



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.

**PENGUJIAN BEBERAPA KONSENTRASI EKSTRAK SPON LAUT  
STYLISSA CARTERI UNTUK PENGENDALIAN PENYAKIT LAYU  
BAKTERI (*Ralstonia Solanacearum* RAS 4) TANAMAN JAHE (*Zingiber Officinale*)**

**SKRIPSI**



**NUR AISYAH  
06116016**

**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2011**

**PENGUJIAN BEBERAPA KONSENTRASI EKSTRAK SPON  
LAUT *Stylissa carteri* UNTUK PENGENDALIAN PENYAKIT  
LAYU BAKTERI (*Ralstonia solanacearum* RAS 4) TANAMAN  
JAHE (*Zingiber officinale*)**

**OLEH**

**NUR AISYAH  
06116016**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2011**

**PENGUJIAN BEBERAPA KONSENTRASI EKSTRAK SPON  
LAUT *Stylissa carteri* UNTUK PENGENDALIAN PENYAKIT  
LAYU BAKTERI (*Ralstonia solanacearum* RAS 4) TANAMAN  
JAHE (*Zingiber officinale*)**

**OLEH**

**NUR AISYAH  
06116016**

**SKRIPSI**

**SEBAGAI SALAH SATU SYARAT  
UNTUK MEMPEROLEH GELAR  
SARJANA PERTANIAN**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2011**

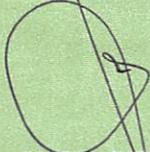
**PENGUJIAN BEBERAPA KONSENTRASI EKSTRAK SPON  
LAUT *Stylissa carteri* UNTUK PENGENDALIAN PENYAKIT  
LAYU BAKTERI (*Ralstonia solanacearum* RAS 4) TANAMAN  
JAHE (*Zingiber officinale*)**

**OLEH**

**NUR AISYAH  
06116016**

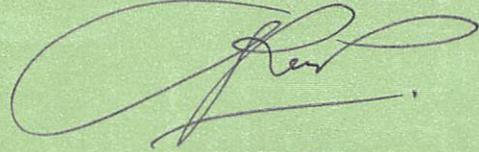
**MENYETUJUI:**

**Dosen Pembimbing I**



**(Dr. Ir. Ujang Khairul MP)  
NIP. 196707271992031003**

**Dosen Pembimbing II**



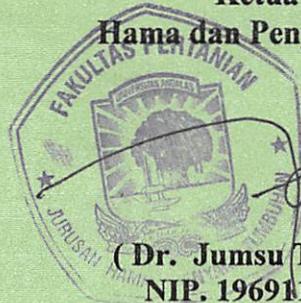
**(Ir. Reflin MP)  
NIP. 195811011985031002**

**Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Andalas**



**(Prof. Ir. Ardi, M. Sc)  
NIP.195312161980031004**

**Ketua Jurusan  
Hama dan Penyakit Tumbuhan**



**(Dr. Jumsu Trisno, SP, MSi)  
NIP. 196911211995121001**

Allhamdulillah! Alhamdulillah! Alhamdulillah! Pada Mu ya Allah ....hari ini secerca harapan telah kuraih dengan pengorbanan dan do'a perjuangan yang belum usai, tujuan akhir belum tercapai...Aku masih mengharapkana cinta dan rhido-Mu.

Dari lubuk hati yang paling dalam dan kerendahan hati, kupersembahkan karya kecil ini buat papa dan mama ku tersayang Alm. Syahrudin Ujang dan Erna Yatimar (Pa-ma makasih atas segala kasih sayang, pengorbanan, dan doa yang diberikan, walau dengan tetesan keringat dan tanpa mengenal lelah selama ini). Buat kakakku tersayang, bg Aq, Along, Uwis, Iboh, Kak mila, dan adek ku niki, makasih atas semua pengorbanannya selama ini, nung bangga punya kalian semua, I Lov U all dan keluarga besar ku, makasih atas motivasinya selama ini.

Rasa kebersamaan yang tak terlupakan buat HPT'06 (kalian yang terbaik yang nung miliki), cost Tunggung 2B (heboh, mantap n cihuyyy), dan buat uda-uni tacinto yang ado d HPT, dan buat kwn-kwn HPT'07 (dulu yo stek kawan sadoanyo, hehehehehe)....., n tak terlupakan buat ina dan kekem, n Iona (tanpa lo ngak seru).....

Special thank's to "hay" (ma kasih atas segala dukungn, pengorbanan kasih sayang & do'a, moga kita selalu bisa bersama2 dalam mengarungi hidup ini Amiiiiiii)

## **BIODATA**

**Penulis dilahirkan di Bukittinggi, Sumatra Barat pada tanggal 19 Mei 1987 sebagai anak keenam dari tujuh bersaudara, dari pasangan Alm. Syahrudin Ujang dan Erna Yatimar. Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) ditempuh di TK Melur Putih Kotamadya Bukittinggi (1992-1993). Sekolah Dasar (SD) di SDN 03 Bukittinggi (1993-2000). Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP) di SLTPN 07 Bukittinggi (2000-2003). Sekolah Lanjutan Tingkat Atas (SLTA) di SMAN 03 Bukittinggi (2003-2006), lulus pada tahun 2006. Pada tahun 2006 diterima di Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan.**

**Padang, 03 Mei 2011**

**Nur Aisyah**

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Syukur alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang berjudul “Pengujian beberapa konsentrasi ekstrak spon laut *Stylissa carteri* untuk pengendalian penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum* ras 4) jahe (*Zingiber officinale*)” pada mata kuliah Pengendalian Hayati Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Penelitian dilaksanakan dari bulan Juni sampai dengan Oktober 2010 di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan dan rumah kaca-kawat Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang setulusnya kepada Bapak Dr. Ir. Ujang Khairul, MP dan Bapak Ir. Reflin, MP selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan petunjuk, saran dan pengarahan dari penyusunan proposal, dalam penelitian sampai penyusunan skripsi. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Ketua dan Sekretaris Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan, seluruh dosen, karyawan dan teman-teman yang telah memberi dorongan, semangat dan bantuan yang berharga selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Penghormatan dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada kedua orang tua yang telah memberi semangat, dorongan dan doa kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini.

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

N.A

Padang, Mei 2011

## DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAK.....	xii
I. PENDAHULUAN.....	1
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
III. BAHAN DAN METODE.....	9
3.1 Tempat dan Waktu.....	9
3.2 Bahan dan Alat.....	9
3.3 Metode Penelitian.....	9
3.4 Pelaksanaan.....	10
3.5 Pengamatan.....	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	30
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA.....	31
LAMPIRAN.....	35

## DAFTAR TABEL

<u>Tabel</u>	<u>Halaman</u>
1. Skala tingkat kerusakan dan luas serangan layu bakteri pada tanaman jahe .....	19
2. Sifat-sifat fisiologi isolat <i>Rs</i> ras 4.....	20
3. Zona hambatan dan bentuk zona hambatan masing-masing perlakuan .	22
4. Saat muncul gejala pertama serangan <i>Rs</i> ras 4 pada masing-masing perlakuan .....	24
5. Persentase daun terserang <i>Rs</i> ras 4 dan efektivitasnya pada masing-masing perlakuan (30 hsi) .....	25
6. Intensitas daun terserang <i>Rs</i> ras 4 dan efektivitasnya pada masing-masing perlakuan (30 hsi) .....	26
7. Kolonisasi akar yang telah diinokulasi <i>Rs</i> ras 4 (30 hsi).....	28

## DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar</u>	<u>Halaman</u>
1. Hasil isolasi <i>Rs</i> ras 4 pada média <i>TTC</i> umur 2 hsi .....	11
2. Inokulasi <i>Rs</i> ras 4 pada bagian akar jahe gajah (30 hari) .....	16
3. Karakteristik bakteri <i>Rs</i> ras 4 .....	20
4. Laju kolonisasi akar .....	29

## DAFTAR LAMPIRAN

<u>Lampiran</u>	<u>Halaman</u>
1. Jadwal kegiatan penelitian .....	35
2. Denah penelitian berdasarkan RAL dengan 5 perlakuan 3 ulangan.....	36
3. Gambar spon laut <i>Stylisa carteri</i> .....	37
4. Sidik ragam masing-masing pengamatan .....	38

# **PENGUJIAN BEBERAPA KONSENTRASI EKSTRAK SPON LAUT *Stylissa carteri* UNTUK PENGENDALIAN PENYAKIT LAYU BAKTERI (*Ralstonia solanacearum* RAS 4) TANAMAN JAHE (*Zingiber officinale*)**

## **ABSTRAK**

Penelitian tentang pengujian ekstrak spon laut *Stylissa carteri* untuk pengendalian penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum* ras 4) tanaman jahe (*Zingiber officinale*) yang dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan dan Rumah kaca semi kawat Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang dari bulan Juni sampai Oktober 2010. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan konsentrasi ekstrak spon laut *S. carteri* yang efektif dalam mengendalikan penyakit layu bakteri pada tanaman jahe.

Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dengan 3 ulangan. Sebagai perlakuannya terdiri dari beberapa konsentrasi ekstrak spon laut *S. carteri* yaitu 5%, 3% dan 1%, sebagai pembanding digunakan kontrol positif (bakterisida) dan kontrol negatif. Data hasil penelitian ini dianalisis menggunakan uji F dan dilanjutkan dengan *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf nyata 5 %. Parameter yang diamati adalah pengukuran zona hambatan pertumbuhan patogen *Rs* ras 4, perkembangan penyakit layu bakteri yang meliputi saat muncul gejala pertama, persentase daun terserang, intensitas daun terserang dan kolonisasi akar yang telah diinokulasi *Rs* ras 4.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak spon laut *S. carteri* 5% lebih efektif menekan perkembangan penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum* ras 4) dengan efektivitas saat munculnya gejala pertama (47,6%), persentase daun terserang (39%) dan intensitas serangan (46%).

**TESTING OF SOME CONCENTRATIONS OF MARINE SPONGE  
EXTRACT, *Stylissa carteri*, FOR CONTROL OF GINGER  
(*Zingiber officinale*) DISEASE, bacterial wilt  
(*Ralstonia solanacearum* RAS 4)**

**ABSTRACT**

Some concentrations of marine sponges extracts, *Stylissa carteri*, were tested to control ginger bacterial wilt disease (*Ralstonia solanacearum* race 4). The objective of the research was to determine the effective concentration of marine sponge extracts in controlling bacterial wilt disease on ginger plants. The research was conducted by using Completely Randomized Design (CRD) consisting of 5 treatments with 3 replications. The treatments were 3 level of marine sponge extract concentrations, 5, 3 and 1%. Positive (with bactericide) and negative control were provided. The data were analyzed by using the F test followed by Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) at 5% significance level. Parameters measured were growth of inhibition zone of *Rs* pathogen race 4, development of bacterial wilt disease including time to first symptoms appearance, percentage and intensity of leaves infected, and root colonization. The results showed that 5% concentration of marine sponge extracts *S. carteri* was the most effective in controlling the development of bacterial wilt disease (*Ralstonia solanacearum* race 4) with effectiveness of the first symptoms appearance was 47.6%, the percentage of leaves infected was 39% and disease intensity was 46%.

## I. PENDAHULUAN

Jahe (*Zingiber officinale*) merupakan tanaman rempah dan obat yang sudah lama dikenal masyarakat Indonesia (Paimin dan Murhanoto, 2008). Jahe digunakan sebagai bumbu masakan, campuran minuman dan makanan ringan, serta bahan baku industri obat-obatan, kosmetik dan ramuan obat tradisional (Suharyon dan Rozak, 1997). Nilai ekonomis tanaman jahe terletak pada rimpangnya yang mengandung senyawa oleoresin dan minyak atsiri (Syukur, 2002).

Rata-rata kebutuhan jahe di dunia meningkat 7,6% setiap tahun dan permintaan jahe diperkirakan 10 ton/hari (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2003). Produktivitas jahe secara nasional pada tahun 2006–2007 berturut-turut yaitu 19,89 ton/ha dan 17,91 ton/ha (BPS, 2007). Sedangkan produktivitas jahe di Sumatera Barat pada tahun 2006 dan 2007 mencapai 3,12 ton/ha dan 2,83 ton/ha (BPS, 2007). Produktivitas ini lebih rendah dibandingkan dengan potensi produktivitas jahe yang bisa mencapai 23 ton/ha (Paimin dan Murhanoto, 2008).

Salah satu faktor pembatas dalam peningkatan produktivitas jahe di Indonesia, adalah adanya serangan patogen penyebab penyakit, diantaranya adalah penyakit busuk rimpang (*Fusarium oxysporum* fsp *zingiberi*), bercak coklat *Phyllosticta zingiberi*, dan layu bakteri (*Ralstonia solanacearum* ras 4). Penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh bakteri *R. solanacearum* ras 4, merupakan penyakit utama yang menyerang jahe yang dapat menyebabkan kehilangan hasil sampai 90% sehingga menurunkan kualitas rimpang dan menyebabkan kontaminasi lahan (Syukur, 2002).

Penyakit layu bakteri tergolong sulit dikendalikan karena patogen menyerang tanaman pada berbagai fase pertumbuhan, bersifat tular benih dan tular tanah. Sampai saat ini usaha pengendalian penyakit yang sudah dilakukan adalah melalui pergiliran tanaman, sanitasi lahan, dan penggunaan bibit sehat (Sitepu, 1991), tetapi hasilnya belum optimal. Penggunaan pestisida sintentik (*Agrep*) yang dapat menekan perkembangan penyakit layu bakteri sampai 67% (Asman dan Sitepu 1994; Asman 1996 *cit* Nasrun, 2007). Sesuai dengan program pembangunan pertanian berkelanjutan, maka pemakaian pestisida sintentik tidak

dianjurkan karena berdampak negatif terhadap lingkungan, untuk itu pemerintah menerapkan teknik pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) yang mengacu pada Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Penerapan PHT yang dikembangkan saat ini adalah pengendalian hayati yaitu menggunakan organisme yang dapat menghasilkan metabolit sekunder (Habazar dan Yaherwandi, 2006). Carte (1996) melaporkan bahwa organisme yang berpotensi sebagai agen pengendalian hayati yang menghasilkan metabolit sekunder ada yang berasal dari laut, selanjutnya Edrada (2000), melaporkan bahwa organisme laut yang menghasilkan metabolit sekunder adalah dari kelompok invertebrata laut yaitu lumut (filum Bryozoa), soft coral (filum Cnidaria) hewan bermantel (filum Tunicata) dan spon laut (filum Porifera).

Spons laut merupakan hewan multiseluler yang paling primitif, hampir 99% spons hidup di perairan laut. Spon laut memiliki potensi bioaktif yang dapat digunakan sebagai agen pengendali hayati baik bagi manusia dan hewan. Kandungan bioaktif tersebut dikelompokkan sebagai antiinflamasi, antitumor, meningkatkan sistem imun atau meningkatkan sistem saraf, antimalaria, antivirus, antibiotik dan antibakteri (Newman dan Cragg, 2004).

Beberapa spesies spon laut yang menghasilkan senyawa bioaktif sebagai antibakteri diantaranya adalah *Haliclona fasciger*, *Acinella carteri* dan *Styllisa carteri* (Handayani, 2009). Nining (2009) melaporkan ekstrak spon laut *Haliclona fasciger* dengan konsentrasi 1% memperlihatkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, selanjutnya Handayani (2009) melaporkan bahwa ekstrak spon laut *Acinella carteri* dan *Haliclona fascigera* dengan konsentrasi 1% memperlihatkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Ralstonia solanacearum* ras 2 pada pisang secara *in-vitro*. Sampai saat ini belum ada laporan tentang potensi spon laut *S. carteri* sebagai aktifitas antibakteri, menurut Eder, 1998, Kobayashi, 2007, Linington, 2003 dan Ifigialoka, 2009, bioaktifitas yang terdapat pada spon laut *S. carteri* yaitu carteramine. Untuk itu perlu dilakukan pengujian spon laut *S. carteri* sebagai aktifitas antibakteri khususnya untuk mengendalikan *Rs* ras 4 pada tanaman jahe.

Berdasarkan uraian di atas, penulis telah melakukan penelitian dengan judul **“ Pengujian Beberapa Konsentrasi Ekstrak Spon Laut *Styllisa carteri* Untuk Pengendalian Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum* ras 4) Jahe (*Zingiber officinale*)”**. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi ekstrak spon laut *S. carteri* yang efektif dalam mengendalikan penyakit layu bakteri pada tanaman jahe.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Jahe (*Zingiber officinale*)

Selama ini di Indonesia dikenal tiga tipe jahe, yaitu jahe putih besar (jahe gajah), jahe merah, dan jahe putih kecil (jahe emprit). Ketiga tipe ini didasarkan pada bentuk, warna, dan aroma rimpang (Rostiana, Abdullah, Taryono dan Hadad, 1991). Sebagai tanaman introduksi, jahe selalu diperbanyak secara vegetatif, diperkirakan keragaman genetik plasma nuftah jahe di Indonesia sempit. Meskipun demikian berbagai variasi ditemukan di berbagai daerah (Bermawie, Martono, Ajjah, Syahid, dan Hadad, 2003).

Varietas yang banyak ditanam masyarakat adalah jahe putih besar (jahe gajah) (*Zingiber Officinale* var. *officinale*), Berdasarkan taksonomi, jahe gajah termasuk dalam divisi Spermatophyta, subdivisi Angiosperma, klas Monocotyledoneae, ordo Zingiberales dan famili Zingiberaceae, serta genus *Zingiber* (Paimin dan Muharnoto, 2008). Jahe gajah mempunyai rimpang lebih besar dibandingkan kedua varietas lainnya. Berwarna kuning atau kuning muda, seratnya sedikit dan lembut. Aromanya kurang tajam dan rasanya kurang pedas (Santoso, 1988). Dari rimpang jahe besar ini terkandung minyak asri antara 0,82-1,66%, kadar pati 55,10%, kadar serat 6,89% dan kadar abu 6-7,5% (Syukur, 2002).

Jahe paling banyak digunakan sebagai bahan obat dan bumbu masak. Selain itu, jahe juga dapat digunakan dalam industri makanan dan minuman. Meluasnya penggunaan jahe menyebabkan ada peningkatan serapan pasar dan volume perdagangan, baik untuk pasar dalam negeri maupun luar negeri (Hasanah *et al.*, 2004 *cit* Husnah, 2009).

Sudah sejak lama jahe digunakan sebagai bumbu dapur. Misalnya jahe digunakan dalam masakan ikan untuk menghilangkan bau amis. Aroma dan rasanya yang khas menyebabkan penggunaan jahe untuk bumbu dapur lebih memasyarakat (Syukur, 2002). Dibalik rasanya yang pedas, jahe juga mengandung zat-zat yang berguna bagi tubuh manusia. Jahe yang mengandung gingerol dapat dimanfaatkan sebagai obat anti inflamasi, obat nyeri sendi dan otot

dan rematik, serta obat batuk. Minyak astiri dan oleoresin yang dihasilkan dari destilasi jahe kering banyak digunakan dalam industri parfum dan minuman (Susanti, 1994 *cit* Panko, 2010).

Dalam peningkatan produktifitas tanaman jahe terdapat faktor pembatas diantaranya adanya serangan patogen penyebab penyakit, diantaranya penyakit busuk rimpang (*Fusarium oxysporum* sp *zingiberi*), bercak coklat (*Phyllosticta zingiberi*) dan layu bakteri (*Ralstonia solanacearum* ras 4). Penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *R. solanacearum* ras 4 dan merupakan penyakit utama yang menyerang jahe yang dapat menyebabkan kehilangan hasil sampai 90% (Syukur, 2002)

## **2.2. Penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum* Ras 4)**

Penyakit layu bakteri merupakan salah satu kendala utama dalam budi daya jahe. Serangan penyakit layu bakteri pada suatu areal pertanaman jahe dapat menyebabkan semua tanaman di areal tersebut terinfeksi karena penyebarannya yang sangat cepat. Serangan yang cukup berat dapat mengakibatkan hancurnya pertanaman dan mengakibatkan gagal panen (Syukur, 2002).

Semenjak tahun 1890-1950 telah ditemukan beberapa jenis penyakit yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* (dahulu *Pseudomonas solanacearum*) dilaporkan oleh Breda de Haan pada tahun 1905 (Habazar dan Rivai, 2004). Serangan penyakit layu bakteri ini dapat menggagalkan panen karena serangannya dapat mencapai 90%. Selain itu, penyakit ini masih sulit dikendalikan. Salah satu yang membuat penyakit layu bakteri ini sulit dikendalikan karena bakteri *Ralstonia solanacearum* dapat bertahan hidup di dalam tanah selama bertahun-tahun (dapat mencapai 3-5 tahun) di dalam sisa tanaman sakit, maupun pada bibit jahe (Hasanah, 2004 *cit* Husnah, 2009).

Gejala penyakit layu bakteri pada jahe adalah mula-mula helaian daun bagian bawah melipat dan menggulung kemudian terjadi perubahan warna dari hijau menjadi kuning kemudian mengering. Tunas batang menjadi busuk dan akhirnya tanaman mati rebah. Bila diperhatikan, rimpang yang sakit itu berwarna gelap dan membusuk, kalau rimpang dipotong akan keluar lendir berwarna putih susu sampai kecokelatan. Penyakit ini menyerang tanaman jahe pada umur 3-4 bulan dan yang paling berpengaruh terhadap perkembangan penyakit adalah

faktor suhu udara yang dingin, genangan air dan kondisi tanah yang terlalu lembab (Paimin dan Murhanato, 2008).

Aspek-aspek penyebab layu pada tanaman yang disebabkan oleh bakteri adalah: 1). Pada tanaman yang layu pengaliran air terbatas dan transportasi air ke daun menjadi terhambat, 2). Viskositas dalam cairan pembuluh meningkat, 3). Terjadinya penyumbatan terhadap transportasi air, 4). Bagian yang paling kritis dipengaruhi oleh patogen adalah tangkai dan tulang daun, 5). Terjadinya kerusakan pada membran luar dan membran dalam sel, 6). Keluarnya elektrolit dari dalam sel (Habazar dan Rivai, 2004).

Bakteri *R. solanacearum* mempunyai inang yang luas sehingga bakteri tersebut sukar dibedakan menurut spesies inangnya (patovar dan ras) (Habazar dan Rivai, 2004). Bakteri ini dapat diisolasi dari oose bakteri yang berwarna putih dan berkembang menjadi kuning sampai cokelat kemerahan dari tangkai buah dan buah. Sifat-sifat morfologi dan fisiologi dari *Ralstonia solanacearum* adalah bersifat gram negatif, berbentuk batang, aerob katalase positif, menghasilkan hidrogen sulfat dari resisten, uji HR positif, tumbuh pada suhu 4-41 °C, pigmen fluorescent, pigmen melanin (Baharuddin, 1994) dan telah dilaporkan mempunyai pili bila dibiakkan secara *in-vitro* (Habazar dan Rivai, 2004).

Ras-ras *R. solanacearum* dapat dibedakan berdasarkan jenis tanaman inang yang dapat diinfeksi, yaitu ras 1 menyerang tanaman dari famili *Solanaceae*, *Leguminoceae*, *Cucurbitaceae*, ras 2 menyerang *Heliconia* spp. dan pisang triploid (penyebab penyakit moko), ras 3 menyerang kentang dan tomat, ras 4 menyerang jahe, dan ras 5 menyerang tanaman murbai (Habazar dan Rivai, 2004).

### 2.3 Spon laut *Stylissa carteri* dan manfaatnya

Spon laut merupakan hewan multiseluler dan termasuk dalam golongan invertebrata. Spon merupakan filum porifera yang berasal dari kata latin, *phorus* = lubang kecil dan *ferre* = mengandung, membawa. Jadi kata tersebut menunjukkan kekhususan hewan bersangkutan, yaitu memiliki banyak lubang kecil (Hickman, Roberts and Larson, 2003).

Spon memiliki ciri-ciri khusus antara lain, hewan multiseluler, simetris radial atau asimetris, Tubuh spon memiliki banyak pori yang merupakan awal dari sistim kanal (saluran air) yang menghubungkan daerah eksternal dengan daerah internal, tubuh spon tidak dilengkapi dengan appendiks dan bagian yang dapat digerakkan, belum memiliki sistim saluran pencernaan makanan. Pencernaan makanan berlangsung di dalam sel atau intraseluler. Spon tidak memiliki organ khusus untuk respirasi dan ekskresi. Pertukaran O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> berlangsung secara difusi melalui seluruh permukaan tubuh. Ekskresi dilakukan oleh sel-sel diseluruh permukaan tubuh secara difusi, spon berkembang biak secara seksual maupun aseksual. Perkembangbiakan secara aseksual dilakukan dengan membentuk tunas. Sedangkan pada perkembangbiakan secara seksual melalui pembuahan sel telur oleh spermatozoid, Makanan hewan spon berupa partikel organik dan organisme kecil, Tempat hidup spon adalah mengikatkan diri pada objek yang keras (Hickman *et al.*, 2003).

Habitat dari spon umumnya terdapat di laut (80%), sedangkan sisanya (20%) hidup di air tawar. Penyebaran spon laut hampir di seluruh laut di dunia. Van Soest 1989, 1990 *cit* Nining, 2009) melaporkan bahwa fauna spon Indonesia berjumlah sekitar 800 spesies.

Hewan porifera (spon) mempunyai rongga di dalam tubuhnya yang disebut spongosoel. Di ujung spongosoel terdapat lubang terbuka tempat keluarnya air yang disebut oskulum. Spongosoel dikelilingi oleh dinding yang tersusun atas 2 lapisan yaitu : lapisan luar yang disebut lapisan epidermis atau ephitellium dermal sering juga disebut pinakosit yang kadang-kadang mempunyai satu flagellum. Pada epidermis tertentu terdapat porus atau lubang kecil yang disebut ostium dan Lapisan dalam yang terdiri atas jajaran sel-sel berleher yang disebut koanosit yang berbentuk botol dan berflagellum (Hickman *et al.*, 2003).

Klasifikasi dari spon laut *Styllisa carteri* yaitu merupakan Biota dengan kingdom Animalia, filum Porifera, kelas Demospongiae, ordo Halichondrida, famili Dictyonellidae, genus *Styllisa* (*Aurantica Acanthella* keller, 1889 dan *Styllisa carteri* (Dendy, 1889 ). Spon laut *Styllisa carteri* merupakan hewan metazoa sederhana, berbentuk menyerupai kipas, berwarna oranye, dan pada tubuhnya terdapat banyak pori ([www.worldporiferadatabase.com](http://www.worldporiferadatabase.com)).

Spon laut memiliki potensi senyawa bioaktif yang sangat besar. Kandungan senyawa bioaktif dari spon laut dikelompokkan menjadi beberapa kelompok besar yaitu antiinflamasi, antitumor, meningkatkan sistem imun, meningkatkan sistem saraf, antimalaria, antivirus, antibiotik, dan antifouling (Newman dan Cragg, 2004).

Penemuan senyawa yang aktif sebagai antibakteri dari spon laut diantaranya adalah senyawa kalihinol Y dan X yang diisolasi dari spon laut *Acanthella cavernosa*, merupakan golongan diterpen dan memiliki aktivitas sebagai antibakteri terhadap bakteri *Bacillus subtilis*. Melophlin C merupakan senyawa polyketida yang diisolasi dari spon laut *Melophlus Sarassinorum* memiliki aktivitas sebagai antibakteri terutama terhadap bakteri *Bacillus subtilis* dan *Staphylococcus aureus* (Mayer, Rodriguez, Berlinck, dan Hamann, 2007).

Genus *Stylissa* memiliki beberapa kandungan kimia yang menarik. Dari penelusuran literatur dilaporkan, diantaranya debromostevensine dan debromohymenin, carteramine A, dan latonduines A dan B (Eder, 1998, Kobayashi, 2007, Linington, 2003 *cit* Nining 2009). Bioaktifitas dari Genus *Stylissa* belum banyak diketahui. Dari penelusuran literatur baru dilaporkan bioaktifitas carteramine A sebagai inhibitor kemotaksis netrofil.

Ekstrak kental metanol dari spon laut *Haliclona fascigera* yang dilakukan uji aktivitas antibakterinya dengan metoda difusi agar dengan konsentrasi 1 % diujikan terhadap bakteri uji *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Aktifitas hambat sampel terhadap bakteri di amati dari daerah bening yang terbentuk di sekeliling cakram dimana diameter hambat yang terbentuk adalah 11 mm terhadap bakteri *Escherichia coli* dan bakteri *Staphylococcus aureus* (Nining, 2009).

Dibidang pertanian pemanfaatan spon laut belum banyak diteliti, tapi Handayani (2009) menyatakan pengujian secara *in-vitro* ekstrak spon laut *Acinella carteri* memberi daya hambat pada pertumbuhan bakteri *R. Solanacearum*. Bakteri *R. Solanacearum* memiliki banyak ras salah satunya ras 2 yaitu pada tanaman pisang.

Mekanisme kerja anti bakteri ada 4 cara yaitu: a. antibakteri yang menghambat sintesa dinding sel bakteri, b. antibakteri yang mengganggu

permeabilitas membran sel atau transport aktif melalui membran sel mikroba, c, antibakteri yang dapat menghambat sintensa protein sel bakteri , dan d. antibakteri yang menghambat sintesa asam nukleat sel bakteri (Wattimena, 1991; Katzung, 1997; Ganiswara, *et al.*, 1995 *cit* Nining, 2009).

### III. BAHAN DAN METODE

#### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan dan di rumah kaca-kawat Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang, yang berlangsung dari bulan Juni–Oktober 2010. Jadwal penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1.

#### 3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini bibit jahe gajah, tanah dan pupuk kandang steril, rimpang jahe yang terinfeksi penyakit layu bakteri (*Rs ras 4*), ekstrak spon laut *S. carteri*, akuades steril, alkohol 70%, kentang, *Agrep 0,1%*, metanol, KOH 3%, *Tryphenil Tetrazolium Trichlorida (TTC)* agar, tanaman tembakau (*Nicotina tobaccum*) dan *polybag*.

Alat yang digunakan adalah cawan petri, tabung reaksi, jarum ose, ruang inkubasi, kapas, *tissue*, *aluminium foil*, lampu spiritus, botol gelap, kaca objek, lumpang porselen dan mortalnya, kompor listrik, kertas label, pinset, labu *Erlenmeyer 250 ml*, gelas ukur, *micropipet*, jarum pentul, selotip, *autoclave*, *rotary evaporator*, *laminar air flow*, *vortex*, *colony counter*, oven, timbangan analitik, kantung plastik transparan.

#### 3.3 Metode Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuannya adalah beberapa konsentrasi ekstrak spon laut *Stylisa carteri* dan sebagai pembanding digunakan bakterisida dengan merek dagang *Agrep 0.1%* (kontrol positif). Konsentrasi ekstrak spon laut *S. carteri* adalah sebagai berikut:

A = Konsentrasi 1 %

B = Konsentrasi 3 %

C = Konsentrasi 5 %

D = *Streptomysin sulfat (Agrep 0.1%)* ( kontrol positif)

E = *Ralstonia solanacearum ras 4* (kontrol negatif)

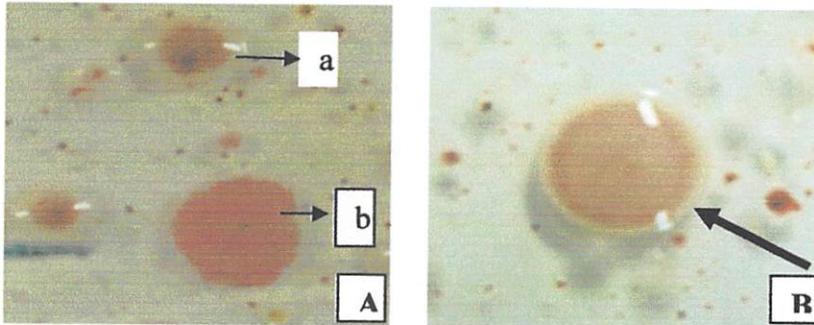
Data yang didapat dianalisis dengan uji F dan dilanjutkan uji *Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)* pada taraf 5% untuk mengetahui adanya pengaruh setiap perlakuan.

### 3.4. Pelaksanaan

#### 3.4.1 Di laboratorium

##### 3.4.1.1 Isolasi dan perbanyakkan *Ralstonia solanacearum ras 4*

Rimpang tanaman jahe yang terserang *Rs ras 4* diambil dari lapangan di Kenagarian Selayo, Kabupaten Solok. Isolasi dilakukan dengan menggunakan metode Klement, Rudolph, dan Sands (1990), dengan cara rimpang jahe dipotong dengan ukuran 1x1 cm sebanyak 5 potongan, dilakukan sterilisasi permukaan dengan cara, dicelupkan kedalam akuades, setelah itu dimasukkan ke dalam alkohol 70%, dibilas dengan akuades dan dikering anginkan. Selanjutnya potongan rimpang ditumbuk dalam lumpang porselin, ditambahkan 6 ml akuades steril dan disaring, hasil maserasi 6 ml dimasukan ke dalam tabung reaksi yang berisi 4 ml akuades steril dan diencerkan sampai  $10^{-6}$ . Dari pengenceran  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  diambil masing-masing 0,1 ml suspensi bakteri, diteteskan kedalam tabung reaksi yang berisi 9 ml medium *TTC* agar yang masih cair, dihomogenkan menggunakan *vortex* dan dituangkan kedalam cawan Petri. Biakan diinkubasikan selama 2x24 jam. Koloni bakteri dengan pusat berwarna merah muda dan berlendir merupakan ciri khas dari *Rs ras 4*. Koloni tersebut dimurnikan dalam medium *TTC* agar yang telah padat dengan metode gores sampai diperoleh isolat murni, selanjutnya dilakukan identifikasi. Hasil isolasi *Rs ras 4* pada umur 2x24 jam dan hasil biakan murninya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil isolasi *Rs* ras 4 pada media *TTC* umur 2 hsi; A. Hasil isolasi, a. Virulen (koloni berlendir), b. Avirulen (koloni tidak berlendir), B. Koloni tunggal *Rs* ras 4

#### 3.4.1.2 Pembuatan ekstrak spon laut *Stylissa carteri*

Sampel spon laut *S. carteri* diambil di perairan Mandeh, Kenagarian Ampang Pulai, Kecamatan Koto XI Tarusan, Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat. Sampel yang didapat ditiriskan dahulu sebelum dibawa ke laboratorium, dengan tujuan kadar air tidak terlalu banyak, sampel diberi larutan metanol dan siap dibawa ke laboratorium. Pembuatan ekstrak spon laut *S. carteri* menggunakan metoda Harborne (1987) ; Fisher and Williamson (1992) cit Nining (2009), sampel spon laut ditimbang sebanyak 1 kg kemudian dirajang halus dan ditiriskan setelah itu dimaserasi dengan metanol dalam botol berwarna gelap dan disimpan di tempat gelap sampai semua ekstrak tertarik, lama dimaserasi lebih dari 24 jam, hasil maserasi disaring dan kemudian dilakukan rotari dengan tujuan untuk melakukan pemisahan antara pelarut dengan ekstrak, setelah itu dilakukan maserasi lagi sampai hasil maserasi jernih, dan hasil maseratnya dirotari lagi, sampai mendapatkan ekstrak kental untuk perlakuan penelitian. Ekstrak kental yang diperoleh sebanyak 41,76 gr.

#### 3.4.1.3 Metode pengenceran ekstrak spon laut *Stylissa carteri*

Ekstrak kental spon laut *S. carteri* untuk setiap perlakuan dibuat dengan cara pengenceran seri, yang dilarutkan dengan akuades, dengan rumus:

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2 \dots\dots\dots \text{(Rumus 1)}$$

Keterangan :

N1 = Konsentrasi awal

N2 = Konsentrasi akhir

V1 = Volume awal

V2 = Volume akhir

#### **3.4.1.4 Karakterisasi bakteri *Ralstonia solanacearum* ras 4 ( *Rs* ras 4 )**

##### **a. Morfologi**

Morfologi koloni bakteri *Rs* ras 4 yang ditumbuhkan pada medium *TTC* agar selama 2x24 jam dan diamati bentuk koloni, warna koloni serta permukaan koloni. Pengamatan ini dilakukan dengan metode Schaad, (1988).

##### **b. Uji fisiologi**

###### **1. Reaksi gram**

Reaksi gram bertujuan untuk mengetahui apakah bakteri bersifat gram negatif atau gram positif. Pengujian ini menggunakan metode Klement *et al*, (1990), dengan cara diambil satu koloni bakteri *Rs* ras 4 yang berumur 2x24 jam dengan jarum ose, diletakkan diatas kaca objek, dan dicampurkan satu tetes larutan KOH 3%. disuspensikan koloni bakteri *Rs* ras 4 tersebut dengan KOH 3%. Apabila terjadi pengumpalan maka suspensi bakteri bersifat gram negatif sedangkan jika tidak terjadi pengumpalan bersifat gram positif.

###### **2. Uji pektinase**

Uji pektinase bertujuan untuk mengetahui apakah bakteri menghasilkan enzim pektinase. Pengujian ini menggunakan metode Schaad , (1988) dengan cara kentang dipotong ukuran 1x1 cm, disterilisasi permukaanya, dengan cara dicelupkan kedalam akuadest, setelah itu dimasukan kedalam alkohol 70%, dan dibilas. Potongan umbi kentang disusun kedalam cawan petri yang telah diberi kertas saring sebanyak 2 lembar dan telah dilembabkan dengan akuadest. Diambil satu ose bakteri dan dioleskan pada permukaan potongan umbi kentang, diinkubasi selama 2-3 hari. Apabila pada bagian yang diolesi bakteri terjadi pembusukan dan perubahan warna menjadi kecoklatan berarti bakteri tersebut menghasilkan enzim pektinase.

### 3.4.1.5 Reaksi hipersensitif

Reaksi hipersensitif ini bertujuan untuk mengetahui sifat bakteri yang tergolong patogen. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode Schaad *et al* (2001) yaitu menggunakan daun tembakau (*Nicotina tobaccum*), dibuat suspensi bakteri *Rs* ras 4 dengan kerapatan populasi  $10^8$  sel/ml, penentuan kerapatan populasi dengan cara membandingkan dengan larutan *Mc Farland*, suspensi bakteri tersebut diinfiltrasi kedalam ruang antar sel daun tembakau dengan menggunakan jarum suntik steril, kemudian daun diselubungi dengan plastik bening yang bertujuan untuk menjaga kelembapan dan di inkubasi selama 2x24 jam. Bila terdapat gejala nekrotik pada daun tembakau berarti bakteri tersebut dapat menimbulkan reaksi hipersensitif .

### 3.4.1.6 Uji patogenisitas

Uji patogenisitas bertujuan untuk melihat kemampuan bakteri menimbulkan gejala penyakit pada tanaman inang dan untuk menentukan tingkat virulensi patogen, uji ini dilakukan dengan menggunakan metode Schaad *et al* (2001) yaitu dengan cara, suspensi bakteri *Rs* ras 4 dengan kerapatan  $10^8$  sel/ml disiramkan sebanyak 5 ml di sekitar akar tanaman jahe yang sebelumnya sudah ditusuk dengan jarum pentul steril sebanyak 5 tusukan. Setelah itu diamati gejala yang muncul dan dibandingkan dengan tanaman jahe yang tidak diinokulasi.

### 3.4.1.7 Pengaruh beberapa konsentrasi ekstrak spon laut *S. carteri* terhadap pertumbuhan *R. solanacearum* Ras 4

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh beberapa konsentrasi ekstrak spon laut *S. carteri* terhadap pertumbuhan *Rs* ras 4 secara *in-vitro* dengan menggunakan metode Sigeo (1993) *cit* Khairul (2005), dengan cara suspensi bakteri *Rs* ras 4 diambil sebanyak 0,1 ml dengan menggunakan *micropipet*, lalu dimasukkan kedalam tabung reaksi steril, ditambahkan media *TTC* agar yang masih cair sebanyak 10 ml, homogenkan dengan *rotary vortex*, lalu dituangkan kedalam cawan petri dan dibiarkan memadat. Selanjutnya kertas cakram steril berdiameter

0,5 cm, direndam kedalam masing-masing konsentrasi ekstrak spon laut *S.carteri* sesuai perlakuan selama 30 menit, diangkat dan dikering anginkan. Setelah kering kertas saring dimasukan kedalam cawan petri yang telah berisi media *TTC* agar dan *Rs* ras 4. Selanjutnya diinkubasi selama 3 hari dan diamati zona hambat yang terbentuk dan diukur zona hambatan yang terbentuk setiap perlakuan.

#### **3.4.1.8 Kolonisasi akar yang telah diinokulasi *Ralstonia solanacearum* ras 4**

Kolonisasi akar yang telah diinokulasi *Rs* ras 4 dilakukan dengan tujuan untuk melihat kepadatan populasi bakteri dengan menggunakan metode Klement *et al* (1990) yaitu dengan cara, akar tanaman jahe yang telah diinokulasi *Rs* ras 4 diambil sepanjang 1 cm, dan direndam dalam 10 ml akuades selama 5 menit sambil di *vortex*. Setelah itu dilakukan pengenceran dari  $10^{-1}$  sampai  $10^{-4}$ . Dari hasil pengenceran  $10^{-4}$  diambil 0,1 ml suspensi bakteri dan dimasukan kedalam tabung reaksi yang berisi media *TTC* agar yang masih cair, dan dihomogenkan dengan *vortex* lalu dituangkan kedalam cawan petri. Selanjutnya diinkubasi selama 3 hari, kemudian dihitung jumlah koloni bakteri *Rs* ras 4 menggunakan *colony counter*.

### **3.4.2 Di rumah kawat**

#### **3.4.2.1 Penyiapan media tanam**

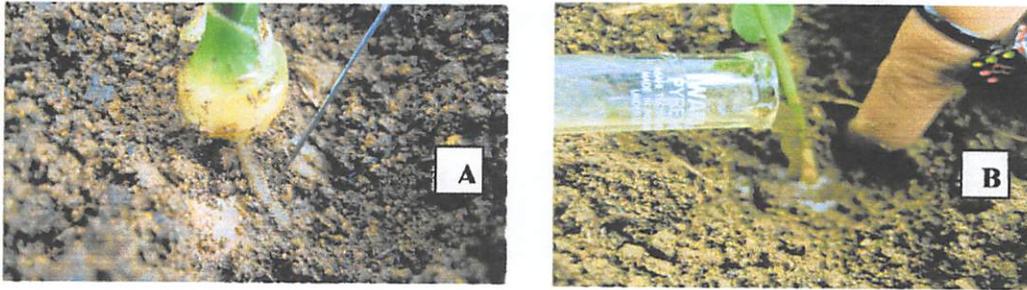
Tanah dan pupuk kandang yang digunakan untuk penelitian ini berasal dari Laboratorium Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Sterilisasi tanah dan pupuk kandang dilakukan dengan cara, mencampurkannya dengan perbandingan 2:1 (v/v) dan dimasukkan ke dalam kotak steril, setelah itu disterilisasi selama satu jam pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$ . Campuran tanah dan pupuk kandang dibiarkan selama satu hari dengan tujuan menghilangkan efek panas akibat sterilisasi. Hasil campuran tanah dan pupuk kandang sebanyak 5 kg dimasukkan ke dalam *polybag* ukuran 30x40cm, dan dibiarkan selama satu minggu sambil disiram dengan air setiap hari.

### 3.4.2.2 Penyiapan ekstrak spon laut *S.carteri* dan introduksi pada jahe

Introduksi ekstrak spon laut *S. carteri* pada tanaman jahe gajah dilakukan pada saat pedederan melalui perlakuan rimpang (*Tuber treatment*) (Paimin dan Muharnoto, 2008). Pada saat pedederan rimpang jahe dicuci bersih dan dipotong seragam (setiap potongan memiliki 2-3 mata tunas). Pembuatan konsentrasi awal ekstrak spon 5% laut dibuat dengan cara mengencerkan 20 g ekstrak kental spon laut untuk 400 ml akuades steril, setelah itu dibuat pengenceran seri untuk konsentrasi 3% dan konsentrasi 1 % yang diencerkan dengan akuades steril sebanyak 200 ml, untuk kontrol positif (bakterisida *Agrep* 0.1%) 0,2 g diencerkan dengan 200 ml akuadest steril. Selanjutnya bibit jahe gajah direndam kedalam tiap-tiap perlakuan selama 15 menit kemudian dikeringanginkan dan selanjutnya ditanam dalam polybag dengan kedalaman lubang tanam 5 cm.

### 3.4.2.3 Inokulasi *Ralstonia solanacearum* ras 4 (*Rs* ras 4)

Inokulasi *Rs* ras 4 dilakukan pada saat tanaman jahe berumur satu bulan setelah diintroduksi dengan ekstrak spon laut *S. Carteri*, inokulasi dilakukan dengan menggunakan metode Schaad *et al* (2001) dengan cara suspensi bakteri *Rs* ras 4 dengan kerapatan  $10^8$  sel/ml disiramkan sebanyak 5 ml di sekitar akar yang sebelumnya sudah ditusuk dengan jarum pentul steril sebanyak 5 tusukan. (Gambar 2). Kemudian disungkup dengan kantong plastik sampai timbul gejala pertama.



Gambar 2. Inokulasi *Rs* ras 4 pada bagian akar jahe gajah (umur 30hari). A. akar ditusuk dengan 5 tusukan. B. Suspensi *Rs* ras 4 di siramkan sebanyak 5 ml ( $10^8$  sel/ml).

#### 3.4.2.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi pemupukan, penyiraman, dan penyiangan. Pupuk diberi 2 minggu setelah umur pedederan satu bulan, tanaman dipupuk dengan KCL 2,8 g/tanaman dengan cara dicampurkan dengan tanah tanpa mengenai akar. Penyiraman dilakukan satu kali sehari pada pagi atau sore hari. Penyiangan dilakukan dengan cara mencabut gulma yang tumbuh di sekitar tanaman. (Agromedia, 2007).

### 3.5. Pengamatan

#### 3.5.1 Karakterisasi bakteri *Ralstonia solanacearum* ras 4 (*Rs* ras 4)

Mengamati reaksi-reaksi yang terjadi pada uji morfologi dan uji fisiologi bakteri *Rs* ras 4. Pengamatan ini dilakukan pada saat isolat murni *Rs* ras 4 sudah tumbuh di medium *TTC*.

#### 3.5.2 Pengaruh beberapa konsentrasi ekstrak spon laut *S. carteri* terhadap pertumbuhan *R. solanacearum* Ras 4

Pengaruh beberapa konsentrasi ekstrak spon laut *S. carteri* terhadap pertumbuhan bakteri *Rs* ras 4 dilakukan dengan mengamati zona hambatan yang terbentuk. Pengukuran zona hambatan dilakukan dengan metode Sigeo (1993) *cit* Khairul (2005) menggunakan rumus :

$$D = (a + b) \times \frac{1}{2} \dots\dots\dots (Rumus 2)$$

Keterangan :

D = Zona hambatan

a dan b = Rata-rata diameter zona hambatan pada sisi yang berbeda

### 3.5.3. Perkembangan penyakit layu bakteri pada tanaman Jahe

#### 3.5.3.1. Saat munculnya gejala pertama serangan *Rs* ras 4

Saat muncul gejala pertama serangan *Rs* ras 4 diamati setiap hari setelah inokulasi *Rs* ras 4 sampai tanaman menunjukkan gejala pertama. Gejala awal penyakit layu bakteri pada jahe ditunjukkan dengan melipat dan menggulungnya helaian daun bagian bawah, selanjutnya terjadi perubahan warna dari hijau menjadi kuning dan mengering. Efektivitas penekanan ekstrak spon laut terhadap *Rs* ras 4 diukur menggunakan rumus Sivan dan Chet 1986 *cit.* Husnah, 2009 sebagai berikut:

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

Keterangan:

E = Efektivitas

Kn = Kontrol Negatif

P = Perlakuan

#### 3.5.3.2. Persentase daun terserang *Rs* ras 4(%)

Perhitungan persentase dilakukan pada saat tanaman berumur 5 hsi dengan interval waktu 5 hari setelah inokulasi (hsi) sampai tanaman berumur 30 hari dengan cara, mengamati jumlah daun yang terserang dan jumlah daun seluruhnya. Persentase daun terserang dihitung menggunakan rumus dibawah ini:

$$P = \frac{dl}{DL} \times 100\% \dots\dots\dots (Rumus 4)$$

Keterangan : P = Persentase daun terserang

$dl$  = Jumlah daun terserang per perlakuan

$DL$  = Jumlah seluruh daun yang diamati per perlakuan

Efektivitas penekanan ekstrak spon laut *S. carteri* terhadap *Rs* ras 4 dihitung menggunakan rumus Sivan dan Chet 1986 *cit.* Husnah, 2009 sebagai berikut:

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

Keterangan: E = Efektivitas

Kn = Kontrol Negatif

P = Perlakuan

### 3.5.3.3 Intensitas daun terserang *Rs* ras 4 (%)

Perhitungan intensitas dilakukan pada saat tanaman berumur 5 hsi dengan interval waktu 5 hari setelah inokulasi (hsi) sampai tanaman berumur 30 hari dengan cara, membandingkan kerusakan pada daun dengan skor kerusakan pada daun (Tabel 1). Efektivitas penekanan ekstrak spon laut *S. carteri* terhadap *Rs* ras 4 dihitung menggunakan rumus 5. Intensitas serangan dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{\sum (ni \times vi)}{N \times Z} \times 100 \% \dots\dots\dots \text{(Rumus 6)}$$

Keterangan :

P = Intensitas serangan (%)

ni = Jumlah daun dari setiap kategori serangan

vi = Skor kerusakan berdasarkan luas daun seluruh tanaman yang terserang

N = Jumlah daun yang diamati

Z = Nilai kategori serangan tertinggi

Tabel 1. Skala tingkat kerusakan dan luas serangan layu bakteri pada tanaman jahe

Skala	Tingkat serangan	Luas serangan pada daun
0	Tidak ada serangan	0%
1	Serangan sedikit sekali	>0 – 20%
2	Serangan sedikit	>20 – 40%
3	Serangan sedang	>40 – 60%
4	Sedangan berat	>60 – 80%
5	Serangan berat sekali	> 80%

Sumber. Balfas (1980) cit Husnah (2006) dan Trimutri Habazar 2010  
(Komunikasi pribadi)

### 3.5.4 Kolonisasi akar yang telah diinokulasi *R. solanacearum* ras 4

Pengamatan dilakukan pada hari ke 5, 15 dan 30 setelah inokulasi *Rs* ras 4 dengan tujuan melihat kepadatan populasi bakteri tanaman jahe gajah. Untuk mengetahui populasi bakteri, perhitungan dilakukan dengan rumus (Klement *et al*, 1990)

$$JB = A \times B \dots\dots\dots (Rumus 7)$$

Keterangan: *JB* = Jumlah sel bakteri  
*A* = Jumlah koloni bakteri  
*B* = Faktor pengenceran

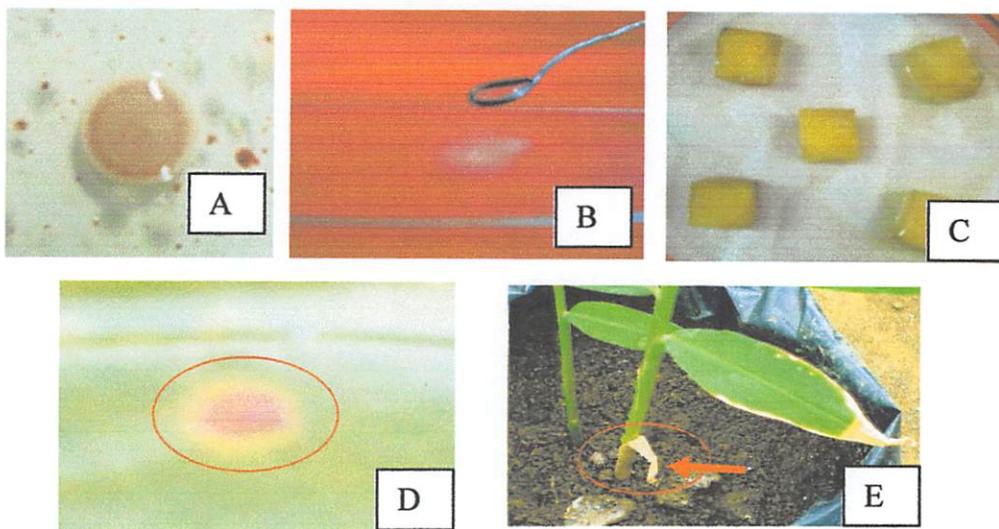
## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakterisasi bakteri *Ralstonia solanacearum* ras 4 (*Rs* ras 4)

Karakteristik bakteri *Rs* ras 4 yang diisolasi dari jahe dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3. Koloni *Rs* ras 4 berbentuk bulat, sedikit cembung, warna koloni merah muda mengkilat, permukaan koloni berlendir, sedangkan sifat fisiologi bakteri *Rs* ras 4 bersifat gram negatif, memproduksi enzim pektinase, uji hipersensitif menimbulkan gejala nekrotik (2 hsi), dan uji patogenisitas menimbulkan gejala layu seperti pada serangan *R. solanacearum* ras 4 (7 hsi).

Tabel 2. Sifat-sifat fisiologi isolat *Rs* ras 4

Sifat-sifat Fisiologi	Hasil Pengamatan
Uji Gram	- (Negatif)
Uji pektinase	+ (Positif)
Reaksi Hipersensitif	+ (Positif)
Uji Patogenisitas	+ (Positif)



Gambar 3. Karakteristik bakteri *Rs* ras 4: A Koloni bakteri, B. Uji gram, C. Uji pektinase, D. Reaksi Hipersensitif, dan E. Uji patogenisitas.

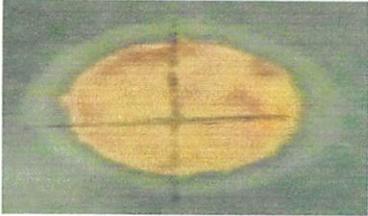
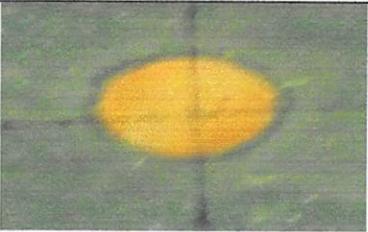
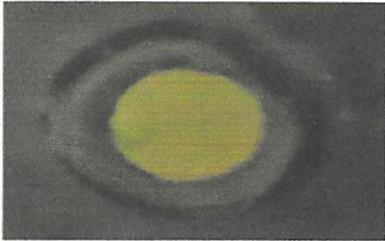
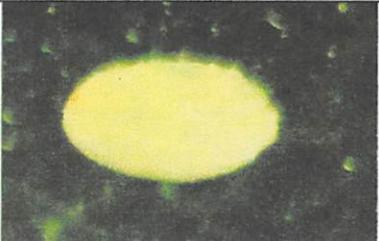
Dari hasil pengamatan terhadap sifat morfologi dan fisiologi (Tabel 2) isolat yang diamati menunjukkan ciri-ciri *R. Solanacearum*, hal ini sesuai menurut Baharuddin (1994), sifat-sifat morfologi dan fisiologi dari *Ralstonia solanacearum* adalah bersifat gram negatif, berbentuk batang, aerob katalase positif, menghasilkan hidrogen sulfat dari resisten, uji HR positif, tumbuh pada suhu 4-41 °C, pigmen fluorescent, pigmen melanin dan telah dilaporkan mempunyai pili bila dibiakkan secara *in-vitro* (Habazar dan Rivai, 2004).

#### **4.2. Pengaruh beberapa konsentrasi ekstrak spon laut *S. carteri* terhadap pertumbuhan *Ralstonia solanacearum* Ras 4**

Kemampuan beberapa konsentrasi ekstrak spon laut *S. carteri* dalam menekan pertumbuhan koloni *R. solanacearum* Ras 4 dapat dilihat pada Tabel 3. Tabel 3 memperlihatkan bahwa spon laut *S. carteri* dapat menekan pertumbuhan *Rs* ras 4 antara 4,6 mm sampai 7,6 mm, konsentrasi 5% menunjukkan pembentukan zona hambatan yang paling luas yaitu 7,6 mm, dan bila dibandingkan dengan kontrol positif (*Streptomysin sulfat*, *Agrep* 0,1%) zona hambatan yang terbentuk lebih luas dari pada ekstrak spon laut *S. carteri* yaitu 8,6 mm.

Pengujian kemampuan beberapa konsentrasi ekstrak spon laut *S. carteri* terhadap penekanan pertumbuhan bakteri *R. solanacearum* ras 4 memperlihatkan bahwa ekstrak spon laut *S. carteri* yang digunakan dapat memperlihatkan pengaruh penghambatan pertumbuhan *Rs* ras 4, hal ini disebabkan dalam ekstrak spon laut *S. carteri* terdapat senyawa metabolit sekunder yang mempunyai kandungan bioaktif yang dikelompokkan sebagai antibakteri (Newman dan Cragg, 2004). Menurut Mayer, *et al* (2007) spon laut memiliki aktivitas sebagai antibakteri terhadap bakteri *Bacillus subtilis*. Hasil penelitian Ifigialoka (2011) uji kandungan kimia spon laut *S. carteri* menunjukkan adanya senyawa terpenoid. Terpenoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang tergolong dari isopren yang dibangun oleh dua atau lebih unit atom C5 (*2-metil-1,3-butadiena*) (Harborne, 1987).

Tabel 3. Zona hambatan dan bentuk zona hambatan masing-masing perlakuan

Perlakuan	Zona hambatan (mm)	Bentuk zona hambatan
A (Konsentrasi 1%)	4,6	
B (Konsentrasi 3%)	6,3	
C (Konsentrasi 5%)	7,6	
D (Kontrol positif)	8,6	
E (Kontrol negatif)	0	

Pada perlakuan konsentrasi ekstrak spon laut *S. carteri* menunjukkan semakin tinggi konsentrasinya maka makin tinggi zona hambatan yang terbentuk, hal ini disebabkan karena setiap menaikkan konsentrasi maka bahan aktif juga semakin meningkat sehingga kemampuannya dalam membentuk zona hambatan juga semakin luas, hal ini sama menurut Yulinda *et al* (2008) perlakuan *Agrept* 0.2% menunjukkan peningkatan yang nyata dibandingkan perlakuan *Agrept* 0,1%.

Zona hambatan yang dibentuk kontrol positif (bakterisida *Agrep* 0,1%) lebih luas dari pada zona hambatan yang dibentuk oleh ekstrak spon laut *S. carteri* dalam menekan pertumbuhan bakteri *Rs* ras 4. Hal ini disebabkan kontrol positif sebagai pembanding yang merupakan bakterisida sintetik yang dirancang khusus penggunaannya sebagai bakterisida yang mempunyai senyawa murni yaitu berupa *Streptomysin sulfat* 20%. Menurut Yulinda *et al.* (2008) jenis dan konsentrasi bakterisida sintesis yang efektif serta non toksik terhadap tingkat serangan hawar daun bakteri (HDB) pada benih padi adalah *Agrept* 0.2%. Suryani (2003) *cit* Yulinda *et al.* (2008).

### **4.3 Perkembangan penyakit layu bakteri pada tanaman jahe**

#### **4.3.1 Saat munculnya gejala pertama serangan *Rs* ras 4 (hsi)**

Hasil pengamatan saat muncul gejala pertama serangan *Rs* ras 4 pada tanaman jahe dapat dilihat pada Tabel 4 dan analisis sidik ragamnya pada Lampiran 4. Tabel 4 memperlihatkan bahwa ekstrak spon laut *S. carteri* mampu memperpanjang munculnya gejala serangan pertama terutama pada konsentrasi 5% yaitu 6,3 hsi dengan efektivitas 47,6%, sedangkan pada kontrol positif (*Streptomysin sulfat*, *Agrep* 0,1%) menunjukkan gejala serangan pertama pada umur 5,3 hsi dengan efektivitasnya 37,7%.

Tabel 4. Saat muncul gejala pertama serangan *Rs* ras 4 pada masing-masing perlakuan

Perlakuan	Gejala pertama (hsi)	Efektivitas (%)
Kontrol negatif	3,3 a	-
Konsentrasi 1%	4,6 ab	28,2
Konsentrasi 3%	5,3 ab	37,3
Kontrol positif	5,3 ab	37,3
Konsentrasi 5%	6,3 b	47,6
KK = 29,21		

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%

Saat munculnya gejala pertama yang diperlakukan dengan ekstrak spon laut *S. carteri* dan *Streptomysin sulfat* menunjukkan gejala lebih lama dari pada kontrol negatif, hal ini disebabkan pada saat pendederan rimpang jahe telah direndam dengan ekstrak spon laut *S. carteri* dan *Streptomysin sulfat* dapat memperlambat munculnya gejala pertama.

Pada konsentrasi ekstrak spon laut *S. carteri* 5% lebih lama menunjukkan gejala awal pada tanaman jahe dari pada kontrol positif (*Streptomysin sulfat*, *Agrep* 0,1%), hal ini disebabkan karena dalam ekstrak spon laut *S. carteri* terdapat senyawa metabolit sekunder yang masih belum terpisahkan senyawa bioaktifitasnya, sehingga dalam ekstrak ini masih terdapat senyawa-senyawa yang bisa membantu dalam memperlambat munculnya gejala pertama selain senyawa antibakteri. Ekstrak metabolit dari spons mengandung senyawa bioaktif yang diketahui mempunyai sifat aktifitas seperti: sitotoksik dan antibiotik (Kobayashi *et al*, 1995). Selain itu terdapatnya perbedaan ini karena pada proses penetrasi patogen sampai menyerap nutrisi dari inang dipengaruhi oleh perbedaan ketebalan dan kekasaran dinding sel jaringan akar serta perbedaan konsentrasi senyawa antibakteri. Menurut Agrios (1996) dinding sel jaringan yang diserang bervariasi dalam hal ketebalan dan kekasarannya, sehingga mungkin dapat menghalangi pergerakan patogen.

Dari Tabel 4, kontrol negatif menunjukkan gejala serangan lebih awal yaitu 3,3 hsi, hal ini disebabkan karena tidak adanya agen pengendali yang diperlakukan sehingga patogen dapat masuk ke jaringan dan segera memperbanyak diri. (Hayward, 1991) menyatakan bahwa patogen yang

menginfeksi melalui jaringan akar yang terluka. Setelah masuk ke dalam jaringan, bakteri akan menyebar dan memperbanyak diri, serta merusak dinding sel.

#### 4.3.2. Persentase daun terserang *Rs* ras 4

Hasil analisis pengamatan 30 hsi terhadap daun terserang *Rs* ras 4 pada tanaman jahe dapat dilihat pada Tabel 5 dan analisis sidik ragamnya pada Lampiran 4. Tabel 5 memperlihatkan bahwa ekstrak spon laut *S. carteri* mampu memperkecil persentase daun terserang, konsentrasi 5% menunjukkan efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan konsentrasi lainnya yaitu 39% dan apabila dibandingkan dengan kontrol positif mempunyai efektivitas yang tinggi yaitu 44%. Hal ini berbeda dengan kontrol negatif dengan persentase daun terserang yaitu 80.90%.

Tabel 5. Persentase daun terserang *Rs* ras 4 dan efektivitasnya pada masing-masing perlakuan (30hsi)

Perlakuan	Persentase (%)	Efektifitas (%)
Kontrol negatif	80,90 a	-
Konsentrasi 1%	56,46 b	30
Konsentrasi 3%	55,83 b	31
Konsentrasi 5%	48,00 b	39
Kontrol positif	46,00 b	44
KK= 22,19		

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%

Dari hasil pengamatan terhadap persentase daun yang terserang pada Tabel 5, ekstrak spon laut *S. carteri* dan bakterisida mampu memperkecil persentase daun terserang. Hal ini dikarenakan dalam spon laut terdapat senyawa yang aktif sebagai antibakteri Menurut Mayer *et al.* (2007) terdapat senyawa kalihinol Y dan X yang diisolasi dari spon laut yang ternyata merupakan golongan diterpen dan memiliki aktivitas sebagai antibakteri terhadap bakteri *Bacillus subtilis* (Mayer *et al.*, 2007).

Sedangkan bakterisida sintetis merupakan bakterisida kimia konsentrat buatan pabrik sehingga kemampuan penghambatannya akan selalu meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi. Agrept memiliki bahan aktif *Streptomycin sulfat* merupakan bahan aktif yang efektif dalam pengendalian penyakit yang disebabkan bakteri seperti yang disebabkan *Erwinia amylovora* pada tanaman *pear* (Tsiantos dan Psallidas, 2002) *cit* (Yulianda *et al.*, 2008).

#### 4.3.3. Intensitas daun terserang *Rs* ras 4

Hasil analisis pengamatan 30 hsi terhadap intensitas daun terserang *Rs* ras 4 pada tanaman jahe dapat dilihat pada Tabel 6 dan analisis sidik ragamnya pada Lampiran 4. Tabel 6 menunjukkan bahwa intensitas daun terserang tertinggi terdapat pada kontrol negatif yaitu 23%, sedangkan intensitas daun terserang terendah pada konsentrasi 5% dan konsentrasi 3% , tetapi apabila dilihat dari nilai efektivitasnya konsentrasi 5% memiliki nilai efektivitas yang paling tinggi yaitu 46,5% dan ini juga tidak berbeda nyata dengan kontrol positif yang mempunyai nilai efektivitas yaitu 42.2%.

Tabel 6. Intensitas daun terserang *Rs* ras 4 dan efektivitasnya pada masing-masing perlakuan

Perlakuan	Intensitas (%)	Efektifitas (%)
Kontrol negatif	23,0 a	-
Konsentrasi 1%	18,3 ab	20,4
Konsentrasi 3%	14,3 bc	37,8
Kontrol positif	13,3 bc	42,2
Konsentrasi 5%	12,3 c	46,5

KK= 18,31

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%

Pengamatan terhadap intensitas daun terserang menunjukkan penekan efektivitas yang berbeda, diantara 3 perlakuan konsentrasi ekstrak spon laut *S. carteri*, konsentrasi 5% mempunyai efektivitas penekanan yang tinggi dari pada konsentrasi 3% dan 1%, hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi yang diintroduksi maka semakin rendah nilai intensitas daun terserang. Menurut Fuad (2010) semakin tinggi pemberian konsentrasi air rebusan daun ruku-ruku maka intensitas serangan *Puccinia araciidis* semakin rendah pada tanaman kacang tanah. Pada umur tanaman jahe 30 hari setelah inokulasi terjadi peningkatan intensitas daun terserang, karena agen penginduksi dalam tubuh tanaman inang semakin sedikit. Ini sesuai dengan pernyataan Habazar dan Yaherwandi (2006), yaitu pada jaringan muda yang berkembang menjadi tua, maka kadar senyawa penghambat patogen dan ketahanannya terhadap infeksi menurun.

Dari Tabel 5 terlihat bahwa intensitas daun terserang pada perlakuan konsentrasi 5% ekstrak spon laut *S. carteri* lebih rendah dengan perlakuan bakterisida, seharusnya perlakuan bakterisida mampu memperkecil intensitas daun terserang, hal ini disebabkan karena pada saat penelitian bibit yang digunakan sebelum di inokulasi sudah terinfeksi sejak awal dan kultivarnya sangat rentan. Hal ini sesuai menurut Netty (2009), bibit jahe gajah sudah terinfeksi sejak awal ditanam dan merupakan kultivar yang rentan

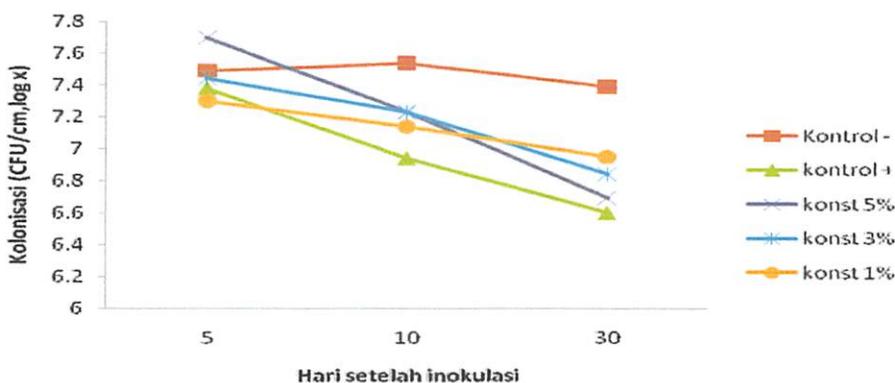
#### **4.4 Kolonisasi akar yang telah diinokulasi *Rs* ras 4**

Hasil pengamatan terhadap kolonisasi akar yang telah diinokulasi *Rs* ras 4 dapat dilihat pada Tabel 7 dan laju kolonisasi akar yang telah diinokulasi *Rs* ras 4 bisa dilihat pada Gambar 5. Tabel 7 menunjukkan bahwa ekstrak spon laut *S. carteri* dan *Streptomysin sulfat* (*Agrep* 0,1%) mampu melindungi akar yang telah diinokulasi *Rs* ras 4, bila dibandingkan dengan kontrol negatif kolonisasi akarnya lebih tinggi yaitu  $2,5 \times 10^7$  CFU/cm akar.

Tabel 7. Kolonisasi akar yang telah diinokulasi *Rs* ras 4 (30hsi).

Perlakuan	Kolonisasi akar oleh <i>Rs</i> ras 4 pada rizoplan	
	CFU/cm akar	Log x
Kontrol negatif	$2,5 \times 10^7$	73,9
Konsentrasi 1%	$0,9 \times 10^7$	6,95
Konsentrasi 3%	$0,7 \times 10^7$	6,84
Konsentrasi 5%	$0,5 \times 10^7$	6,69
Kontrol positif	$0,4 \times 10^7$	6,60

Perkembangan kolonisasi akar yang telah diinokulasi *Rs* ras 4 menunjukkan hasil yang berbeda dengan kontrol negatif. Pada pengamatan 30 hsi kontrol negatif  $2,5 \times 10^7$  CFU/cm akar masih mampu menghasilkan koloni *Rs* ras 4, dan pada beberapa konsentrasi ekstrak spon laut *S. carteri* menghasilkan sedikit koloni *Rs* ras 4, salah satunya konsentrasi 5% yaitu  $0,5 \times 10^7$  CFU/cm akar. Hal ini disebabkan pada ekstrak spon laut *S. carteri* mempunyai mekanisme pertahanan antibakteri terhadap patogen *Rs* ras 4. Kujima dan Unitani (1974) dan Yudiarti (2007), menyatakan bahwa hasil ekstraksi mempunyai kemampuan untuk menolak patogen sehingga patogen tidak dapat masuk atau menempel dan hasil penolakan ini merupakan mekanisme pertahanan tanaman terhadap patogen. Yudiarti (2007), menyatakan bahwa proses kolonisasi terhadap jaringan inang akan berhasil tergantung pada interaksi antara tanaman inang, patogen dan lingkungan. Dari segi tanaman inang khususnya faktor ketahanan dari inang ditambah dengan kondisi lingkungan yang tidak mendukung patogen akan memperbesar kejadian kolonisasi.



Gambar 5. Laju kolonisasi akar

Dari Gambar 5, dapat dilihat laju kolonisasi akar setelah diinokulasi *Rs* ras 4 yang diperlakukan dengan *Streptomysin sulfat* (*Agrep* 0,1%) dan perlakuan ekstrak spon laut *S. carteri* mampu menekan pertumbuhan *Rs* ras 4 di dalam perakaran tanaman jahe. Sedangkan perlakuan kontrol negatif laju kolonisasinya meningkat pada pengamatan 10 hsi, dan pada pengamatan 30 hsi terjadi penurunan walaupun sedikit, hal ini disebabkan pengaruh umur tanaman yang semakin tua mengakibatkan banyaknya bakteri yang tidak virulen, hal ini sesuai menurut Nasrun (2007), bakteri patogen mempunyai daya virulensi yang berbeda-beda dengan masa inkubasi 14,60–39,30 hari setelah inokulasi dan juga faktor lingkungan juga mendukung perkembangan patogen antara lain adalah suhu dan curah hujan yang tinggi. Pada keadaan lingkungan yang sesuai, bakteri patogen pada stadia tahan atau istirahat akan berkembang.

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1. Kesimpulan**

Konsentrasi ekstrak spon laut *S. carteri* 5% lebih efektif menekan perkembangan penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum* ras 4), dengan efektivitas saat munculnya gejala pertama (47,6%), persentase daun terserang (39%) dan intensitas serangan (46,5%).

### **5.2. Saran**

Perlu dilakukan peningkatan konsentrasi ekstrak spon laut *S. carteri* di atas 5% dalam penekanan perkembangan penyakit layu bakteri (*Rs* ras 4) pada tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agromedia. 2007. *Petunjuk Praktis Bertanam Jahe*. Jakarta. PT Agromedia Pustaka. 56 hal.
- Agrios, G. N. 1996. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Penerjemah : Ir. Munzir Busniah. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta. 713 hal.
- Badan Pusat Statistik. 2003. *Luas Tanam Dan Produksi Perkebunan Rakyat Menurut Jenis Tanaman*. Jakarta. Indonesia.
- Badan Pusat Statistik. 2007. *Statistik Tanaman Biofarmaka Dan Tanaman Hias*. Jakarta. Indonesia. Hal 4.
- Baharuddin, B. 1994. Pathological, Biochemical and serologi characterization of the blood disease bacterium affecting banana and plantain (*Musa spp*) in Indonesia. Cuvelier Verlalag. Goettingen. Germany.
- Bermawie, N., Martono, B., Ajijah, N., Syahid, S.F. dan Hadad E.A. 2003. Status pemuliaan tanaman jahe. <http://www.balittro.go.id>. [5 Oktober 2007].
- Carte, K. B. 1996. Biomedical Potential Of Marine Natural Producy. America Institute Of Biology Science, April, hal 271-272.
- Edrada, R. A., Wray, V., Handayani, D., Schuup, P. and Proksh, P. 2000. "Structur Activity Relantionship Of Bioaktive Metabolites Invertebrates". In *Studies In Natural Produces Chemistry*, El sevier Science 21, 251-253.
- Fuad, A. 2010. Uji Konsentrasi Air Rebusan Daun Ruku-ruku (*Ocimum sanctum* Linn : Labiatea) dalam Mengendalikan Penyakit Karat Daun yang Disebabkan oleh Jamur *Puccinia arachidis* Speg. Pada Kacang Tanah (*Arachis hypogaeae* L) di Lapangan. [Skripsi] . Fakultas Pertanian. Padang. 21 hal
- Habazar, T., dan Rivai, F. 2004. *Bakteri Patogenik Tumbuhan*. Padang. Andalas University Press. 441 hal.
- Habazar, T., dan Yaherwandi. 2006. *Pengendalian Hayati Hama dan Penyakit Tumbuhan*. Padang Andalas. University Press. Hal 44-86
- Hayward, A. C. 1991. Biology and Epidemiology of Bacterial wilt Caused by *P. solanacearum* Annu Rev. Phytopathol. 29: 65–87.
- Handayani. W. 2007. Pemanfaatan Beberapa Isolat Bakteri Antagonis Perakaran Gramine Dalam Mengendalikan Penyakit Layu bakteri *Ralstonia solanacearum* (E.F. Smith) Yabuuchi ras 2 Pada Bibit Pisang. [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Hal 23.

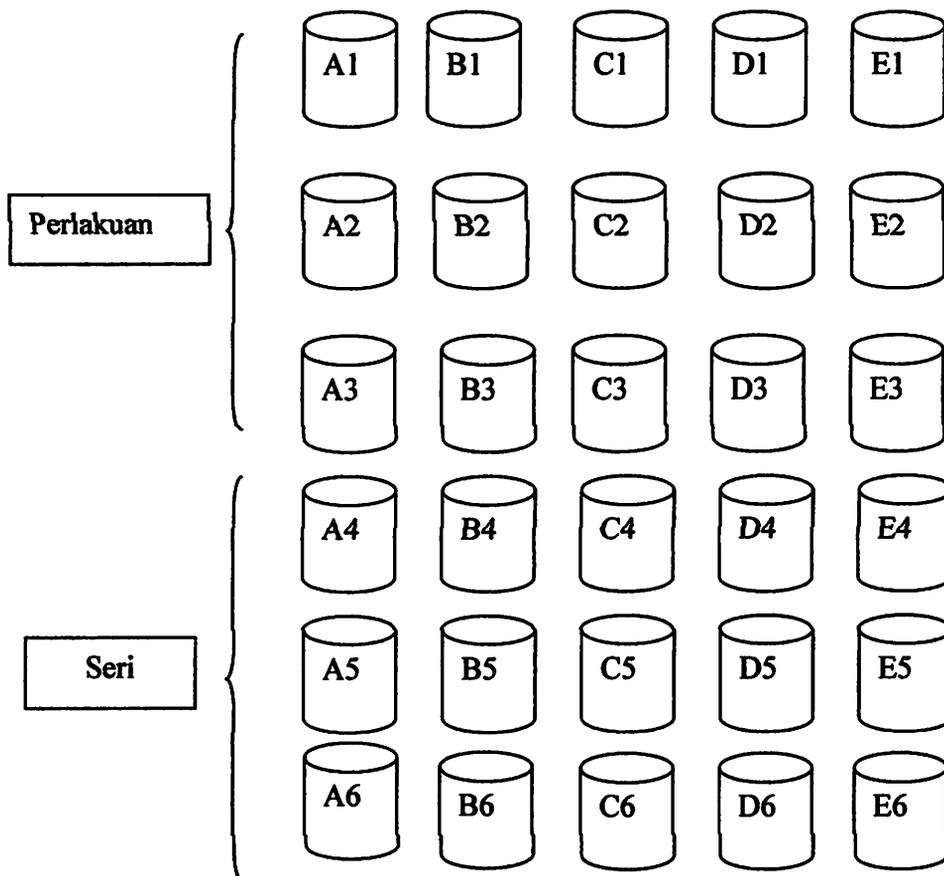
- Handayani, D. 2009. Antibacterial Activity Of Marine Sponges Against *Ralstonia solanacearum*. Dalam Prosiding Abstracts International Seminar On Sciences and Technology. Hal 42.
- Harborne, J. B. 1987. *Metoda fitokimia*. (Edisi II). Penerjemah: Kokasih Padmawinata dan Iwang Sodiro. Bandung: Penerbit ITB.
- Hickman, Jr. C., Roberts, L and Larson, A. 2003. *Sponge*. <http://www.wikipedia.com>. [10 Agustus 2009]
- Husnah, R. 2006. Karakteristik dan Tingkat Serangan Penyakit Hawar Daun Bakteri Disebabkan Oleh *Xanthomonas axonopodis* pv *alli* pada Beberapa Jenis Tanaman Bawang (*Allium* sp). [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Hal 16.
- Husnah. R. 2009. Imunisasi jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) menggunakan beberapa isolat rizokbateria untuk pengendalian penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum* ras 4). [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Hal 15.
- Ifgialoka, W. 2011. Isolasi dan uji Aktifitas antibakteri fraksi nonpolar spon laut *Stylissa carteri* terhadap bakteri *Ralstonia solanacearum*. [Skripsi]. Fakultas farmasi. Universitas Andalas. Hal. 42
- Kanagasabhpathy, M., Sasaki, H., Nakajima, K., Nagatan, K., and Nagata, S. 2005. Inhibitory activities of surface associated bacteria from the marine sponge *Pseudoceratina purpurea*. *Microbes and Enviroment*, 20. 178-185.
- Kobayashi, M., Chen, Y. J., Aoki, Y., Ishida, T., Kitagawa, I. 1995. Four new and carboline alkaloids isolated from two okinawan marine sponges of *Xestospongia* sp. and *Haliclona* sp. *Tetrahedron*, 51. Hal 3727-3736.
- Khairul, U. 2005. Kajian Beberapa Komponen Pengendalian Terpadu Penyakit Layu Bakteri pada Tanaman Cabai Merah. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor. 88 hal.
- Klement, Z., Rudoplh, K., dan Sand, D.C. 1990. *Methods in Phytobacteriology*. Academia Kiado Budapest. 568 hal.
- Mayer, M. S. A., Rodriguez, A. D., Berlinck, R.G.S., Hamann, M. T. 2007. Marine pharmacology in 2003–4 : Marine compounds with anthelmintic, antibacterial, anticoagulant, antifungal, anti-inflammatory, antimalarial, antiplatelet, antiprotozoal, antituberculosis, and antiviral activities, affecting the cardiovascular, immune and nervous systems, and other miscellaneous mechanism of action. *Elsevier Sciences*, 145, hal 553-581.

- Nasrun., dan Yang, N. 2007. Penyakit Layu Bakteri Pada Nilam dan Strategi Pengendaliannya. *Jurnal Libtang Pertanian*. Vol 26
- Netty, S. 2009. Seleksi Kemampuan Rizobakteria untuk pengendalian Penyakit layu Bakteri Pada Tanaman Jahe. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana UNAND Padang. Padang. 40 hal.
- Newman, J. D. and Cragg, G. M. 2004. Marine natural products and related compounds in clinical and advanced preclinical trials. *J.Nat.Prod*, 67. Hal 1216-1238.
- Nining. 2009. *Isolasi dan Uji Aktifitas Senyawa Antibakteri Dari Spon Laut Haliclona fascigera*. Fakultas Farmasi. Universitas Andalas. Padang.
- Paimin, F .B dan Murhanato. 2008. *Budidaya, Pengelolaan, Perdagangan Jahe*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Panko, A. 2010. Penapisan Jamur Antagonis Indegenus Rizosfir Jahe Terhadap *Fusarium oxysporum* F.sp *Zingiberi* Penyebab layu Fusarium pada Jahe (*Zingiber officinale* Rosc) *In vitro*. [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Hal 3.
- Rostiana, O., Abdullah, A., Taryono dan Hadad, E. A. 1991. Jenis-jenis tanaman jahe. Edisi Khusus Littro VII (I) : 7-10.
- Schaad, N. W. 1988. *Plant Pathogenic Bacterial*. The Ameriacn Pytopatology Society. St. Paul. Minnesota. 164 hal
- Schaad, N. W., Jones, J. B., dan Chun, W. 2001. *Laboratory Guide for Identification of plant Pathogenic Bac Teria*. Edisi ke-3. St. Paul: APS press. 373.
- Sitepu, J. 1991. Strategi Penanggulangan Penyakit Layu *Pseudomonas* Pada Tanaman Industri Kasus Pada Tanaman Jahe. Orasi Pengukuhan Ahli Penelitian Utama. Bogor, 12 Oktober. BALITTRO. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. BALITBANG DEPTAN.
- Suharyon dan Rozak, A. 1997. Masalah Dan Peluang Pengembangan Tanaman Jahe Spesifik Lokasi di Propinsi Bengkulu. IPPTP Bengkulu.
- Syukur, C. 2002. *Agar Jahe Berproduksi Tinggi: Cegah Layu Bakteri dan Pelihara Secara Intensif*. Penebar Swadaya. Jakarta. 64 hal.
- Yudiarti, T. 2007. *Ilmu penyakit tumbuhan*. Graha Ilmu. Yogyakarta

**Yulinda, A., Satrias I., dan Triny S. K. 2008. Pengaruh Perlakuan Matriconditioning Plus Bakterisida Sintetis atau Nabati untuk Mengendalikan Hawar Daun Bakteri Terbawa Benih serta Meningkatkan Viabilitas dan Vigor benih Padi. Makalah Seminar Departemen Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Hal 7.**



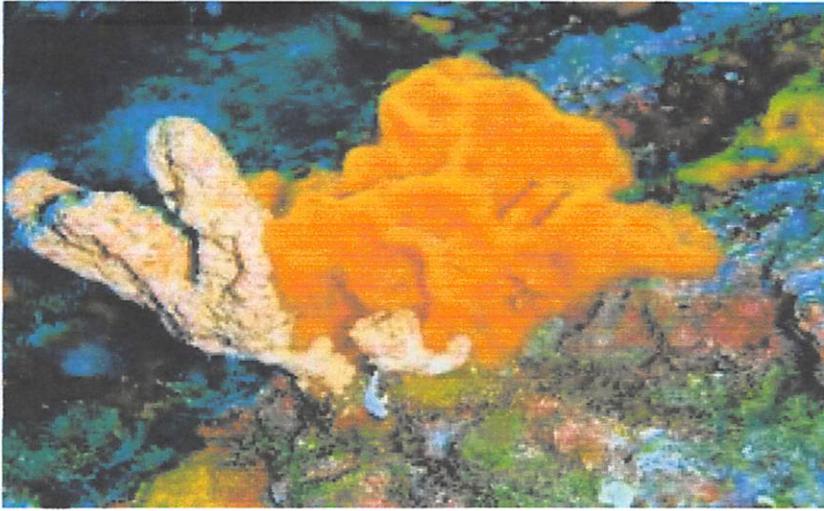
Lampiran 2. Denah penelitian Berdasarkan RAL dengan 5 perlakuan 3 ulangan



Keterangan : A, B, C, D, E  
1, 2, 3

= Perlakuan  
= Ulangan

Lampiran 3. Spon laut *Stylissa carteri*



a. Spesimen segar *Stylissa carteri* ([www.naturalis.nl](http://www.naturalis.nl))



b. Spesimen koleksi *Stylissa carteri*

Lampiran 4. Sidik ragam masing-masing pengamatan

a. Saat munculnya gejala pertama

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel
Perlakuan	4	14,66	3,66	1,72	3,11
Sisa	10	21,33	2,13		
Total	14	36,00			

KK= 29,21

b. Persentase daun terserang (30hsi)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel
Perlakuan	4	2321,66	580,41	3,57	3,11
Sisa	10	1624,01	162,40		
Total	14	3945,68			

KK= 22,19

c. Intensitas daun terserang (30 hsi)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel
Perlakuan	4	232,26	58,06	6,55	3,11
Sisa	10	88,66	8,86		
Total	14	320,93			

KK= 18,31