 17). Isolat ST4E1.1 dan ST1E1.1 mampu meningkatkan berat kering biji kedelai dibandingkan kontrol yaitu 34,62 g/tan (setara dengan 0,87 ton/ha) dan 34,37 g/tan (setara dengan 0,86 ton/ha) dengan efektivitas 17,71% dan 16,86%, sedangkan isolat ST4E2.1 menunjukkan berat kering biji terendah dibandingkan kontrol yaitu 25,08 g/tan (setara dengan 0,63 ton/ha) dan efektivitas -14,72%.

Tabel 17. Berat kering biji kedelai yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus.

Perlakuan (Isolat)	Berat Kering Biji (g/tan)	Berat Biji (Ton/ha)	Efektivitas (%)
ST4E1.1	34,62	0,87	17,71
ST1E1.1	34,37	0,86	16,86
ST2E1.2	32,14	0,80	9,28
Kontrol positif	29,41	0,74	0,00
ST2E2.2	29,18	0,73	-0,78
ST1E4.2	28,35	0,71	-3,60
ST1E3.1	27,11	0,68	-7,82
ST1E5.2	25,63	0,64	-12,85
PL3E1.2	25,52	0,64	-13,23
ST4E2.1	25,08	0,63	-14,72
KK = 24.72			

4.2 Pembahasan

Hasil pengamatan terhadap perkembangan penyakit pustul bakteri yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus menunjukkan isolat ST4E1.1, ST4E2.1 dan ST2E1.2 mampu menekan perkembangan pustul bakteri, dengan efektivitas 18,03%, 18,2% dan 14,32% (Lampiran 7b). Hal ini diduga agens penginduksi ketahanan yang diintroduksikan pada tanaman kedelai 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). Induksi ketahanan pada suatu tanaman oleh rizobakteria terjadi melalui beberapa mekanisme diantaranya mempengaruhi respon fisiologis, biokimia, aktifitas enzim dan peningkatan kandungan senyawa penghambat perkembangan patogen (Agrios, 2005).

Kelompok bakteri endofit yang telah dilaporkan efektif dalam meningkatkan ketahanan tanaman yaitu *Pseudomonas fluorescens* MR 96 menekan perkembangan penyakit layu fusarium pada tanaman pisang (Djatnika *et al.*, 2003). *Bacillus subtilis* mampu menekan penyakit kanker bakteri pada tanaman tomat (Pratiwi, 2009). B.

subtilis dan *P. fluorescens* efektif dalam menekan perkembangan penyakit busuk lunak pada Anggrek *Phalaenopsis* (Handyanti, 2010).

Pada sisi lain, perlakuan isolat bakteri endofit juga dapat mempercepat perkembangan penyakit pustul bakteri. Indikasi ini dapat dilihat dari efektivitas penekanan perkembangan penyakitnya yang bernilai negatif. Seperti isolat PL3E1.2 dengan efektivitas penekanan perkembangan penyakit -5,36 % (Lampiran 7a). Hal ini diduga isolat bakteri endofit indigenus menghasilkan senyawa penghambat patogen dalam jumlah yang sedikit atau tidak menghasilkan sama sekali. Hasil yang sama dilaporkan oleh Suharti (2009), beberapa isolat rizobakteria indigenus jahe tidak mampu meningkatkan ketahanan tanaman jahe terhadap penyakit layu bakteri *P. solanacearum*. Isolat *RbAg2-6*, *RbAg1-1*, *RbPdST-13*, dan *RbSLK2-16* dengan efektivitas penurunan kejadian penyakit kuning keriting pada cabai 0% dan intensitas penyakit -2,6 % (Trisno, 2010).

Peningkatan penyakit pustul bakteri terjadi pada polong kedelai, hampir semua isolat menunjukkan persentase polong terserang sama dengan kontrol yaitu 100% (Tabel 7). Hal ini diduga intensitas hujan sangat intensif sehingga mempercepat perkembangan penyakit (Data curah hujan Lampiran 10). Bakteri *Xag* dapat menyebar melalui hujan disertai angin kencang (Goradia *et al*, 2004), dengan adanya air menyebabkan meningkatnya aktifitas fisiologis bakteri (Habazar, 1991). Selain itu, diduga benih yang digunakan sudah terinfeksi patogen *Xag*, hal ini dapat dilihat pada tanaman kedelai yang tidak diberi perlakuan ditemukan adanya gejala pustul bakteri pada polong kedelai tersebut. Penyebaran pustul bakteri sebagian besar melalui benih tanaman yang terinfeksi (*seedborne pathogen*) (Khaeruni *et al*, 2007).

Introduksi isolat bakteri endofit indigenus pada tanaman kedelai selain dapat menekan perkembangan penyakit pustul bakteri, juga mampu memacu pertumbuhan dan hasil tanaman. Isolat ST4E1.1, ST1E5.2 dan ST1E1.1 mampu memacu pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai, masing-masing mempunyai efektivitas meningkatkan pertumbuhan sebesar 8,64%, 6,5% dan 5,06% (Lampiran 7b). Hal ini diduga karena bakteri endofit indigenus menghasilkan hormon yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Introduksi rizobakteria endofit isolat JT₁SKTE₂, JT₂SKTE, Jayman₁E₁ dan Wiyono₁E₃ pada benih bawang merah lebih

mampu memacu pertumbuhan dan hasil bawang merah (Osra, 2009). Beberapa organisme antagonis berfungsi sebagai agens pengendali hayati, pemacu pertumbuhan dan penginduksi ketahanan terhadap patogen (Kloepper *et al*, 1999). Kemampuan meningkatkan pertumbuhan tanaman yang dikenal dengan PGPR merupakan salah satu kriteria untuk rizobakteria yang potensial untuk meningkatkan ketahanan tanaman (Van Loon dan Glick, 2004). Efek PGPR dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dapat terjadi melalui mekanisme produksi fitohormon, ketersediaan fosfat, dan fiksasi nitrogen (Yasmin *et al*, 2007). Fitohormon yang dihasilkan oleh rizobakteria yang bersifat PGPR adalah auksin, sitokini, giberellin, dan substansi seperti etilen (*ethylen like substances*) (Frankenberger dan Arshad, 1995). Bakteri endofit juga dapat berperan sebagai PGPR dengan menghasilkan hormon pertumbuhan seperti IAA (*Indole Acetic Acid*) dan menyediakan nutrisi tertentu bagi tanaman (Supramana, Supriadi dan Harni, 2007). 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 (Ali, 2000).

Isolat ST2E1.2 dan ST1E4.2 tidak mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai, dapat dilihat dari efektivitas peningkatan pertumbuhan bernilai negatif yaitu -0,003 % dan -2,40 %. Hal ini diduga isolat bakteri endofit tersebut tidak mampu menghasilkan hormon pemacu pertumbuhan tanaman. Isolat *RbPSS2-11*, *RbST-12* dan *RbSKT-7* dari rizosfir dataran rendah tidak mempunyai kemampuan meningkatkan pertumbuhan bibit cabai, dengan efektivitas bernilai negatif yaitu -0,065; -4,42 dan -5,74 (Trisno, 2010).

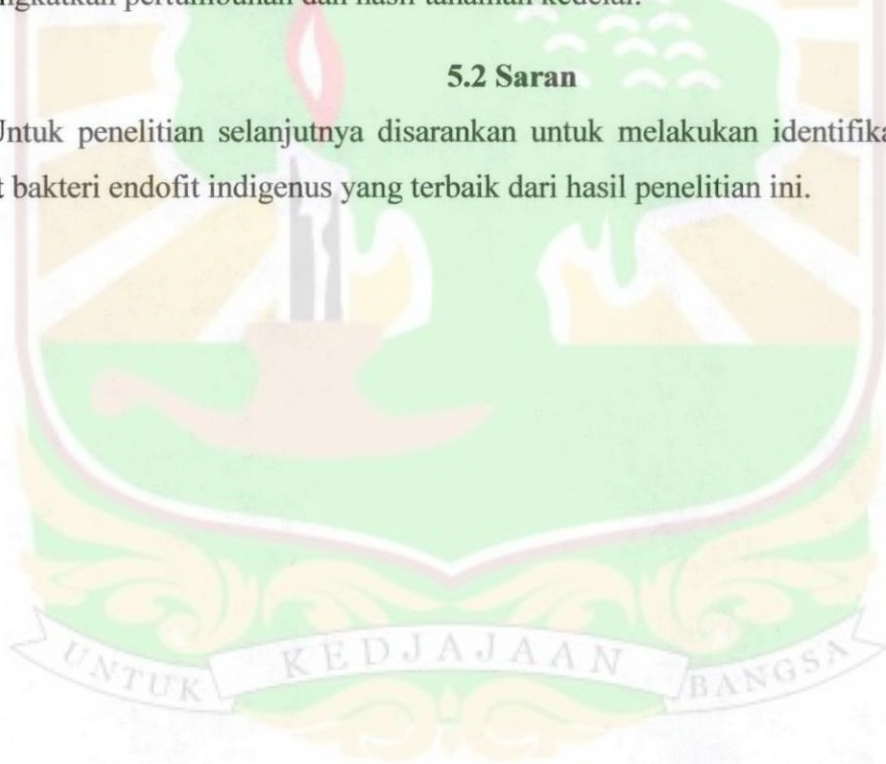
V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa isolat ST4E2.1, ST4E1.1 dan ST2E1.2 mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam menginduksi ketahanan terhadap penyakit pustul bakteri, masing-masing mempunyai efektivitas menekan perkembangan penyakit pustul bakteri sebesar 18,2%, 18,03% dan 14,23%. Sedangkan isolat ST4E1.1, ST1E5.2 dan ST1E1.1 mampu memacu pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai, masing-masing mempunyai efektivitas meningkatkan pertumbuhan dan meningkatkan hasil tanaman sebesar 8,64%, 6,5% dan 5,06%. Isolat ST4E1.1 mampu menginduksi ketahanan terhadap penyakit pustul bakteri, meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan identifikasi terhadap isolat bakteri endofit indigenus yang terbaik dari hasil penelitian ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T. 2009. Kedelai. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. 5th eds. California Academic Press, Inc.
- Ali, I. 2000. Isolasi dan Inokulasi Rizobakteria Tahan Kekeringan dan Kemasaman pada Tanaman Kedelai di Tanah Podzolik Merah Kuning. Deprt Agronomi. Bogor.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2009. Statistik Indonesia.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2010. Statistik Indonesia.
- Balai Informasi Pertanian Irian Jaya. 1994. Pengendalian Jasad Pengganggu pada Tanaman Kedelai. <http://124.81.86.180/agritek/ppua0134.pdf>. [22 Juni 2011].
- Brimecombe, M.J., F.A. De Leiji, and J.M. Lynch. 2001. The Effect of Root Exudates on Rhizosphere Microbial Population. In. Pinton R, Varanini and Nannipieri. Editor. The Rhizosphere: Biochemistry and organic Substance at the soil;-plant interface. New York, Basel. Marcel Dekker, Inc.p 95-140.
- Chandrashekhara. 2007. Endophytic Bacteria from Different Plant Origin Enhance Growth and Induce Downy Mildew Resistance in Pearl Millet. <http://www.scialert.net> [25 Mei 2011].
- Compant, S., B. Duffy, J. Nowak, C. Clement and A. E. Barka. 2005. Use Of Plant Growth-Promoting Bacteria For Biocontrol Of Plant Disease : Principles, Mechanisms Of Action, And Future Prospects. American Society For Microbiology. 9: 4951-4959.
- Cook, R. J., and K. F. Baker. 1989. The nature and practice of biological control of plant pathogens. APS Press. St. Paul Minnesota
- Cook, R. J., D. M. Weller, El-Banna, A. Youssel, D. Vakocho, and H. Zhang. 2002. Yield Responses of Direct-Seeded wheat to Rhizobacteria and Fungicide Seed Treatment. Plant dis. 86:780-784.
- Direktorat Perbenihan Tanaman Pangan Direktorat Jenderal Bina Produksi Tanaman Pangan Deptan. 2002. Deskripsi Beberapa Komoditas. Zuriat, Vol. 13, No. 2, 120 Juli-Desember [15 Juni 2011].
- Djatnika, I., Sunyoto, dan Eliza. 2003. Peranan *Pseudomonas fluorescens* MR 96 pada Penyakit Layu fusarium Tanaman Pisang. J. Hortukultura 13(3):212-218.

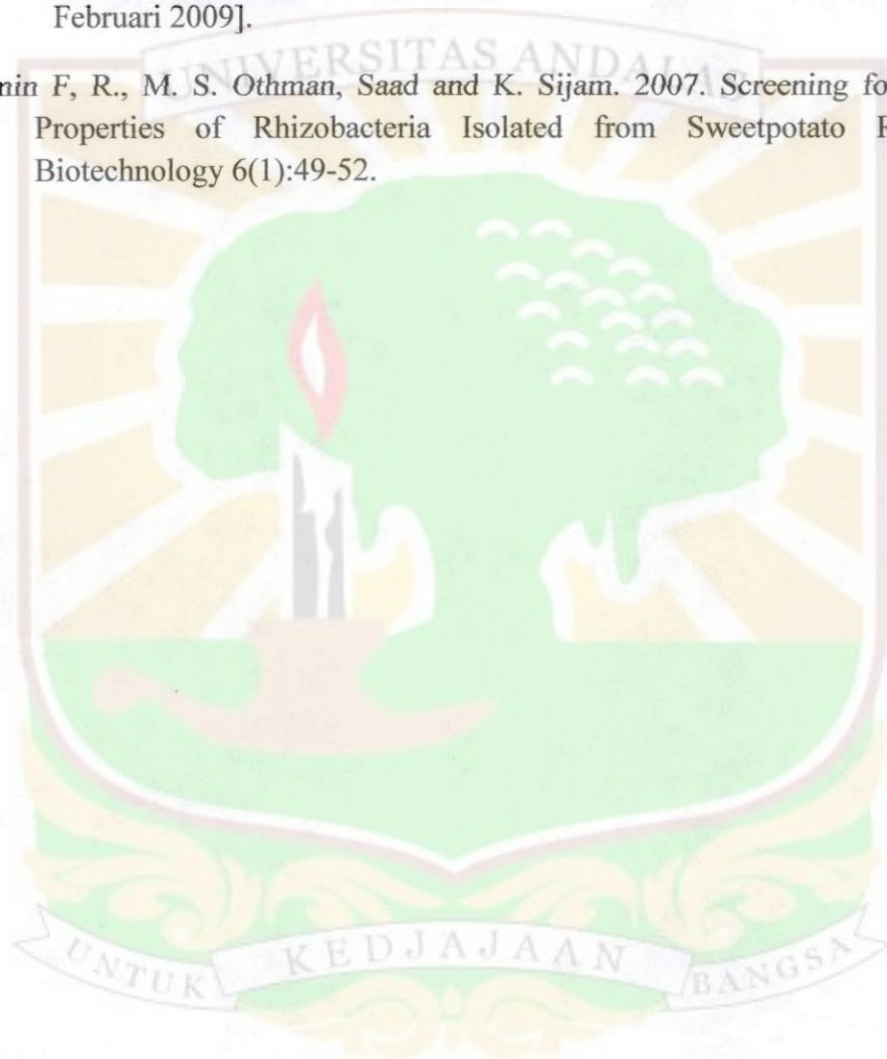
- Diniyah, S. 2010. Potensi Isolat Bakteri Endofit Sebagai Penghambat Pertumbuhan Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) dan Jamur (*Fusarium* sp dan *Phytophthora infestans*) Penyebab Penyakit Layu Pada Tanaman. [Skripsi] Fak. Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Dirmawati, S. R. 2005. Penurunan Intensitas Penyakit Pustul Bakteri Kedelai Melalui Strategi Cara Tanam Tumpangsari dan Penggunaan Agensia Hayati. Jurnal Agrijati 1 (1). <http://faperta-unswagati.com/pdf/pdfv1/2.pdf>. [18 Juni 2011].
- Frankenberger, Jr.W.T. and M. Arshad. 1995. Phytohormones in soil. Microbial Production and Fungtion. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Garrity, G. M. 2005. Bergey's Manual of Sistematic Bacteriology Second Edition Volume Two The Proteobacteria. Part B Gammaproteobacteria. Department of Microbiology and Molecular Genetics. Michigan State University.
- Goradia, L., G. L. Hartman, and S. Daniel. 2004. Pathogenicity of *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*, the Causative Agent of Bacterial Pustule in Soybeans. America Society for Mocrobiology. <http://www.ars.usda.gov/>. [08 Juli 2011].
- Habazar, T. 1989. Inventarisasi Penyakit-Penyakit Bakteri Pada Tanaman Kedelai (*Glycine max*). Laporan Penelitian Pusat Penelitian Universitas Andalas Padang.
- Habazar, T. dan F. Rivai. 2004. Bakteri Patogenik Tumbuhan. Andalas University Press: Padang. 333 hal.
- 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 Hayati Hama dan Penyakit Tumbuhan. Andalas University Press. Padang. 390 hal.
- Habazar, T., Nasrun, Jamsari, dan I. Rusli. 2007. Pola Penyebaran Penyakit Hawar Daun Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *allii*) pada Bawang Merah dan Upaya Pengendaliannya melalui Imunisasi Menggunakan Rizobakteria. Laporan Hasil Penelitian KP3T. Padang.
- Habazar, T., Y. Yanti, Z. Resti. 2010. Pengembangan Teknologi Penapisan Rhizobacteria Indeginus Secara in Planta untuk Mengendalikan Bakteri Patogen Tanaman. Penelitian Hibah Kompetensi Padang.
- Hallmann, J. 1999. Plant Interactions with Endophytic Bacteria. <http://www.bspp.org.uk/>. [21 Juli 2011].

- Hamzah, A. 1993. Manual Identifikasi Bakteri. Pusat Karantina Pertanian. Departemen Pertanian RI. Jakarta.
- Handyanti, M. 2010. Potensi *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas fluorescens* sebagai Agens Pengendali Penyakit Busuk Lunak Bakteri *Erwinia caratovora* pada Anggrek *Phalaenopsis*. [Skripsi] Fakultas pertanian IPB Bogor.
- Iriani, E. 1991. Pengaruh Tingkat Konsentrasi Inokulum *Xanthomonas campestris* pv *glycines* terhadap Perkembangan Pustul Bakteri. Prosiding Kongres Nasional XI dan Seminar Ilmiah PFi 24-26 September 1991. Maros. Ujung Panjang.
- Kamil, J. 1986. Teknologi Benih. Angkasa Raya: Padang.
- Khaeruni, A., A. Suwanto, B. Tjahjono, dan S. M. Sinaga. 2007. Deteksi Cepat Penyakit Pustul Bakteri pada Kedelai menggunakan Teknik PCR dengan Primer Spesifik. HAYATI Journal of Biosciences, hal 76-80 Vol. 14, No. 2.
- Khamariah. 2010. Efektifitas Beberapa Isolat *Bacillus subtilis* Endofit indgenus Dalam Menekan Serangan dan Perkembangbiakan Nematoda Bengkak akar (*Melodogyne* spp.) pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* MILL). [Skripsi] Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.
- Kharuil dan Winarto. 2004. Analisis Keragaman Molekuler *Bacillus subtilis* dengan Teknik Random Amplified Polymorphic DNA dan Studi Potensi Antagonisnya Terhadap Penyakit Layu pada Tanaman Cabai (Abstrak) hal 19. di dalam kumpulan Abstrak hasil Penelitian Dosen Fakultas Pertanian Unand Padang.
- Kim, D. S., R. J. Cook., and D. M. Weller. 1997. *Bacillus* sp. L324-92 for Biological Control of Three Root Disease of Wheat Grown with Reduced Tillage. Phytopathology 85:551-558.
- Klement, Z., K. Rudolph, and D. C. Sand. 1990. Methods in Phytophatology. Akademia Kiado: Budpest, Hungary.
- Kloepper, J. W., J. Leong, M. Teintze, and M. N. Schroth. 1980. Enhanced Plant Growth by Siderophores Produced by Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. Nature 286: 885-886. <http://www.nature.com/>. [20 Juni 2011].
- 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.

- Kucharek, T. 1981. Some Common Soybean Leaf and Stem Diseases. University of Florida, Gainesville. Plant Pathology Fact Sheet. <http://plantpath.ifas.ufl.edu/>. [18 Juni 2011].
- Kusbiantoro, H. 2006. Potensi *Bacillus subtilis* sebagai Agens Penginduksi Ketahanan Tanaman Cabai Terhadap Cucumber Mozaik Virus. [Skripsi] Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Manuella, M., A. Suwanto dan B. Tjahyono. 1997. Keefektifan Biokontrol *Pseudomonas fluorescens* B29 Terhadap *Xanthomonas campestris* pv *glycines* in Planta. Hayati, April. Hlm 12-16.
- Mueller, J. D. 2010 Soybean Disease Control. <http://www.clemson.edu/>. [18 Juni 2011].
- Murphy, J.F., G.W. Zehnder, D.J. Schuster, E.J. Sikora, J.E. Polston and J.W. Kloepper. 2000. Plant Growth Promoting Rhizobacterial Mediated Protection in Tomato Against Tomato Mottle Virus. Plant dis. 84:779-784.
- 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.
- Pratiwi, E. 2009. Seleksi Isolat *Bacillus subtilis* Indegenus untuk Pengendalian Penyakit Kanker Bakteri (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum*) [Skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.
- Rahayu, M. 2005. Tanggapan Varietas Kedelai terhadap Penyakit Pustul *Xanthomonas axonopodis* dan Potensi Ekstrak Nabati untuk Pengendaliannya. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. <http://balitkabi.litbang.deptan.go.id/>. [18 Juni 2011].
- Rahma, H. 2000. Studi Peningkatan Ketahanan Tanaman Kedelai Terhadap Penyakit Pustul Bakteri Menggunakan *Pseudomonas* yang Berfluoresensi [Thesis]. Program Pascasarjana Universitas Andalas Padang.
- Rajendran, L., D. Saravanakumar, T. Ragunchander, and R. Samiyappan. 2006. Endophytic Bacterial Induction of Defence Enzymes Against bacterial Blight of Cotton. Department of Plant Pathology, Centre for Plant Protection Studies, Tamil Nadu Agriculture University, Coimbatore-641003, Tamil Nadu, India.

- Raupach, G.S., L. Liu, J.F. Murphy, S. Tuzun, and J.W. Kloepper. 1996. Induced Systemic Resistance in Cucumber Mosaic Cucumovirus Using Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR). *Plant Diseases*. 80:891-894.
- Schaad, N. 1988. *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogen Bacteria*. The American Phytopathology Society. St. Paus. Minestota. 58 hal.
- Semangun, H. 1990. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press. 752 hal.
- Semangun, H. 1993. *Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 449 hal.
- Shiomi, Silva, Melo, Nunes and Bettiol. 2006. Bioprospecting Endophytic Bacteria for Biological Control of Coffe Leaf Rust. *Embrada Meio Ambiente – Lab de Microbiologia Ambiental*, C.P. 69 – 13820-000-Jaguariuna, SP – Brazil.
- Suharti, N. 2009. Interaksi Rhizobakteria dan FMA dalam Menginduksi Ketahanan Tanaman Jehe Terhadap *Ralstonia solanacearum* ras 4 serta Peningkatan Senyawa Metabolik Sekunder. *Bahan Seminar Hasil Program Pascasarjana Universitas Andalas Padang*. 62 hal.
- Supramana, Supriadi dan R. Harni. 2007. Seleksi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Untuk Mengendalikan Nematoda Peluka Akar (*Prathylenchus brachyurus*) Pada Tanaman Nilam. *Proteksi tanaman Paferta*. IPB. <http://web.ipb.ac.id/> [21 Juni 2010]
- Sweets, L. 2010. Soybean Foliage Diseases may Begin to Show Up. Vol. 20, No. 13. <http://ppp.missouri.edu/>. [24 Juni 2011].
- Soesanto, L. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. Rajawali Pers. Yogyakarta. 573 hal.
- Taufik, M., A. Rahman, A. Wahab, dan S. H. Hidayat. 2010. Mekanisme Ketahanan Terinduksi oleh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) pada Tanaman Cabai Terinfeksi Cucumber Mosaik Virus (CMV). *Jurnal Hortikultura* 20(3):274-283
- 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.
- Tuzun, S and J. Kuc. 1991. Plant Immunization an Alternative to Pesticides for Control of Plant Disease in the Greenhouse an Field. *Proc. Of the International Seminar “Biological Control of plant disease and Virus Vektor” Food and Fertilizer tech Center for the Asian and Pasific Region*.

- Van Loon L.C., P. A. H. M. Baker, and C. M. J. Pieterse. 1998. Systemic Resistance Induced by Rhizosphere Bacteria. *Annu. Rev. Phytopathol.* 36:453-458.
- Van Loon, L. C., and G. R. Glick. 2004. Increased Plant Fitness by Rhizobacteria. Pages 177-205 in: *Molecular Ecotoxicology of Plant*. Vol. 170. H. Sandermann, ed. Springer-Verlag, Berlin.
- Widodo. 2007. Pemanfaatan Plath Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Prospek yang Menjanjikan dalam Berusaha Tani Tanaman Hortikultura. Brebes [5-6 Februari 2009].
- Yasmin F, R., M. S. Othman, Saad and K. Sijam. 2007. Screening for Beneficial Properties of Rhizobacteria Isolated from Sweetpotato Rhizosphere. *Biotechnology* 6(1):49-52.



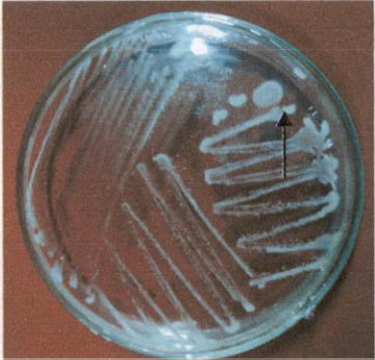
Lampiran 1. Jadwal pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan Penelitian	Tahun 2011/Bulan/Minggu															
	Februari				Maret				April				Mei			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Penyiapan Media Tanam		■														
Penyiapan Isolat Bakteri Endofit		■														
Identifikasi Xag			■	■												
Penanaman					■											
Inokulasi Xag						■	■									
Pemeliharaan dan pengamatan																
Panen																■

Lampiran 2. Ciri-ciri morfologi isolat bakteri endofit indigenus kedelai pada medium NA umur 48 jam.

No	Isolat	Gambar	Ciri-ciri
1	PL3E1.2		Warna : Putih keruh Diameter : ± 11 mm Bentuk : Irreguler Permukaan : Datar
2	ST1E1.1		Warna : Kekuningan Diameter : ± 3 mm Bentuk : Bulat Permukaan : Cembung
3	ST1E3.1		Warna : Putih keruh Diameter : ± 5 mm Bentuk : Rizoid Permukaan : Datar
4	ST1E4.2		Warna : Putih keruh Diameter : ± 10.5 mm Bentuk : Irreguler Permukaan : Datar

5	ST1E5.2		Warna : Putih keruh Diameter : ± 2 mm Bentuk : Bulat Permukaan : Datar
6	ST2E1.2		Warna : Puth transparan Diameter : ± 6 mm Bentuk : Irreguler Permukaan : Datar
7	ST2E2.2		Warna : Putih keruh Diameter : ± 4 mm Bentuk : Irreguler Permukaan : Datar
8	ST4E1.1		Warna : Putih Keruh Diameter : ± 4 mm Bentuk : Bulat Permukaan : Datar

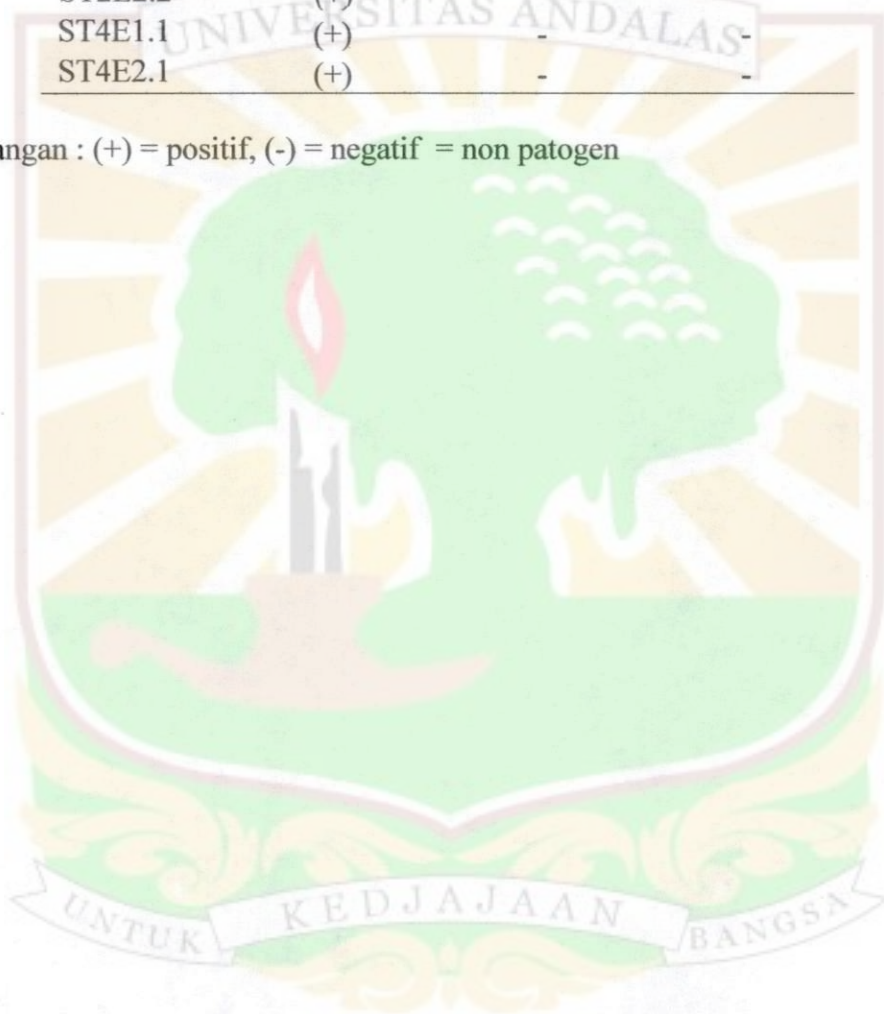
9	ST4E2.1		Warna : Putih transparan Diameter : ± 6 mm Bentuk : Irreguler Permukaan : Datar
---	---------	---	--



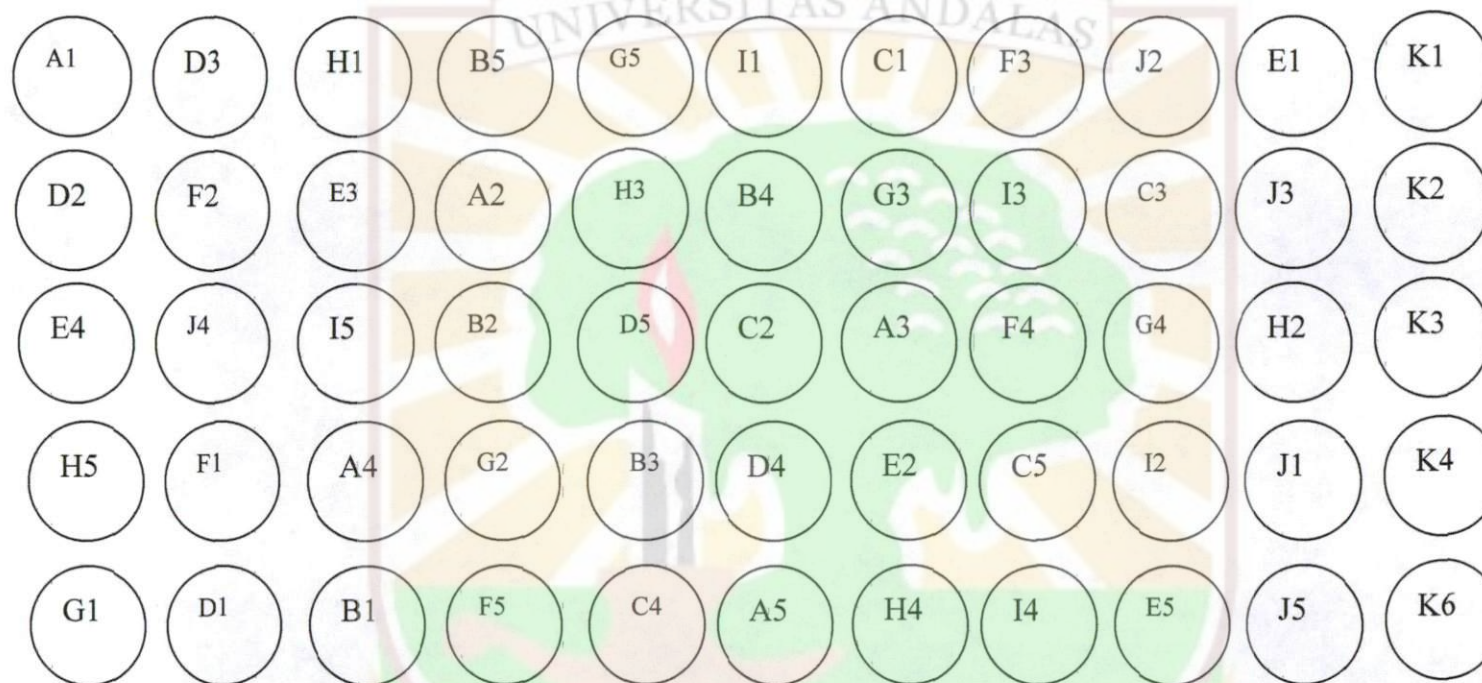
Lampiran 3. Ciri-ciri fisiologis isolat bakteri endofit indigenus dari perakaran kedelai

Isolat	Reaksi Gram	Hipersensitif	Patogenisitas
PL3E1.2	(+)	-	-
ST1E1.1	(-)	-	-
ST1E3.1	(+)	-	-
ST1E4.2	(+)	-	-
ST1E5.2	(-)	-	-
ST2E1.2	(-)	-	-
ST2E2.2	(+)	-	-
ST4E1.1	(+)	-	-
ST4E2.1	(+)	-	-

Keterangan : (+) = positif, (-) = negatif = non patogen



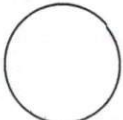
Lampiran 4. Denah penelitian



Ket:

A,B,C ---- K = Perlakuan

1,2,3,4,5 = Ulangan

 = Polibag

Lampiran 5. Deskripsi kedelai varietas Anjasmoro

Nama galur	: MANSURIA 395-49-4
Asal	: Seleksi massa dari populasi galur murni MANSURIA
Warna hipokotil	: Ungu
Warna epikotil	: Ungu
Warna daun	: Hijau
Warna bulu	: Putih
Warna bunga	: Ungu
Warna polong masak	: Coklat muda
Warna kulit biji	: Kuning
Warna hilum	: Kuning kecoklatan
Tipe pertumbuhan	: Determinate
Bentuk daun	: Oval
Ukuran daun	: Lebar
Perkecambahan	: 76-78 %
Tinggi tanaman	: 64-68 cm
Jumlah cabang	: 2,9-5,6 cabang
Jumlah buku pada batang utama	: 12,9-14,8 buku
Umur berbunga	: 35,7-39,4 hari
Umur masak	: 82,5-92,5 hari
Berat 100 biji	: 14,8-15,3 gram
Kandungan protein	: 41,78-42,05 %
Kandungan lemak	: 17,21-18,60 %
Rata-rata hasil	: 2,03-2,25 ton/ha
Ketahanan terhadap kerebahan	: Tahan
Ketahanan terhadap penyakit	: Tahan terhadap penyakit karat daun
Ketahanan terhadap pecah polong	: Tahan
Pemulia	: Takshi Sanbuichi, Nagaaki Sekiya, Jamaluddin M., Susanto, Darmawan M. Arsyad dan Muchlish Adie.
Tanggal pelepasan	: 22 Oktober 2001
Nomor SK Menpan	: 537/Kpts/TP.240/10/2001.

Sumber: Direktorat Perbenihan Tanaman Pangan Direktorat Jenderal Bina Produksi Tanaman Pangan Deptan (2002).

Lampiran 6. Sidik ragam masing-masing pengamatan

a. Masa inkubasi

Sumber	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	9	23,52	2,61	5,12*	2,16
Sisa	40	20,40	0,51		
Total	49	43,92			

b. Persentase daun terserang

Sumber	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	9	864,04	96,01	0,90 ^{NS}	2,16
Sisa	40	4258,11	106,45		
Total	49	5122,15			

c. Intensitas daun terserang

Sumber	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	9	144,85	16,09	1,24 ^{NS}	2,16
Sisa	40	520,84	13,02		
Total	49	665,69			

d. Persentase polong terserang

Sumber	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	9	29,94	3,33	1,53 ^{NS}	2,16
Sisa	40	86,85	2,17		
Total	49	116,79			

e. Intensitas polong terserang

Sumber	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	9	1131,96	125,77	1,58 ^{NS}	2,16
Sisa	40	3190,27	79,76		
Total	49	4322,23			

f. Tinggi tanaman

Sumber	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	9	290,51	29,05	0,61 ^{NS}	2,08
Sisa	40	2097,20	47,66		
Total	49	2387,71			

g. Jumlah daun

Sumber	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	9	464,18	46,42	3,41*	2,08
Sisa	40	598,80	13,61		
Total	49	1062,98			

h. Jumlah cabang

Sumber	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	9	6,8	0,68	1,02 ^{NS}	2,08
Sisa	40	29,2	0,66		
Total	49	36			

i. Saat Muncul Bunga

Sumber	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	9	3,53	0,35	0,76 ^{NS}	2,08
Sisa	40	20,40	0,46		
Total	49	23,93			

j. Saat Muncul Polong

Sumber	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	9	31,24	3,12	2,89*	2,08
Sisa	40	47,60	1,08		
Total	49	78,84			

k. Berat Basah
Biji

Sumber	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	9	960,75	96,07	1,46 ^{NS}	2,08
Sisa	40	2897,58	65,85		
Total	49	3858,33			

l. Berat Kering Biji

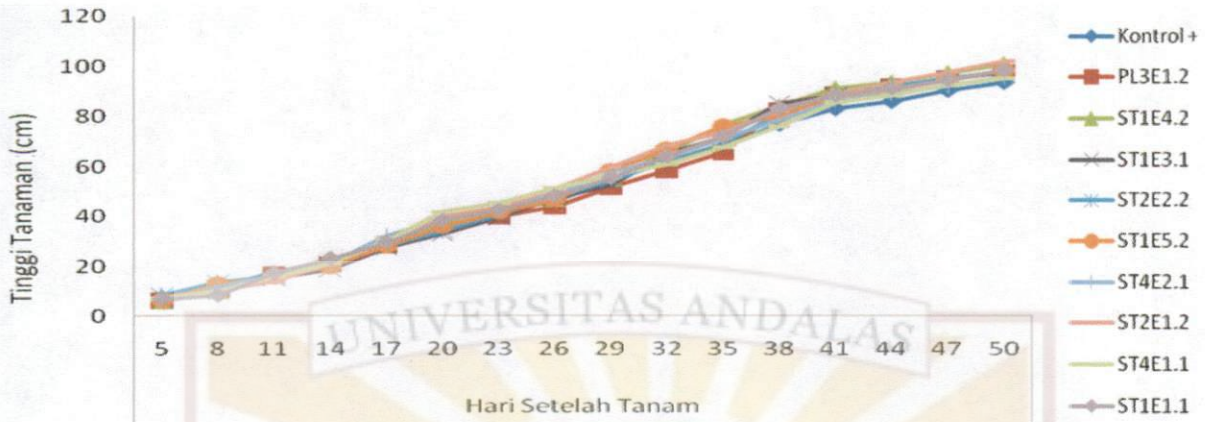
Sumber	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	9	507,32	50,73	1,01 ^{NS}	2,08
Sisa	40	2221,06	50,48		
Total	49	2728,39			

Keterangan : NS = Berbeda tidak nyata

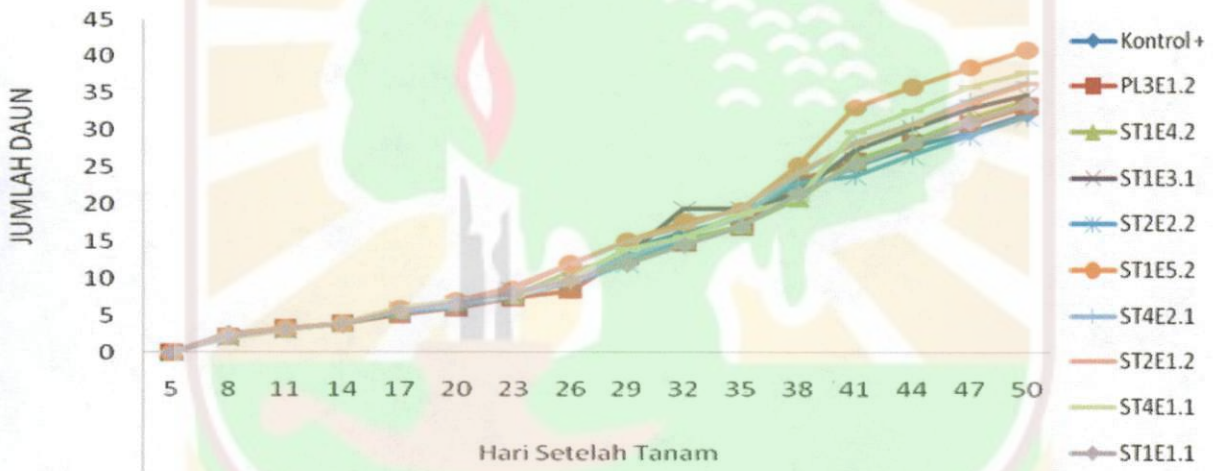
* = Berbeda nyata

Lampiran 8. Grafik perkembangan pertumbuhan kedelai

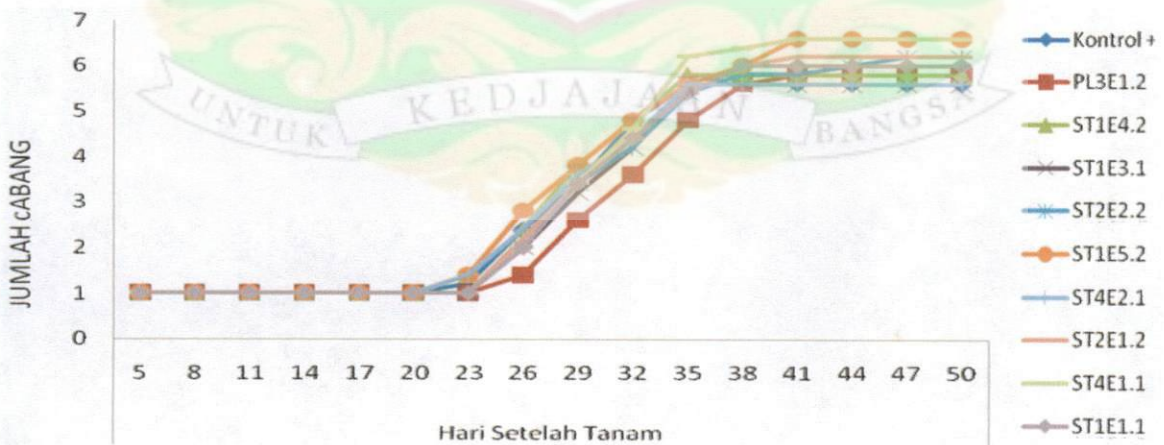
a. Tinggi Tanaman



b. Jumlah Daun



c. Jumlah Cabang



Lampiran 9. Komposisi media yang digunakan

a. Nutrient Agar (NA)

Beef extract	3,0	gr
Pepton	5,0	gr
Agar	15,0	gr
Air	1000	ml

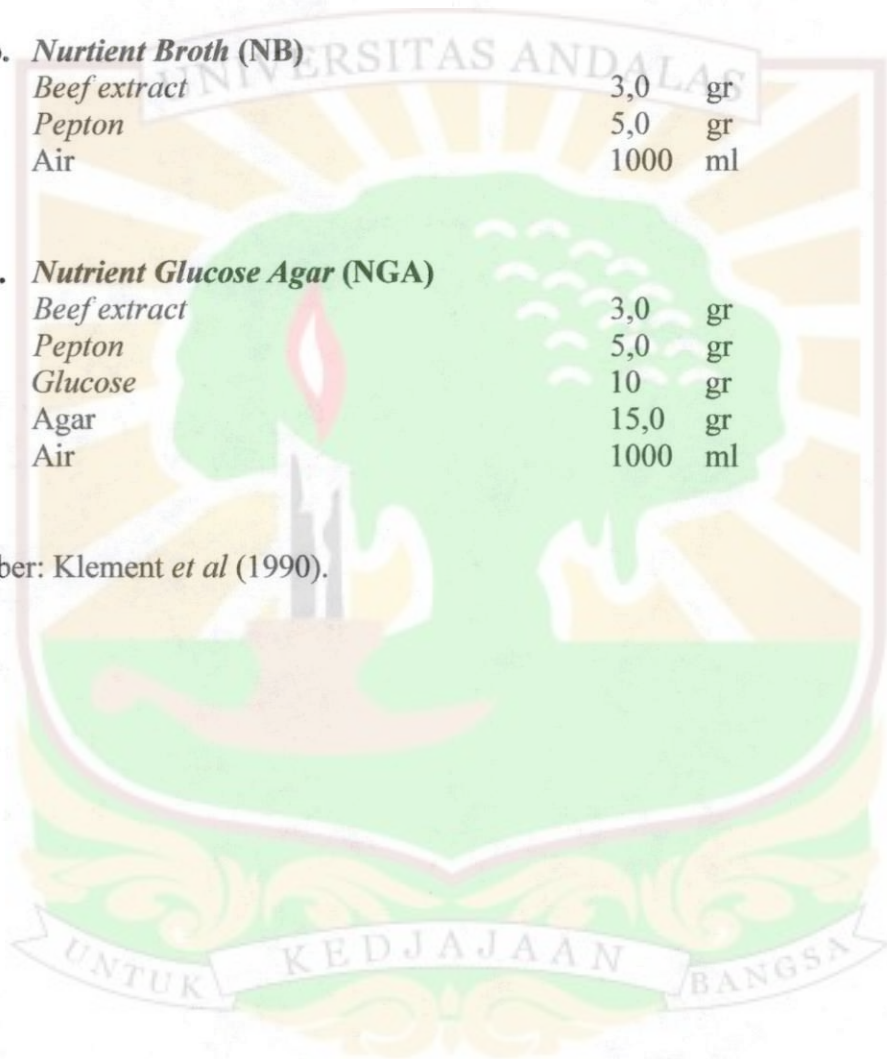
b. Nutrient Broth (NB)

Beef extract	3,0	gr
Pepton	5,0	gr
Air	1000	ml

c. Nutrient Glucose Agar (NGA)

Beef extract	3,0	gr
Pepton	5,0	gr
Glucose	10	gr
Agar	15,0	gr
Air	1000	ml

Sumber: Klement *et al* (1990).



Lampiran 10 : Data curah hujan bulan Februari – Mei 2011

Tanggal	Curah Hujan mm/hari			
	Februari	Maret	April	Mei
1	-	-		38,6
2	-	-	5,2	-
3	4,2	-	-	-
4	16,4	-	-	-
5	-	8,9	-	-
6	-	-	-	31,8
7	-	-	-	-
8	-	10,2	-	-
9	-	-	-	-
10	-	-	13,8	-
11	-	-	-	-
12	-	-	-	-
13	-	17,2	-	-
14	-	-	-	-
15	-	7,2	34,2	-
16	-	-	13,8	31,2
17	-	-	-	20,8
18	-	-	24,8	-
19	-	13,6	-	10,8
20	-	-	-	35,6
21	64,2	13,8	4,8	23,8
22	17,4	7,6	-	-
23	-	12,8	-	-
24	-	-	3,4	-
25	-	23,2	23,8	-
26	-	50,2	10,2	-
27	57,4	13,2	7,8	14,8
28	61,2	-	-	-
29	-	17,8	-	-
30	-	-	-	-
31	-	15,2	-	71,2

Sumber : Kantor Irigasi Batang Kuranji Kec. Pauh Padang

Keterangan : - = tidak hujan