



**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI  
ANTAGONIS DARI LARUTAN NUTRISI PADA  
SISTEM AEROPONIK TANAMAN KENTANG  
(*Solanum tuberosum* L.)**

**OLEH :**

**RAHMIYATI  
G 411 05 017**



SKR-P10  
RAH  
i

**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2010**

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI  
ANTAGONIS DARI LARUTAN NUTRISI PADA  
SISTEM AEROPONIK TANAMAN KENTANG  
(*Solanum tuberosum* L.)**

**OLEH :**

**RAHMIYATI  
G 411 05 017**

Laporan Praktik Lapang dalam Mata Ajaran Minat Utama  
Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pertanian

Pada

Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin

**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2010**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**Judul Penelitian** : **Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Antagonis dari Larutan Nutrisi pada Sistem Aeroponik Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.)**

**Nama Mahasiswa** : **Rahmiyati**

**Nomor Pokok** : **G 411 05 017**

Menyetujui,



Prof. Dr. Ir Hj. Tutik Kuswinanti, MSc.  
Pembimbing I



Dr. Ir. H. Nur Amin, Dipl. Ing. Agr.  
Pembimbing II

**Ketua Jurusan  
Hama dan Penyakit Tumbuhan  
Universitas Hasanuddin**



Dr. Ir. Nur Amin, Dipl. Ing. Agr.  
Ketua Jurusan

Tanggal Pengesahan : 2010

**PANITIA UJIAN SARJANA  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**(TIM PENGUJI)**



Prof. Dr. Ir Hj. Tutik Kuswinanti, MSc.

Ketua



Dr. Ir. H. Nur Amin, Dipl. Ing. Agr.

Sekretaris



Dr. Ir. A. Nasruddin, M.Sc.

Anggota



Dr. Ir. Vien Sartika Dewi, MS

Anggota



Sri Nuraminah Ngatimin, SP.M.Si

Anggota

**Tanggal Pengesahan : Juli 2010**

## RINGKASAN

Rahmiyati (G411 05 017). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Antagonis dari Larutan Nutrisi pada Sistem Aeroponik Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L). (Di bawah bimbingan TUTIK KUSWINANTI dan NUR AMIN)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis bakteri yang terdapat pada nutrisi tanaman kentang (*S. tuberosum*) dengan sistem aeroponik. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Pusat Kegiatan Penelitian, Universitas Hasanuddin, Makassar yang dilaksanakan Februari 2009 sampai Agustus 2009.

Metode pelaksanaannya yaitu mengambil sampel nutrisi tanaman kentang pada sistem aeroponik yang sehat dengan kepekatan 1 ec (NGA), 1,5 ec (NGB), 1,6 (NGC) dan 1,8 (NGD). Selanjutnya diisolasi pada media tumbuh. Koloni bakteri kemudian di gores zig-zag pada media NA. Uji antagonistik terhadap *Ralstonia solanacearum* dilakukan dengan mengencerkan suspensi isolat antagonis mulai  $10^{-1}$  sampai  $10^{-8}$  cfu/ml, setelah itu kertas saring yang berukuran 0,5 cm dicelupkan ke suspensi *R. solanacearum*. Metode yang sama juga dilakukan untuk bakteri antagonis dan diletakkan berhadapan dengan *R. solanacearum* pada media NGA. Sehari setelah aplikasi dilakukan pengamatan penghambatan antara *R. solanacearum* dengan bakteri antagonis dan mengukur diameter zone penghambatan maksimal disekitar kertas saring selama tiga kali pengamatan dengan interval waktu dua hari. Isolat yang memberikan reaksi positif pada uji antagonis, selanjutnya dilakukan identifikasi berdasarkan karakteristik morfologi, fisiologi dan biokimia berdasar pada buku identifikasi bakteri.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dari 20 isolat bakteri yang diperoleh dari nutrisi tanaman kentang pada sistem aeroponik (*Solanum tuberosum* L.). Ada 16 isolat yang mampu menghambat pertumbuhan *R. solanacearum* secara in-vitro. Dari 16 isolat yang diperoleh, masing-masing dapat dikelompokkan pada dua kategori reaksi hambat antara lain empat isolat yang memilikidaya hambat rendah yaitu isolat NGA02, NGA03, NGA05, NGC01, NGD04 dan NGD05 sedangkan satu isolat yang memiliki reaksi penghambatan yang sangat kuat yaitu isolat NGA01 dengan daya hambat tinggi. Berdasarkan bentuk koloni, warna koloni, reaksi gram, endospora, pengujian anaerob, dan uji koloni kuning, diperoleh tiga genus bakteri yaitu *Clostridium* sp, *Pantoea* sp dan *Bacillus* sp.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT., Tuhan semesta alam yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada seluruh makhluk ciptaannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Antagonis dari Larutan Nutrisi pada Sistem Aeroponik Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L)”**. Kepada suri tauladan kita Nabi Muhammad SAW. Tak lupa penulis kirimkan salawat serta salam semoga senantiasa tercurah keharibaannya Amin.

Dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini, banyak kendala yang dihadapi oleh penulis sebagai manusia biasa yang tidak luput dari kekurangan dan kelemahan, namun berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, penelitian dan penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan.

Sembah sujud ananda persembahkan buat Ayahanda tercinta Drs. H. Mansyur Tahir dan Ibunda tercinta (Almarhumah) Hj. Rohani, A. Ma, terimakasih atas doa dan segala pengorbanannya selama penulis menimba ilmu. Kepada saudara-saudaraku yang tercinta : Sudirman, Syahrudin SS dan Rahmawati SP, terimakasih atas dukungannya selama ini kepada penulis.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terimakasih yang tak terhingga Penulis hanturkan kepada Prof. Dr.Ir. Hj. Tutik Kuswinanti, MSc selaku pembimbing I dan Kepala Laboratorium Bioteknologi Pertanian(PKP) yang penuh perhatian dan keikhlasan telah mengarahkan penulis selama pelaksanaan penelitian sampai penyusunan laporan ini selesai dan Dr.Ir. H. Nur Amin, Dipl. Ing. Agr. Selaku pembimbing II dan Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar, yang penuh perhatian dan keikhlasan telah mengarahkan penulis selama pelaksanaan penelitian sampai penyusunan laporan ini selesai.

Tim penguji yang telah memberikan saran untuk kesempurnaan tulisan ini. Dr. Ir. Ade Rosmana, DEA, selaku Penasehat Akademik, terima kasih atas bantuan,

pengertian dan masukan yang sangat berarti dalam masalah akademik. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan yang telah mendidik dan membekali penulis dengan pengetahuan keprofesian dan umum untuk dimanfaatkan kelak.

Sahabat sekaligus saudara penulis “Rahmawati Arma, SP, Rindawana, SP, Fasdira, SP, Yulianti ,SP, Nurhuda, Roswita , SP dan Angkatan 05 yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu, seluruh warga HMPT-UH, Peneliti khususnya K’ Eka, SP dan Laboran Lab. Bioteknologi PKP UNHAS yang tidak dapat di sebutkan satu persatu. Terimakasih atas bantuan dan kebersamaannya selama penulis menimbah ilmu di almamater tercinta ini.

Harapan penulis kiranya tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua demi kemajuan ilmu pengetahuan. Akhirnya mengutip pepatah lama “kesempurnaan hanya milik Tuhan Yang Maha Suci dan manusia tempatnya khilaf dan dosa”. Penulis sebagai manusia biasa yang tidak pernah luput dari kekurangan, penulis mohon maaf atas segala kekurangan yang terdapat di dalam skripsi ini.

Makassar, 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
I. PENDAHULUAN.....	1
1. Latar Belakang.....	1
2. Hipotesis.....	4
3. Tujuan dan Kegunaan.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
1. Arti Ekonomi Tanaman Kentang ( <i>S. Tuberosum</i> ).....	5
2. Hambatan dalam Produksi Kentang ( <i>S. Tuberosum</i> ).....	7
3. Sistem Aeroponik.....	9
4. Mikroba.....	15
1. Bakteri Antagonis.....	15
2. Bakteri Patogen.....	19
III. BAHAN DAN METODE.....	21
Tempat dan Waktu.....	21
Metode Pelaksanaan.....	21
Pengambilan Sampel.....	21
Isolasi Bakteri Antagonis dari Nutrisi Kentang.....	21
Uji Antagonistik Bakteri.....	22
Identifikasi Bakteri Antagonis.....	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
Hasil.....	26
Pembahasan.....	31
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
Kesimpulan.....	35
Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA.....	36
LAMPIRAN.....	39

**DAFTAR TABEL**

Nomor	Teks	Halaman
1	Reaksi Penghambatan Beberapa Isolat Bakteri yang diperoleh dari Larutan Nutrisi Tanaman Kentang ( <i>S.tuberosum</i> ) terhadap <i>R. Solanacearum</i> .....	26
2	Hasil identifikasi terhadap isolat bakteri pada nutrisi tanaman kentang ( <i>S. tuberosum</i> ).....	28

**Lampiran**

1	Reaksi Penghambatan Beberapa Isolat Bakteri yang diperoleh dari Larutan Nutrisi Tanaman Kentang ( <i>S.tuberosum</i> ) terhadap <i>R. solanacearum</i> .....	39
---	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	Tanaman Kentang pada Sistem Aeroponik.....	10
2	Sistem Irigasi Aeroponik Kentang.....	11
3	<i>Clostridium</i> sp.....	16
4	<i>Bacillus</i> sp.....	17
5	<i>Pantoea</i> sp.....	19
6	Gejala serangan <i>R. Solanacearum</i> pada pertanaman.....	20
7	Skema Peletakan Bakteri dan Suspensi <i>R. Solanacearum</i> .....	22
8	Tahap-tahap identifikasi bakteri.....	25
9	Uji Antagonis Bakteri yang diisolasi dari Nutrisi Aeroponik terhadap <i>R. solanacearum</i> .....	27
10	Koloni Bakteri pada Sistem Aeroponik Tanaman Kentang ( <i>S. tuberosum</i> ).....	29
11	Isolat nutrisi pada media NA Berdasarkan Warna Koloni.....	29
12	Hasil Pengujian Sifat Anaerob pada Media Hugh dan Leifson .....	30
<b>Lampiran</b>		
1	Pengukuran pH nutrisi tanaman kentang pada sistem Aeroponik.....	40
2	Tandon nutrisi tanaman kentang pada sistem Aeroponik.....	40
3	Pengambilan sampel nutrisi tanaman kentang pada sistem Aeroponik.....	41
4	Tanaman kentang pada sistem Aeroponik.....	41

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kentang (*S. tuberosum*) merupakan komoditi hortikultura yang penting, dan memiliki nilai yang tinggi. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya manfaat yang diperoleh, baik sebagai bahan pangan maupun untuk keperluan lain seperti keperluan kecantikan dan sebagai makanan obat bagi penyakit tertentu. Kondisi ini kemudian menjadikan kentang sebagai komoditi yang menguntungkan untuk diusahakan (Samadi, 2003).

Jika di negara-negara barat kentang adalah makanan pokok, di Indonesia pada umumnya umbi kentang dipakai sebagai sayur atau untuk membuat berbagai macam lauk dan kudapan (makanan kecil). Seperti halnya dengan di daerah beriklim sedang, di sini pun kentang mempunyai banyak penyakit. Meskipun demikian di Indonesia belum banyak dilakukan penelitian mengenai penyakit-penyakit tadi (Semangun, 1996).

Produktivitas kentang di Indonesia masih tergolong rendah karena pada tahun 2002 hanya mencapai 893.824 ton pertahun. Total luas panen sebesar 57.332 ha dengan produksi 15,59 ton/ha (Anonim, 2005), lebih rendah bila dibandingkan dengan produktivitas kentang di Negara-negara produsen lainnya (Nainggolon, Sudjiyo dan sabari, 1999). Produksi kentang di sulsel tahun 2002 mencapai 9,82 ton/ha, yang menunjukkan peningkatan dibandingkan dengan produksi tahun 2001 yaitu 4,49 ton/ha (Anonim, 2005). Potensi hasil umbi kentang dapat mencapai 35 ton/ha bila dikelola secara baik dan efisien (Sahat, 1991) dengan demikian produksi kentang di Sulsel lebih rendah 67% dibandingkan dengan potensi produktivitas (Anonim, 2005).

Syarat-syarat yang penting untuk tumbuhnya tanaman kentang ialah: tanahnya gembur, sarang (sedikit mengandung pasir) dan banyak mengandung humus (subur). Tentu saja air tanah tidak boleh menggenang (stagnasi), sebab dapat menyebabkan umbinya menjadi busuk, sebagai akibat serangan penyakit layu. Derajat keasaman tanah (pH) ialah antara 5-5,5. Tanaman kentang sangat peka terhadap kelembaban dalam tanah. Perubahan-perubahan kelembaban dalam tanah yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan umbi-umbinya menjadi tidak normal (bentuknya bercabang-cabang) (Sunarjono, 1990).

Usaha pengendalian sudah banyak dilakukan termasuk penggunaan bahan kimia yang ternyata menimbulkan dampak negatif bagi manusia dan lingkungan. Untuk itu pengendalian dengan menggunakan agens hayati menjadi sasaran para ahli perlindungan tanaman. Penggunaan mikriba antagonis yang hidup di daerah perakaran mempunyai prospek yang baik karena selain berfungsi untuk menekan penyakit tanaman juga dapat mendorong pertumbuhan tanaman. Mikroba-mikroba yang hidup di perakaran tanaman kentang dapat pula berasosiasi dengan mikroba-mikroba yang hidup di larutan nutrisi tanaman kentang pada sistem aeroponik.

Pada sistem aeroponik formulasi unsur hara yang diberikan harus disertai dengan perhitungan cermat berdasarkan kisaran konsentrasi minimum dan maximum. Namun, angka kisaran tersebut bukanlah angka mutlak. Bila diinginkan batas konsentrasinya dapat diubah, tetapi harus di dukung dengan pengalaman dan perhitungan cermat agar sesuai untuk kebutuhan tanaman, hal ini sangat bermanfaat untuk memperbaiki kualitas hasil (Sutiyoso, 2003a).

Keunggulan sistem aeroponik diantaranya, produksi lebih tinggi kemurnian varietas lebih terjamin, tidak mencemari lingkungan. Permukaan pemakaian hara dan air lebih hemat, tanaman yang mati mudah diganti dengan tanaman baru, hasil produksi lebih kontiyu dibandingkan dengan penanaman secara konvensional, kadar oksigen dalam larutan hara lebih banyak, serta tidak tergantung pada kondisi alam atau musim (Mueller et al., 2002). Apabila menggunakan system aeroponik umbi lebih mudah dipanen, lebih bersih dan sehat karena terhindar dari pathogen tular tanah, serta efisiensi dalam penggunaan air dan hara 90% (Bahanuddin, 2006).

Salah satu resiko pada sistem budidaya dengan aeroponik adalah dalam *penyiapan larutan nutrisi*. Jika dalam larutan nutrisi terkontaminasi oleh patogen, maka secara otomatis seluruh tanaman akan terkontaminasi oleh patogen. Hal yang lain adalah kontaminasi yang diakibatkan oleh pengunjung yang tidak memenuhi standard kebersihan. Seperti yang dilaporkan oleh Zulkarnaen (2007) bahwa akibat tingginya intensitas kunjungan masyarakat ke lokasi budidaya aeroponik menyebabkan banyaknya tanaman yang terinfeksi oleh layu bakteri. Salah satu penyakit yang paling sering menyerang tanaman kentang, termasuk pada sistem aeroponik adalah penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum*, yang banyak dilaporkan menimbulkan kerugian cukup besar dalam budidaya kentang, tanaman layu dengan intensitas yang bervariasi antara 43-78%. Pada sistem budidaya dengan menggunakan media arang sekam tidak ditemukan gejala penyakit Layu Bakteri, sedangkan pada sistem budidaya secara aeroponik gejala muncul pada saat tanaman berumur 56 hst (hari setelah

tanam). Intensitas serangan layu meningkat seiring dengan bertambahnya umur tanaman pada sistem aeroponik.

Dari pemaparan diatas penelitian ini diarahkan untuk mengetahui dan mengidentifikasi jenis-jenis mikroba yang berasosiasi pada larutan aeroponik, sehingga nantinya bisa dimanfaatkan sebagai agens pengendali hayati pada sistem aeroponik.

### **Hipótesis**

Terdapat beberapa jenis bakteri antagonis pada nutrisi tanaman kentang (*S. tuberosum*) yang berasosiasi pada sistem aeroponik.

### **Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis bakteri antagonis yang terdapat pada nutrisi tanaman kentang (*S. tuberosum*) dengan sistem aeroponik.

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi tentang pemanfaatan mikroba antagonis untuk pengendalian penyakit yang terdapat pada tanaman kentang (*S. tuberosum*).

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Arti Ekonomi Tanaman Kentang (*S. Tuberosum*)

Kentang termasuk jenis sayuran penting di Indonesia, nilai ekonomis komoditas ini tergolong tinggi. Di antara jenis sayuran lain harga kentang relatif stabil, karena; (1) kentang termasuk komoditas sayuran yang dapat disimpan lama; (2) permintaan kentang terus meningkat secara signifikan; (3) pasokan kentang belum memenuhi kebutuhan, karena tanaman kentang memerlukan persyaratan agroklimat tertentu; dan (4) pengembangan kentang skala besar di Indonesia masih menghadapi kendala (Hartus, 2001).

Selain itu masih banyak lagi penyakit yang menjadi bahaya potensial diwaktu yang akan datang baik yang sekarang sudah berada di negara lain dan belum masuk ke Indonesia atau sudah berada di negara kita, tapi masih tergolong penyakit yang belum mempunyai arti ekonomi penting. Gangguan tersebut akan masih terasa jika digunakan kultivar tanaman tertentu secara luas dengan teknologi maju. Banyak diantara kultivar tanaman yang dapat berproduksi tinggi tidak tahan terhadap penyakit-penyakit penting. Atau walaupun dapat diketemukan kultivar yang tahan hanya terbatas terhadap satu atau beberapa macam penyakit saja sedangkan sering terjadi, satu macam tanaman dapat terganggu pertumbuhannya oleh berbagai macam penyakit. Gangguan penyakit tidak saja terbatas di pertanaman, tetapi terdapat pula ditempat penyimpanan, ditempat pemasaran dan sebagainya. Jadi akan sangat berbahaya sekali usaha peningkatan produksi pertanian, tidak memperhatikan terhadap kemungkinan adanya gangguan oleh penyakit tumbuhan (Anonim, 2005).

Di Indonesia, hawar daun atau busuk daun (*P. infestans*) merupakan penyakit yang sangat penting pada tanaman kentang dan tomat. Penyakit ini telah dijumpai Sejak awal kedua tanaman tersebut dibudidayakan oleh petani, yaitu pada tahun 1794 (LIPI,1980). Diduga penyakit ini semula berasal dari bibit kentang yang diimpor dari Eropa. Di lapang, penyakit ini mula-mula menyerang daun kentang atau tomat. Pada infeksi yang berat seluruh daun yang terinfeksi membusuk, sehingga akhirnya tanaman mati. Penyakit ini juga dapat menyerang umbi kentang, meskipun di Indonesia jarang ditemukan gejala infeksi pada umbi (Ferling dan Iskandar, 1995).

Menurut Direktorat Perlindungan Hortikultura (2002), serangan patogen hawar daun kentang selama tahun 2001 terjadi mulai bulan Oktober dan intensitas penyakit tertinggi terjadi pada bulan November. Intensitas penyakit yang paling rendah terjadi pada bulan Juli, Agustus, dan September, karena pada bulan-bulan tersebut musim kemarau, curah hujan dan kelembaban udara rendah. Intensitas penyakit hawar daun kentang tertinggi di Indonesia adalah Provinsi Jawa Tengah, karena Provinsi ini memiliki area pertanaman kentang yang paling luas, yaitu di Kabupaten Wonosobo.

Kerusakan oleh penyakit hawar daun dapat mengakibatkan penurunan hasil antara 10-100% (Suryaningsih, 1999). Di Belarusia (1999), *P. infestans* dapat menyerang daun-daun tanaman bagian atas (daun muda) pada awal periode pertumbuhan vegetatif tanaman dengan tingkat kerusakan daun mencapai 80-100% pada varietas yang berumur genjah, dan 70-80% pada varietas yang berumur sedang dan dalam (Anoshenko, 1999).

## 2. Hambatan dalam Produksi Kentang (*S. Tuberosum*)

Produksi Kentang yang bermutu sangat ditentukan oleh mutu benihnya karena benih yang baik akan menghasilkan produksi yang baik pula. Salah satu cara memperoleh benih Kentang yang bermutu tinggi dapat dilakukan dengan memperbanyak tanaman secara *in-vitro* atau kultur jaringan. Produksi bibit Kentang dengan bahan stek mikro/kultur jaringan bertujuan untuk menghasilkan bibit umbi mini  $G_0$  (tanaman induk). Bibit  $G_0$  ini bebas virus sebab tanaman induk dan plantlet-nya (bibit setek dalam botol) juga bebas virus. Bibit  $G_0$  dijamin bebas virus karena dibudidayakan dalam *screen house* (Hartus, 2001). Bibit  $G_1$  (benih penjenis) ditanam menghasilkan  $G_2$  sebagai benih dasar,  $G_2$  akan menghasilkan  $G_3$  sebagai benih pokok, dan  $G_4$  sebagai benih sebar untuk disebarakan ke tingkat petani (Soelarso, 1997).

Keadaan tempat dan sistem budidaya akan mempengaruhi perkembangan dan penyebaran suatu penyakit. Pada umumnya sistem bercocok tanam yang diterapkan petani sampai sekarang adalah sistem bercocok tanam tradisional (konvensional), dimana tidak memperlihatkan hal-hal yang sangat penting dengan bercocok tanam seperti penggunaan benih sehat, petani selama ini menggunakan benih secara turun temurun dari hasil panennya.

Potensi pengembangan areal kentang untuk peningkatan produksi di Indonesia masih sangat luas, yaitu 11.331.700 ha yang berada pada ketinggian lebih 700 m di atas permukaan laut yang umumnya terdapat, di luar pulau Jawa, seperti Provinsi Aceh, Sumbar, Sumut, Jambi, Bengkulu, Sulawesi Selatan, Sulawesi Utara dan Papua (Wattimena, 2006).

Di Sulawesi Selatan, daerah pengembangan kentang terbesar di dataran tinggi meliputi kabupaten Gowa, Bantaeng, Enrekang, Tator, Jeneponto, Luwu Utara dan Sinjai dengan potensi sekitar 11.405 ha (Anonim,2005). Guna memanfaatkan potensi tersebut, peran benih bermutu penting dalam kapasitas sebagai penentu produktivitas. Sulawesi Selatan merupakan salah satu sentra pengembangan kentang di kawasan Timur Indonesia, dengan potensi pengembangan 11.405 ha telah dimanfaatkan 2.541 ha (22,38 %) , sehingga masih ada peluang 8.864 ha (77,72%) dengan produktivitas 8,87 ton/ha pada tahun 2004 (BPS, 2006).

Kendala utama produksi kentang di negara-negara tropis termasuk Indonesia adalah adanya penyakit-penyakit berbahaya yang diketahui berakibat terhadap penurunan hasil yang nyata dan terbatasnya penggunaan benih kentang bermutu oleh petani. Beberapa hasil penelitian diluar negeri menunjukkan bahwa kehilangan hasil akibat penyakit Potato Leaf Roll Virus (PLRV) antara 20% - 30%, Potato Virus Y (PVY) antara 30% - 40%, dan penyakit hawar daun (*Phytophthora infestans*) yang diduga rata-rata menghabiskan 13,5% biaya produksi untuk pembelian fungisida dan biaya penyemprotannya (Hooker, 1983). Meskipun penyakit hawar daun merupakan salah satu penyakit terpenting pada tanaman kentang di Indonesia, namun informasi penelitian tentang epidemiologi masih sangat terbatas sehingga strategi pengendaliannya sulit diterapkan (Purwanti, 2005). Selain itu terdapat pula beberapa penyakit penting lainnya seperti penyakit layu bakteri dan penyakit puru akar yang disebabkan oleh nematoda. Penyakit layu bakteri disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* (Smith), penyakit ini dapat menimbulkan kerugian yang besar, karena dapat

mengurangi kualitas dan kuantitas kentang bahkan dapat mematikan tanaman (Rukmana, 1997).

### 3. Sistem Aeroponik

Aeroponik berasal dari kata *aero* yang berarti udara dan *ponus* yang berarti daya. Jadi, aeroponik adalah memberdayakan udara. Sebenarnya aeroponik merupakan suatu tipe hidroponik karena berisi larutan hara yang disemurkan dalam bentuk kabut hingga menggantung akar tanaman. Akar tanaman yang menggantung akan menyerap larutan hara tersebut (Sutiyoso, 2003<sub>b</sub>).

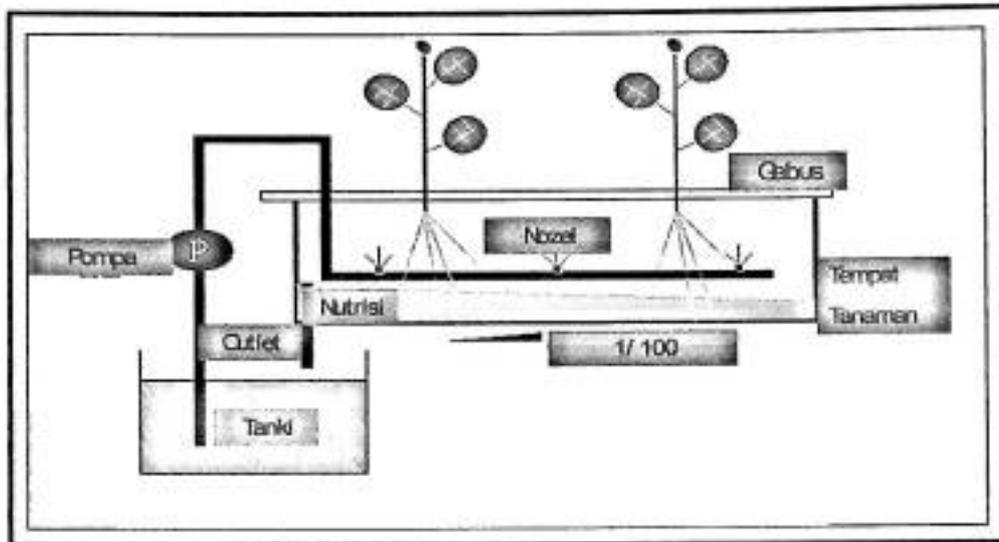
Sumber infeksi penyakit layu bakteri pada sistem aeroponik dapat berasal dari media stek yang kurang steril. Hal ini dapat disebabkan oleh proses sterilisasi media stek dengan perlakuan uap air bersuhu tinggi yang kurang lama sehingga media stek berupa sekam dan pupuk kandang, belum betul-betul steril dari patogen penyebab penyakit layu sehingga menginfeksi tanaman dan selanjutnya berkembang setelah tanaman di pindah ke sistem aeroponik. Sumber infeksi juga dapat diakibatkan dari alat kerja dan komponen aeroponik yang digunakan tidak steril. Air yang digunakan sebagai larutan hara seharusnya telah disterilisasi dengan menggunakan kaporit. Jumlah tenaga penangkar yang banyak dan kurangnya ketelitian dari tenaga penangkar memungkinkan patogen terbawa oleh manusia atau alat-alat yang digunakan masuk kedalam rumah kaca (Zulkarnaen, 2007).



Gambar 1 : Tanaman Kentang pada sistem Aeroponik (Sumber : Rahmiyati, 2009).

Prinsip kerja aeroponik untuk tanaman kentang adalah sistem irigasi yang digunakan melalui sistem pengabutan, memberikan kontribusi yang besar bagi perkembangan budidaya tanaman karena adanya suplai nutrisi yang kontinyu bagi tanaman. Budidaya sistem aeroponik dapat menghasilkan produksi umbi bibit kentang dua kali lipat lebih banyak dibandingkan penanaman yang dilakukan secara konvensional (Baharuddin dan Badron, 2005).

Salah satu keunggulan budidaya aeroponik adalah oksigenasi dari tiap butiran kabut halus larutan hara yang sampai ke akar. Selama perjalanan dari lubang *springler* sampai ke akar, butiran akan menambat oksigen dari udara sehingga kadar oksigen terlarut dalam butiran meningkat. Dengan demikian, proses respirasi pada akar dapat berlangsung lancar dan menghasilkan banyak energi. Selain itu, dengan pengelolaan yang trampil, produksi dengan sistem aeroponik dapat memenuhi kualitas (Park, 2005).



Gambar 2. Sistem Irigasi Aeroponik Kentang (Park, 2005).

Unsur hara esensial seperti C, H, dan O yang diperoleh dari gas  $\text{CO}_2$  dan air, harus tersedia bagi tanaman dalam sistem aeroponik. Ketiadaan unsur tersebut menyebabkan proses fisiologi tanaman akan terganggu sehingga proses produksi terhambat. Selain C, H, dan O, unsur esensial lain yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak (makro) pada sistem aeroponik adalah : N, P, K, Ca, Mg dan S. Juga unsur hara mikro yaitu : Fe, Mn, Cu, Zn, B, dan Mo. Pada sistem aeroponik semua unsur yang dibutuhkan tersebut sudah disediakan dalam larutan yang diberikan secara terputus-putus (Sutiyoso, 2003<sub>a</sub>).

Metode aeroponik secara detail adalah sebagai berikut ; helai Styrofoam yang digunakan berukuran panjang dua meter, lebar satu meter dan tebal tiga centimeter. Pada Styrofoam dibuatkan lubang berdiameter 1,5 cm sebagai lubang tanam dengan jarak 25 cm x 35 cm. untuk mendukung berdirinya bibit, akar dililit dengan busa atau rockwool. Pada media dipasang selang pipa polyethylene untuk mengalirkan nutrisi. Tiap 80 cm selang dipasang springkler spray jet yang biasa memutar ke segala arah. Tenaga untuk mendorong air ke luar springkler diperoleh

dari pompa air berdaya listrik tinggi. Untuk menghasilkan butiran, pompa hendaknya bertekanan tinggi (1,5-2 atmosfer) (Sutiyoso, 2003<sub>a</sub>)

Konsep formulasi unsur hara sangat berguna dalam memperbaiki kualitas produksi. Dengan merencanakan formulasi antar hara, maka perbaikan hasil dan mutu dapat dilakukan. Namun harus disertai dengan penilaian unsur hara yang direkayasa dan dihitung konsentrasinya yang ditambahkan atau dikurangi dengan tujuan akhir adalah kualitas akan bertambah baik. Dengan menggunakan formulasi unsur hara ini, maka berdasarkan pengalaman akan diperoleh kemudahan dalam meramu pupuk aeroponik. Bila musim atau cuaca berubah, secara cepat dapat dibuatkan rumusan ramuan baru yang lebih sesuai dengan kondisi yang baru (Sutiyoso, 2003).

Muhibuddin (2007) mengemukakan bahwa formula NPK (10:12:16) ppm dan FeMnCu (2,0:1,0:0,6) ppm dapat meningkatkan jumlah umbi, diameter umbi, kandungan karbohidrat, kandungan protein, kandungan Vitamin C, ketebalan kulit dan kekerasan umbi serta menurunnya kadar air umbi dalam sistem aeroponik. Hal ini disebabkan karena unsur-unsur tersebut merupakan unsur esensial yang terlibat dalam fotosintesis, respirasi dan translokasi.

Kisaran konsentrasi setiap unsur hara dalam larutan siap pakai, perlu juga diketahui. Bila konsentrasi terlalu rendah maka, akan banyak menampilkan gejala defisiensi dan pertumbuhan tanaman tidak sempurna, sebaliknya bila konsentrasi berlebihan, maka terjadi fitotoksisitas dan pertumbuhan tanaman pun tidak normal.

Rhizosfer juga mempengaruhi ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Hal ini terjadi karena sering kali tanaman tidak mampu memanfaatkan nutrisi di dalam tanah secara langsung sehingga nutrisi tersebut menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Adanya mikroba pengoloni rizosfer membantu melepaskan nutrisi dari sumbernya, dan menjadi tersedia bagi tanaman. Misalnya, fosfat dari apatit atau dari senyawa organik yang rumit. Umumnya, mikroba mempunyai kemampuan untuk menumpuk sejumlah nutrisi di dalam tanah.

Berikut ini akan diuraikan beberapa nutrisi anorganik yang umumnya disediakan melalui mikroba rizosfer bagi tanaman.

#### 1. Nitrogen

Ketika sisa-sisa tanaman diuraikan oleh mikroba, khususnya bakteri, maka bakteri pengamonium, misalnya *Azotobacter* sp., *Clostridium pasteurianum* dan *Bacillus polymyxa*, mengubah bahan yang mengandung nitrogen ke gas amonium dan nitrogen. Penguraian ini tergantung pada pasokan energi, khususnya sumber karbon. Hal ini selain akan berpengaruh pada pembatasan pertumbuhan tanaman dan penguraian oleh bakteri, juga akan berpengaruh pada pengambilan nutrisi mineral oleh rhizosfer. Pada daerah rhizosfer, jumlah nitrogen yang diasimilasi oleh mikroba yang Sangat nyata, dan ini berpengaruh pada ketersediaan nitrogen bagi tanaman. Adanya kahat nitrogen pada tanaman akan dapat dicukupi oleh pasokan nitrogen dari hasil asimilasi karena mikroba tersebut.

## 2. Fosfor

Beberapa mikroba rizosfer juga berpengaruh dalam penyediaan sumber nutrisi fosfor dari sumber yang tidak dapat tersedia bagi tanaman. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan penyerapan fosfor yang tidak tersedia, diikuti oleh penambahan mikroba rizosfer pada tanah steril. Akan tetapi, mikroba yang tumbuh di permukaan tanaman mempunyai pengaruh yang berlawanan, yaitu meningkatkan bahan yang tidak larut. Peningkatan ketersediaan fosfat bagi tanaman disebabkan oleh adanya bakteri fosfat, yang memberikan suasana asam pada sumber fosfat tak-tersebut sehingga melarutkan fosfat kalsium dan meningkatkannya ketersediaan bagi tanaman. Bakteri fosfat awalnya dirangsang oleh eksudat akar. Selain bakteri, juga ada beberapa spesies jamur yang mampu menyediakan fosfat bagi tanaman. Beberapa asam yang dihasilkan oleh Jamur, aktinomicetes, dan bakteri pada daerah akar adalah asam laktat, glikolat, sitrat dan suksinat. Ferri fosfat di dalam tanah dapat dikurangi dengan penambahan beberapa strain *Bacillus megaterium* yang menghasilkan hidrogen sulfida, dan diubah ke ferro sulfida hitam dan melepaskan fosfat yang tersedia dari sumber mineral yang tak-tersebut.

## 3. Nutrisi lain

Bikarbonat lebih banyak dijumpai pada rizosfer dari pada di daerah tanah sebelahnya. Hal ini terjadi karena produksi karbon dioksida oleh mikroba rizosfer menambah keaktifan pelarutan akar pada kalsium karbonat. Adanya mikroba rizosfer juga meningkatkan ketersediaan senyawa besi dan mangan, yang disebabkan oleh perubahan potensi redoks. Jadi,

senyawa besi, mangan, dan logam lainnya terjadi karena penggabungan senyawa organik yang dibentuk oleh mikroba. Hal ini menyebabkan kompleks logam organik menjadi digunakan oleh tanaman. Jadi, rizosfer tampak memperlihatkan dua fungsi yaitu penggabungan atau pelekatan logam. Senyawa pelekat di alam dijumpai sangat sedikit dan rendah kestabilannya untuk melekat besi atau logam (Soesanto, 2008).

#### **4. Mikroba**

##### **4.1 Mikroba Antagonis**

Mikroba antagonis ialah jasad renik yang mempunyai pengaruh yang merugikan terhadap mikroorganisme lain yang tumbuh dan berasosiasi dengannya. Agen antagonis ialah mikroorganisme yang dapat mengintervensi atau menghambat pertumbuhan patogen pada tumbuhan (Istikorini, 2002).

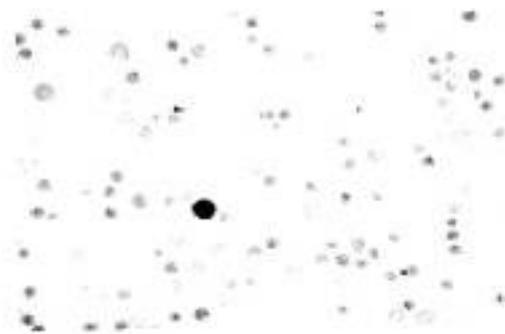
Menurut Hastuti (2007), mikroba antagonis memiliki spesifikasi seperti bermanfaat dan dapat digunakan sebagai sumber bahan aktif biopestisida. Spesifikasi mikroba antagonis dapat bersifat saprofit, berasal dari kelompok patogen yang avirulen dan umumnya berada pada tanah-tanah disekitar perakaran tanaman (rizosfer). Rizosfer ialah daerah batas tanah yang dipengaruhi secara langsung oleh sekresi akar tanaman dan yang berhubungan dengan mikroorganisme tanah.

##### **1. *Clostridium* sp.**

Bakteri-bakteri yang terdapat dalam genus *clostridium* memiliki ciri-ciri yang bersifat anaerob, perkembangbiakan dengan spora dan berbentuk batang, dapat diisolasi secara terus menerus dari tanaman yang membusuk. Walaupun bakteri ini selalu membawa strain gram negatif tetapi beberapa strain bervariasi

menjadi gram negatif. Clostridium dapat berkembang lebih baik pada kondisi anaerob dibanding dengan aerob. Strain berbeda dalam sensitifitasnya pada oksigen, dan jika kondisi yang lainnya optimal maka beberapa strain bisa berkembang dalam kandungan oksigen sebanyak 2 sampai 4 %. Clostridium tidak mempunyai kemampuan untuk menghasilkan sulfat atau sulfide (Soesanto, 2008).

Kingdom	: Bakteria
Divisi	: Firmicutes
Kelas	: Clostridia
Ordo	: Clostridiales
Famili	: Clostridiaceae
Genus	: <i>Clostridium</i>



Gambar 3 : *Clostridium* sp (Anonim, 2007).

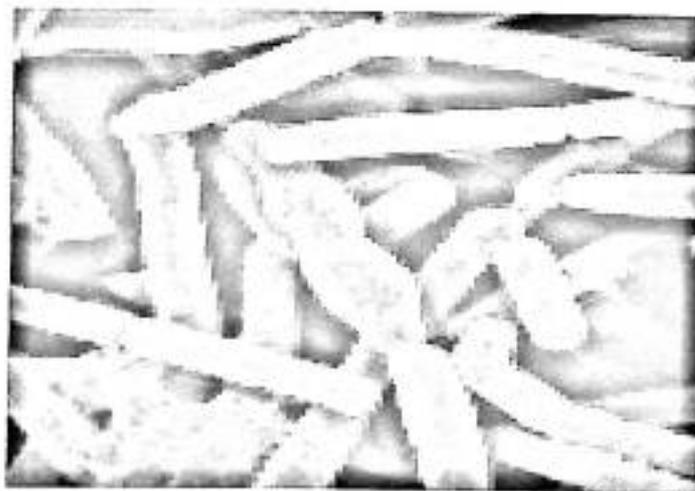
Genus *Clostridium* dapat berkembang secara optimal pada temperatur 30 sampai 37°C. Pada spesies berbeda *Clostridium* bisa berkembang pada temperatur 5 °C. Temperatur optimal bagi *Clostridium* untuk berkembang adalah dibawah 22 °C dan beberapa diantaranya dapat berkembang dengan sempurna pada suhu 10 °C. Tanaman yang terinfeksi oleh *Clostridium* pada kondisi anaerob biasanya terdapat akar yang berwarna putih (Soesanto, 2008).

## 2. *Bacillus* sp.

Menurut Schaad *et al* (2001) sistem klasifikasi bakteri *Bacillus* sp. Adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Prokaryotik
Divisi	: Bakteria
Sub divisi	: Eubacteria
Kelas	: Schizomycetes
Ordo	: Eubacteriales
Famili	: Bacillaceae
Genus	: <i>Bacillus</i>

Bakteri dalam genus *Bacillus* berbentuk batang dengan ukuran lebar 1,0 – 1,2  $\mu\text{m}$  dan panjang 3 – 5  $\mu\text{m}$ , gram positif, membentuk endospora dan suhu untuk pertumbuhannya maksimum 40 - 45  $^{\circ}\text{C}$ , tetapi salah satu kelebihan bakteri ini karena mampu membentuk endospora sehingga mampu bertahan pada kondisi yang ekstrim 70 – 80  $^{\circ}\text{C}$  dan minimum 10 -15  $^{\circ}\text{C}$  (Baharuddin *et al.*, 1998).



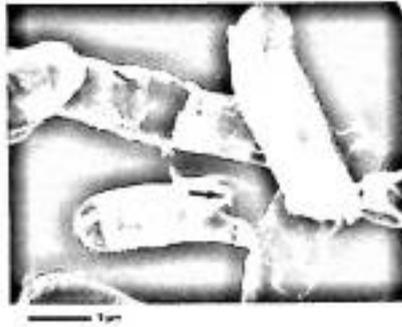
Gambar 4 : *Bacillus* sp (Anonim, 2007).

Strain *Bacillus* sp. dapat digunakan sebagai agen pengendalian hayati yang potensial. Bakteri ini dapat menekan cendawan atau bakteri patogen dengan antibiosis (Merriman *er all.*, 1974). Dan kompetisi nutrisi (Knudsen and Spurr, 1988). *Bacillus* dapat membentuk struktur dorman yaitu endospora yang bersifat resisten terhadap bahan-bahan kimia dan perlakuan fisik (Rusmana dan Ratna, 1994). Menurut laporan Schaad *et al* (2001) bahwa *Bacillus* sp. memproduksi antibiotik yaitu bacylisin dan fengymycin, anterimin yang dapat menghambat pertumbuhan patogen.

### 3. *Pantoea* sp.

Bakteri ini termasuk ke dalam Enterobacteriaceae. Bakteri *Pantoea* berbentuk batang lurus, berukuran  $(0,6 - 1,0) \times (0,1 - 3,0) \mu\text{m}$  dan gram negatif. Bakteri bergerak dengan flagellum tepi, bersifat anaerob fakultatif, hidup secara saprofit dan atau epitif, oksidase negatif dan katalase positif. Bakteri menghasilkan asam dari gula seperti glukosa, fruktose dan galaktose. Bakteri dapat diisolasi selain dari tanaman, juga dari inang hewan dan manusia (Schaad *et al*, 2001).

Bakteri membutuhkan kondisi lingkungan optimum untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Suhu optimum yang diperlukan antara  $27 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$  dengan kelembapan  $50 - 58 \%$ . Bakteri ini menghasilkan pigmen karoten yang umum misalnya *zeaxanthin- $\beta$ -diglucoside*. Pigmen ini mampu melindungi sel bakteri dari sinar ultraviolet, yang mengimbas kerusakan baik pada DNA maupun selaput sel, yang tergantung pada panjang gelombangnya. Bakteri ini mempunyai waktu generasi atau waktu penggandaan  $25 - 30$  menit dengan metode biakan melalui penggojokan (Soesanto, 2008).



Gambar 5 : *Pantoea* sp (Anonim, 2007).

Bakteri antagonis ini umumnya digunakan untuk mengendalikan secara hayati terhadap penyakit pascapanen. Bakteri ini mampu menghasilkan antibiotika atau bakteriosin, yang jalur sintesisnya berbeda dengan jalur biosintesis histidin. Antibiotiknya antara lain sefalosporin, sefamisin, monobaktams serta pantoasin A dan B. Struktur pantoasin A belum diketahui, sedangkan pantoasin B mempunyai struktur asam (R)-N-[(S)-2- amino-propanoylamino)-methyl]-2-methanosulfonyl-suksinamat, yang dapat menghambat metabolisme bakteri patogen (Soesanto, 2008).

#### 4.2 Mikroba Patogen

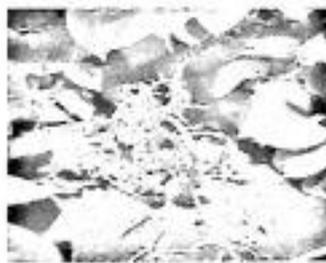
##### Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum* Smith)

Dalam sistematika menurut Anonim (2005), *Ralstonia solanacearum* di klasifikasikan kedalam Kingdom: Bacteria, Filum: Proteobacteria, Kelas: Betaproteobacteria, Ordo: Burkholderiales, Famili: Ralstoniaceae.

*R. solanacearum* merupakan salah satu bakteri patogen tanaman yang telah menyebar luas di seluruh dunia pada daerah tropis dan subtropis. Bakteri tersebut mempunyai tanaman inang yang cukup banyak, berkisar 50 famili. Di antara tanaman tersebut adalah Cabai, Tomat, Kacang-kacang, Kentang, Terung, Pisang, Jahe, Melon, Lada, Ubi Kayu, Tembakau, Semak Belukar dan pohon yang secara ekonomis sangat penting (Schaad, Jones and Chan, 2001). Akibat dari

serangan bakteri ini menyebabkan tanaman menjadi layu, daun-daun menjadi kuning, mengeriting, terjadi kematian total sehingga tanaman tidak dapat berproduksi sama sekali (Samadi, 2003).

Gejala awal yang ditimbulkan oleh *R. solanacearum* pada tanaman adalah beberapa daun muda di bagian pucuk menjadi layu dan daun-daun tua atau daun yang berada di bagian bawah menguning, jika batang dipotong, terlihat berkas pembuluhnya berwarna coklat dan apabila batang tersebut ditekan, dari berkas pembuluh keluar massa lendir yang berwarna keabu-abuan. Biasanya gejala akan tampak setelah 3 – 4 hari setelah infeksi (Semagun, 1996). Pada gambar 4 diperlihatkan gejala serangan *R. solanacearum* pada tanaman kentang.



**A**



**B**

Gambar 6: Gejala serangan *R. Solanacearum* pada pertanaman dilapangan(A), dan tanaman sakit bila dimasukkan kedalam air mengeluarkan eksudat berupa lendir berwarna putih keabu-abuan (B) (foto : Anonim, 2005).

*R. solanacearum* menyerang tanaman yang masih muda maupun dewasa. Penyebaran bakteri ini sangat cepat sehingga penularannya ke tanaman lainnya juga cepat. Bagian tanaman yang terserang adalah jaringan pengangkutan. Infeksi dapat terjadi melalui luka-luka pada akar, baik luka yang disebabkan oleh faktor mekanis maupun biologis (nematoda akar atau organisme lain). Selanjutnya bakteri masuk ke dalam jaringan pengangkutan (Samadi, 1997).

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Pusat kegiatan Penelitian, Universitas Hasanuddin, Makassar, yang dilaksanakan pada bulan Februari 2009 sampai Agustus 2009.

### Metode Pelaksanaan

#### Pengambilan Sampel di Lapangan

Larutan nutrisi dari tanaman kentang sehat pada sistem aeroponik diambil didalam tandon dengan menggunakan tempat yang steril.

Adapun lokasi dan kepekatan pada larutan nutrisi tanaman kentang (*S. tuberosum*) yang digunakan sebagai sample untuk mendapatkan bakteri antagonis dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 1: Sampel Larutan Nutrisi Tanaman Kentang untuk Mengisolasi Bakteri Antagonis.

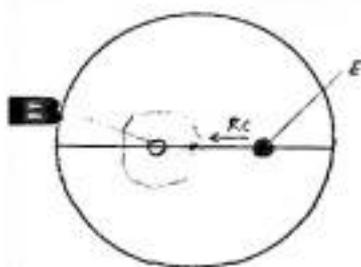
No	Kepekatan	Kode Isolat	Lokasi
1.	1 elektrical conductivity	N G A	Screen House Balai Perbenihan Kentang, Desa Ulu Ere, Kecamatan Loka, Kabupaten Bantaeng dengan ketinggian $\pm$ 1400 mpl. Suhu maximum yaitu $30^0-70^0C$ sedangkan suhu minimum yaitu $10^0-30^0C$ . Kelembaban maximum yaitu $20^0-37^0C$ sedangkan kelembaban minimum yaitu $5^0-10^0C$ .
2.	1,5 elektrical conductivity	N G B	
3.	1,6 elektrical conductivity	N G C	
4.	1,8 elektrical conductivity	N G D	

### Isolasi Bakteri Nutrisi Kentang

Selanjutnya dilakukan pengenceran dari  $10^{-1}$  sampai  $10^{-6}$ . Lalu, mengambil suspensi dari  $10^{-6}$  sebanyak 0,1 ml dengan menggunakan pipet tetes kemudian ditetaskan pada media NA dan diratakan dengan menggunakan spatula, setelah diinkubasi selama 24-48 jam kemudian dilakukan pemindahan koloni yang tumbuh pada media NA untuk Bakteri. Metode ini untuk pemurnian hingga diperoleh isolat murni untuk keperluan uji antagonis dan karakterisasi.

### Uji Antagonistik secara In-vitro

Isolat murni dari *R. solanacearum* diambil dengan menggunakan jarum ose kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi yang berisi air steril sebanyak 10 ml dan dilakukan pengenceran mulai  $10^{-1}$  sampai  $10^{-8}$  cfu/ml, setelah itu kertas saring yang berukuran 0,5 cm dicelupkan ke suspensi *R. solanacearum*. Metode yang sama juga dilakukan untuk bakteri antagonis dan diletakkan berhadapan dengan *R. solanacearum* pada media NGA. Sehari setelah aplikasi dilakukan pengamatan penghambatan antara *R. solanacearum* dengan bakteri antagonis dan mengukur diameter zone penghambatan maksimal disekitar kertas saring selama tiga kali pengamatan dengan interval waktu dua hari.



Keterangan :

E = Suspensi *R. solanacearum*

B = Bakteri antagonis

$R_c$  = Jarak penghambatan bakteri terhadap bakteri *Ralstonia solanacearum* (cm)

Gambar 7 : Skema Peletakan Bakteri dan Suspensi *R. solanacearum* (sumber ; foto Fokkema, 1971).

Efektivitas penghambatan diukur dengan menggunakan skala sebagai berikut :

Ket : -	: 0 (tidak ada penghambatan = n )
+	: $n \leq 0,1 \text{ cm} - n \geq 1 \text{ cm}$
++	: $n \geq 1 \text{ cm} - n \leq 2 \text{ cm}$
+++	: $n > 2 \text{ cm}$

### Identifikasi Bakteri

Kultur murni yang telah didapatkan, diidentifikasi sebagai berikut:

#### A. Karakteristik Morfologi

Penentuan karakteristik morfologi didasarkan pada bentuk dan warna koloni pada media biakan.

#### B. Karakteristik Fisiologi dan Biokimia

Metode pengujian sebagai berikut :

##### a. Reaksi gram

Koloni bakteri dari biakan murni diambil dengan menggunakan jarum ose dan dioleskan pada gelas objek yang telah diberi 2 tetes larutan KOH 3% diaduk melongkar selama  $\pm 5-10$  detik. Koloni yang nampak berlendir memperlihatkan reaksi positif (gram negatif) sedangkan yang tidak berlendir atau terlepas adalah negatif (gram positif).

##### b. Pembentukan Endospora

Koloni bakteri pada media agar diambil dengan menggunakan jarum ose dan dioleskan pada slide yang telah diberikan setetes air steril lalu didiamkan sampai kering. Slide direndam dengan larutan malachite green 5% dan diwarnai selama 10 menit lalu dibilas di bawah air mengalir dan dikeringkan

kemudian slide direndam dengan larutan safranin 0,5% selama 15 detik lalu dibilas dibawah air mengalir dan dikeringkan. Selanjutnya diamati di bawah mikroskop pada pembesaran 500x. Apabila sel-sel bakteri berwarna hijau maka reaksinya positif.

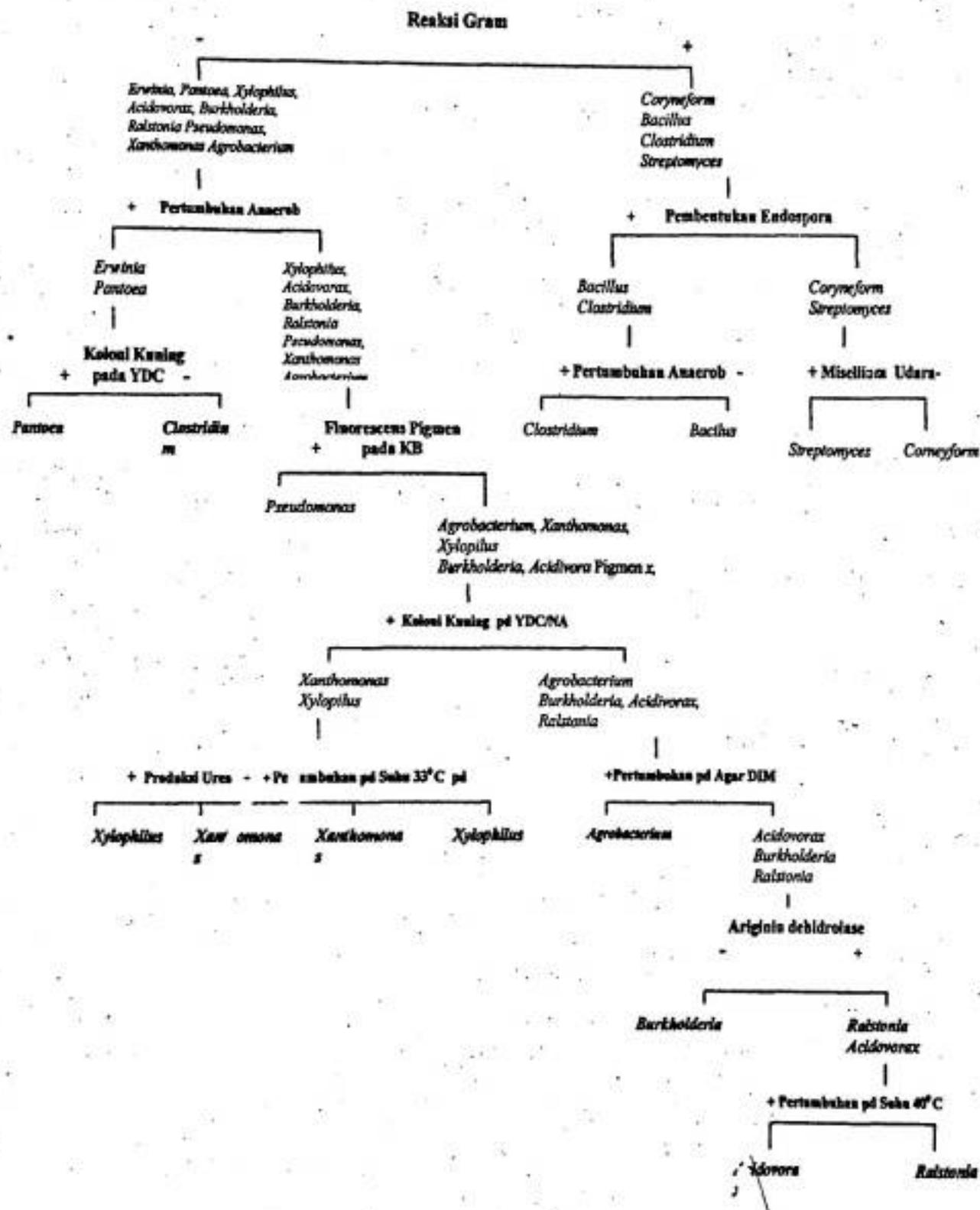
c. Pertumbuhan Anaerobik

Media yang digunakan adalah media Hugh dan Leifson. Media dimasukkan dalam tabung reaksi sebanyak 9 ml kemudian di autoclave. Setelah dingin, ditambahkan glukosa 10% yang telah disterilkan. Bakteri diinokulasikan ke dalam media kemudian ditutup dengan agar cair 3% yang steril untuk uji fermentasi, sedangkan untuk uji oksidasi tidak di tutup dengan agar cair. Jika terjadi perubahan warna menjadi kuning dan keruh pada uji fermentative maka reaksinya positif.

d. Koloni Kuning pada Media YDC

Koloni bakteri ditumbuhkan pada media YDC, diinkubasi selama 24-48 jam. Jika terbentuk koloni berwarna kuning, maka reaksinya positif.

Tahapan identifikasi isolat bakteri dilakukan dengan mengacu pada Schaad, 2001 seperti di ditampilkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 8: Tahap-tahap Identifikasi Bakteri (Schaad, 2001).



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### HASIL

Berdasarkan hasil pengamatan uji kemampuan daya hambat bakteri antagonis dari nutrisi tanaman kentang dengan sistem aeroponik dalam menghambat pertumbuhan *R. solanacearum* secara *in-vitro* dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut :

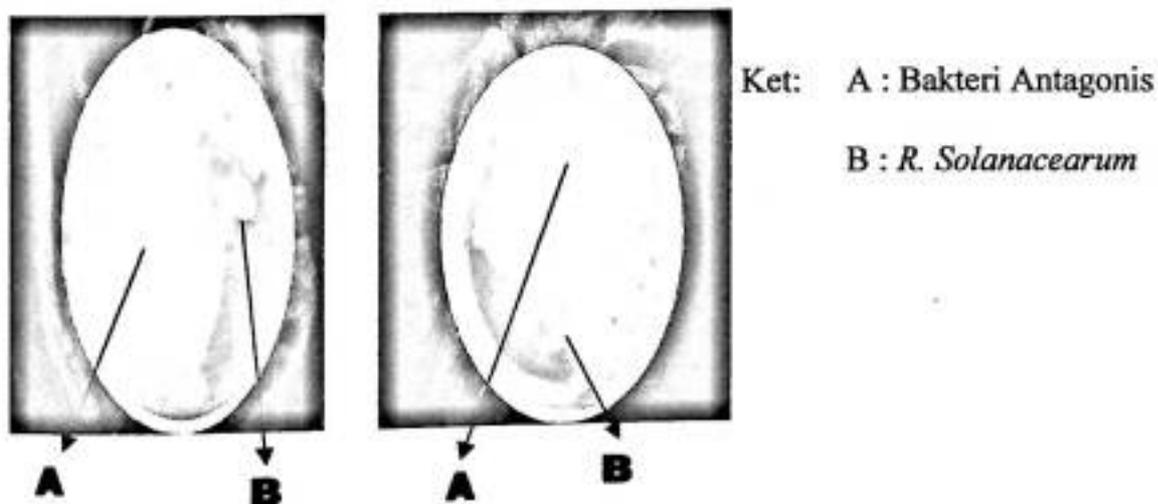
Tabel 2: Reaksi Penghambatan Isolat Bakteri dari Nutrisi Aeroponik pada Tanaman Kentang (*S. tuberosum*) terhadap *R. solanacearum*.

No	Kode Isolat	Diameter Penghambatan (cm)			Kriteria Penghambatan
		Hari-1	Hari-2	Hari-3	
1.	NGA01	1,1	2,5	3,6	+++
2.	NGA02	0,3	0,5	0,9	+
3.	NGA03	0,2	0,4	0,6	+
4.	NGA04	0,1	0,2	0,3	+
5.	NGA05	0,1	0,2	0,3	+
6.	NGB01	0,1	0,2	0,3	+
7.	NGB02	0,2	0,3	0,5	+
8.	NGB03	0	0	0	-
9.	NGB04	0,1	0,2	0,3	+
10.	NGB05	0	0	0	-
11.	NGB06	0	0,1	0,2	+
12.	NGB07	0	0,1	0,2	+
13.	NGC01	0,3	0,6	1,1	++
14.	NGC02	0	0	0	-
15.	NGC03	0	0	0	-
16.	NGD01	0	0,1	0,2	+
17.	NGD02	0,1	0,2	0,3	+
18.	NGD03	0,1	0,2	0,3	+
19.	NGD04	0,2	0,3	0,4	+
20.	NGD05	0,2	0,4	0,5	+

Ket : - : 0 (tidak ada penghambatan = n)  
+ :  $n \leq 0,1 \text{ cm} - n \geq 1 \text{ cm}$   
++ :  $n \geq 1 \text{ cm} - n \leq 2 \text{ cm}$   
+++ :  $n > 2 \text{ cm}$

Setelah di isolasi dari nutrisi aeroponik tanaman kentang (*S. tuberosum*), kemudian dilakukan uji penghambatan isolat bakteri terhadap patogen *R. solanacearum* untuk mengetahui suatu isolat bakteri berpotensi sebagai agensia hayati.

Pada tabel 2 diperoleh hasil 20 isolat yang diisolasi dari nutrisi aeroponik tanaman kentang (*S. tuberosum*) dan di uji antagonistik terdapat 16 isolat yang menunjukkan sifat antagonis antara lain NGA01, NGA02, NGA03, NGB04, NGB07, NGC01, NGD03 dan NGD04 yang termasuk dalam kelompok *Clostridium* SP.. NGA04, NGD01, NGD02 dan NGD05 termasuk dalam kelompok *Pantoea* sp.. dan isolat dengan kode NGB02 dan NGB06 yang termasuk dalam kelompok *Bacillus* sp.. dan yang memiliki kriteria penghambat yang tinggi adalah isolat kode NGA01 dengan diameter penghambatan  $\geq 2$  cm yaitu 3,6 cm. Dan isolat yang memiliki daya hambat rendah adalah isolat NGA02, NGA03, NGA05, NGC01, NGD04 dan NGD05 dengan diameter masing-masing  $\leq 2$  cm dan termasuk dalam daya hambat rendah.



Gambar 9 : Uji Antagonis Bakteri yang diisolasi dari Nutrisi Aeroponik terhadap *R. Solanacearum* (sumber ; foto Rahmiyati, 2009).

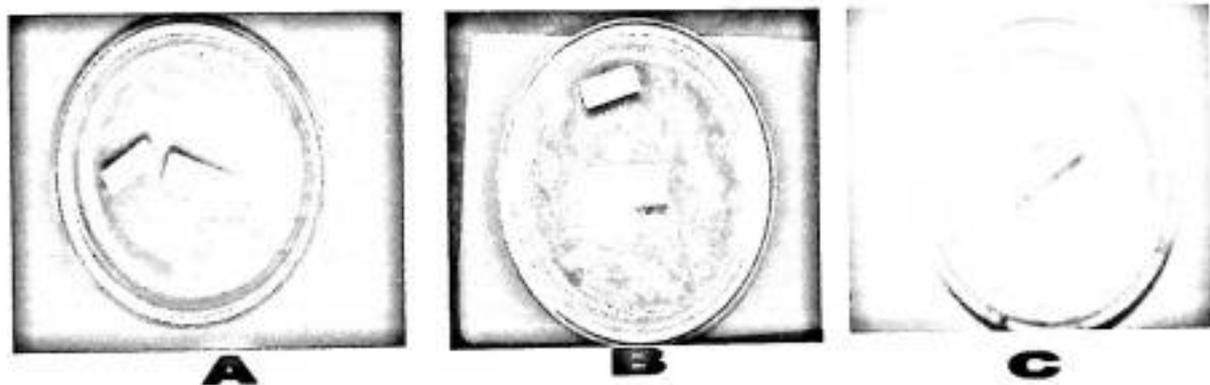
Berdasarkan bentuk koloni, warna koloni, reaksi gram, endospora, pengujian anaerob dan uji koloni kuning maka hasil identifikasi terhadap isolat bakteri yang diperoleh dari lapangan, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3: Karakteristik Bakteri pada Nutrisi Tanaman Kentang (*S. Tuberosum*).

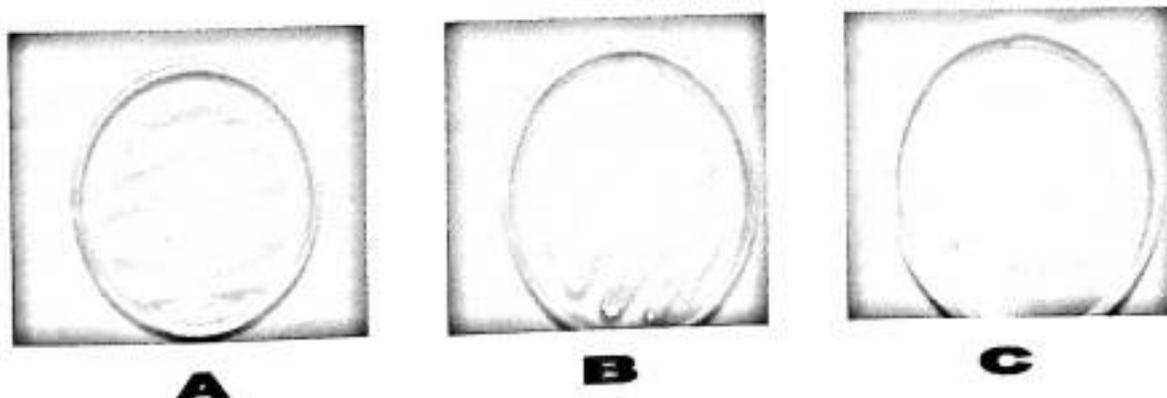
Kode Isolat	Bentuk Koloni	Warna Koloni	Reaksi Gram	Endospora	Pengujian Anaerob	Uji Koloni Kuning	Hasil Identifikasi
NGA01	Bulat	Putih susu	+	Ada	Ya	-	<i>Clostridium</i> sp
NGA02	Bulat melebar	Putih	+	Ada	Ya	-	<i>Clostridium</i> sp
NGA03	Bulat bercincin	Putih susu	+	Ada	Ya	-	<i>Clostridium</i> sp
NGA04	Bulat lonjong	Putih susu	-	Tidak ada	Ya	+	<i>Pantoea</i> sp
NGA05	Bulat	Putih	+	Ada	Ya	-	<i>Clostridium</i> sp
NGB01	Melebar	Putih transparan	+	Ada	Ya	-	<i>Clostridium</i> sp
NGB02	Bulat lonjong	Putih transparan	+	Ada	Tidak	-	<i>Bacillus</i> sp
NGB04	Bulat	Putih transparan	+	Ada	Ya	-	<i>Clostridium</i> sp
NGB06	Bulat	Putih agak kekuningan	+	Ada	Tidak	-	<i>Bacillus</i> sp
NGB07	Bulat bercincin	Putih susu	+	Ada	Ya	-	<i>Clostridium</i> sp
NGC01	Bulat	Putih susu	+	Ada	Ya	-	<i>Clostridium</i> sp
NGD01	Bulat	Putih agak kekuningan	-	Tidak ada	Ya	+	<i>Pantoea</i> sp
NGD02	Bulat transparan	Putih susu	-	Tidak ada	Ya	+	<i>Pantoea</i> sp
NGD03	Bulat lonjong	Putih	+	Ada	Ya	-	<i>Clostridium</i> sp
NGD04	Bulat melebar	Putih susu	+	Ada	Ya	+	<i>Clostridium</i> sp
NGD05	Bulat kecil	Putih keruh	-	Tidak ada	Ya	+	<i>Pantoea</i> sp

Keterangan : + : bereaksi positif  
- : bereaksi negatif

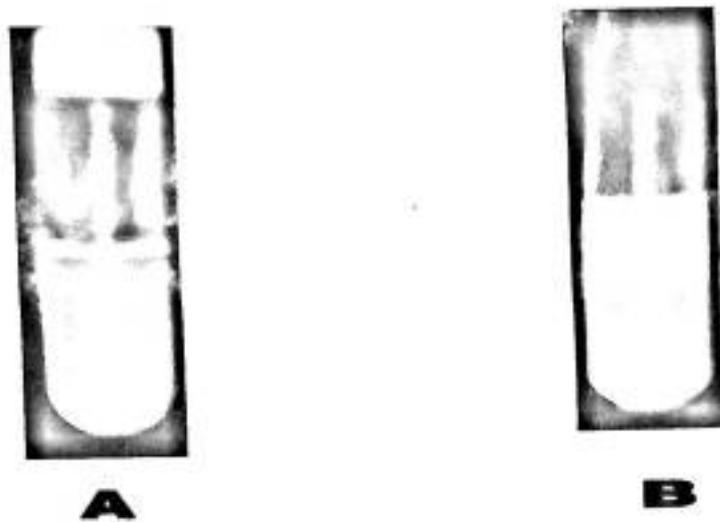
Pada tabel 3 menunjukkan bahwa dari ke 16 isolat bakteri antagonis yang telah diidentifikasi menunjukkan ada tiga jenis bakteri yaitu *Clostridium* sp, *Bacillus* sp dan *Pantoea* sp. Isolat yang menunjukkan karakteristik bakteri *Clostridium* sp. adalah isolat NGA01, NGA02, NGA03, NGA05, NGB01, NGB04, NGB07, NGC01, NGD04 dan NGD05. Isolat yang menunjukkan bakteri *Pantoea* sp. adalah isolat NGA04, NGD01, NGD02 dan NGD05 sedangkan isolat-isolat yang menunjukkan bakteri *Bacillus* sp. adalah isolat NGB02 dan NGB06.



Gambar 10: Koloni Bakteri pada Sistem Aeroponik Tanaman Kentang (*S. tuberosum*), Kepekatan 1 ec (A), Kepekatan 1,5 ec (B), dan Kepekatan 1,8 (C), (sumber ; foto Rahmiyati, 2009).



Gambar 11 : Isolat bakteri pada media NA berdasarkan warna koloni: putih (A), putih susu (B) dan putih transparan (C), (sumber ; foto Rahmiyati, 2009).



Gambar 12 : Hasil pengujian sifat anaerob pada media Hugh dan Leifson: perlakuan ditutup agar hasilnya oksidatif/aerob (A), dan perlakuan ditutup agar hasilnya fermentatif/anaerob (B) (sumber ; foto Rahmiyati, 2009).

## PEMBAHASAN

### Uji Antagonistik secara In-vitro

Pada tabel 2 diperoleh hasil 20 isolat yang diisolasi dari nutrisi aeroponik tanaman kentang (*S. tuberosum*) dan di uji antagonistik terdapat 16 isolat yang menunjukkan sifat antagonis antara lain NGA01, NGA02, NGA03, NGB04, NGB07, NGC01, NGD03 dan NGD04 yang termasuk dalam kelompok *Clostridium* SP. NGA04, NGD01, NGD02 dan NGD05 termasuk dalam kelompok *Pantoea* sp. dan isolat dengan kode NGB02 dan NGB06 yang termasuk dalam kelompok *Bacillus* sp. dan yang memiliki kriteria penghambat yang tinggi adalah isolat kode NGA01 dengan diameter penghambatan  $\geq 2$  cm yaitu 3,6 cm. Dan isolat yang memiliki daya hambat rendah adalah isolat NGA02, NGA03, NGA05, NGC01, NGD04 dan NGD05 dengan diameter masing-masing  $\leq 2$  cm dan termasuk dalam daya hambat rendah, sehingga isolat-isolat tersebut berpotensi sebagai agensia antagonis terhadap *R. Solanacearum*. Satu isolat yang memiliki reaksi penghambatan yang sangat kuat yaitu NGA01 dengan daya hambat tinggi dengan diameter penghambatan 3,6 cm. Hal ini diduga karena adanya senyawa aktif berupa antibiotik yang dikandung oleh Bakteri *Bacillus* sp. dan senyawa antibiotika yang dikandung oleh Bakteri *Pantoea* sp., sehingga mampu menghambat pertumbuhan patogen. Hal ini sesuai dengan pendapat Merriman *et al* (1974); Schaad *et al* (2001) yang menyatakan bahwa bakteri *Bacillus* sp. menekan cendawan atau bakteri patogen dengan antibiotik yaitu bacylisin dan fengymicin, anterimin yang dapat menghambat pertumbuhan patogen. Sedangkan Bakteri *Pantoea* sp. mampu menghasilkan antibiotika atau

bakteriosin antara lain sepalosporin, sefamisin, monobaktams serta pantoasin A dan B yang dapat menghambat metabolisme bakteri patogen (Loekas, 2008).

Enam isolat yang memiliki daya hambat rendah yaitu NGA02, NGA03, NGA05, NGC01, NGD04 dan NGC05 tergolong mempunyai reaksi hambat rendah. Hal ini di duga karena adanya faktor lingkungan yang kurang mendukung dan nutrisi, karena pada saat inokulasi bakteri patogen yang lebih dulu di inokulasi dibandingkan dengan bakteri antagonis sehingga antagonis tidak mampu bersaing dalam memperebutkan nutrisi seoptimal mungkin dalam ruang yang terbatas. Hal ini sesuai dengan Baker (1989) yang menyatakan bahwa adanya kompetisi terhadap ruang dan sumber daya sangat mempengaruhi laju penghambatan dimana kompetisi nutrisi dapat membentuk struktur domansi yaitu endospora yang bersifat resisten pada kondisi lingkungan yang buruk dan mempengaruhi laju pertumbuhan mikroba yang lain.

### **Identifikasi Bakteri**

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan melalui proses identifikasi bakteri berdasarkan pengamatan bentuk isolat, warna koloni, reaksi gram, endospora dan anaerob maka ditemukan 3 genus bakteri yaitu *Bacillus* sp, *Pantoea* sp dan *Clostridium* sp.

Hasil identifikasi diperoleh dua golongan bakteri yaitu bakteri gram negatif dan gram positif yang diuji dengan menggunakan KOH 3 %. Jika bakteri yang diuji berlendir berarti reaksi positif (gram negatif) dan jika tidak berlendir berarti reaksi negatif ( gram positif) (Fahy dan Persley, 1983). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa empat isolat bakteri bergram negatif ( isolat NGA04, NGD01, NGD02 dan NGD05) dan dua belas isolat bakteri lainnya

bergram positif ( isolat NGA01, NGA02, NGA03, NGA05, NGB01, NGB02, NGB04, NGB06, NGB07, NGC01, NGD03 dan NGD04).

Bakteri antagonis yang telah diidentifikasi yaitu *Bacillus* sp, *Pantoea* sp dan *Clostridium* sp.

#### 1. *Bacillus* sp

Bakteri *Bacillus* sp berdasarkan bentuk isolat bulat, warna koloni putih, reaksi gram positif, endospora positif terlihat pada isolat NGB02, dan NGB06. Hal ini sesuai dengan Soesanto (2006) bahwa Bakteri *Bacillus* sp dicirikan sebagai gram positif, berbentuk batang, bersel satu, berukuran  $(0,5- 2,5) \times (1,2 - 10) \mu\text{m}$ , bersifat aerob atau anaerob fakultatif serta heterotrof, katalase positif, sel bergerak yang membentuk endospora elips lebih tahan daripada sel vegetatif terhadap panas, kering dan faktor lingkungan lain yang merusak. Bakteri antagonis ini dapat bertahan pada kondisi lingkungan tertentu, yaitu dapat bertahan hidup pada suhu  $-5$  sampai  $75\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan tingkat keasaman (pH) antara 2-8.

#### 2. *Pantoea* sp

Bakteri *Pantoea* sp berdasarkan warna koloni putih, reaksi gram negatif, dan pertumbuhan anaerob positif terlihat pada isolat NGA04, NGD01, NGD02 dan NGD05. Hal ini sesuai dengan pendapat Schaad *et al* (2001) bahwa Bakteri *Pantoea* berbentuk batang lurus, berukuran  $(0,6 - 1,0) \times (0,1 - 3,0) \mu\text{m}$  dan gram negatif. Bakteri bergerak dengan flagellum tepi, bersifat anaerob fakultatif, hidup secara saprofit dan atau epitif, oksidase negatif dan katalase positif. Bakteri menghasilkan asam dari gula seperti glukosa, fructose dan galaktose. Bakteri dapat diisolasi selain dari tanaman, juga dari inang hewan dan manusia. Bakteri

ini termasuk ke dalam Enterobacteriaceae. Bakteri membutuhkan kondisi lingkungan optimum untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Suhu optimum yang diperlukan antara 27 – 30 °C dengan kelembapan 50 – 58 %.

### 3. *Clostridium* sp

Bakteri *Clostridium* sp berdasarkan warna koloni putih, reaksi gram positif, pertumbuhan anaerob positif, pembentukan endospora positif terlihat pada isolat NGA01, NGA02, NGA03, NGA05, NGB01, NGB04, NGB07, NGC01, NGD03 dan NGD04. Hal ini sesuai dengan pendapat Schaad *et al* (2001) bahwa Bakteri *Clostridium* sp berbentuk batang lurus, berkembang biak dengan spora, gram positif, bersifat anaerob. Strain berbeda dalam sensitifitasnya pada oksigen dan jika kondisi yang lainnya optimal maka beberapa strain biasa berkembang secara aerob sebanyak 2 sampai 4%. *Clostridium* tidak mempunyai kemampuan untuk menghasilkan sulfat atau sulfide. *Clostridium* dapat berkembang secara optimal pada temperatur 30°C.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji antagonis dan pengamatan bentuk koloni, warna koloni, reaksi gram, endospora, pengujian anaerob, dan uji koloni kuning pada isolat antagonis dari nutrisi tanaman kentang (*S. tuberosum*) pada sistem aeroponik, di peroleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan uji antagonis terhadap *R. Solanacearum* secara in-vitro dari 20 isolat bakteri pada nutrisi aeroponik tanaman kentang (*S. Tuberosum*) diperoleh 7 isolat yang memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan *R.solanacearum*.
2. Berdasarkan hasil pengamatan bentuk koloni, warna koloni, reaksi gram, endospora, pengujian anaerob, dan uji koloni kuning, maka dapat disimpulkan bahwa bakteri yang diperoleh pada nutrisi aeroponik tanaman kentang (*S. Tuberosum*) yaitu *Clostridium* sp, *Pantoea* sp dan *Bacillus* sp.

### Saran

Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan pengujian karakterisasi biokimia dan fisiologi secara in-vitro untuk mengetahui efektifitas bakteri antagonis sebagai agens hayati bakteri patogen *R.solanacearum* pada tanaman kentang (*S. tuberosum*).

## DAFTAR PUSTAKA

- Agrios G. N., 1996. **Ilmu Penyakit Tumbuhan**. Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- Anonim., 2002. **Metode Pengamatan Organisme Pengganggu Tumbuhan pada Tanaman Sayuran**. Direktorat Perlindungan Hortikultura, Jakarta.
- Anonim, 2005. **Tanaman Kentang**. [www/hortikultura.go.id](http://www.hortikultura.go.id) di akses Tanggal 7 Juni 2009.
- Anonim, 2007. **Hidroponik Tanaman tanpa Tanah**. Diakses melalui <http://www.utcampus.net>. Pada tanggal 1 Juni 2009.
- Anoshenko, B. Yu, 1999. **The late blight situation in Belarusia**. *In Late Blight a Threat to Global Food Initiative on Late Blight Conference* March 16-19, 1999 Quito, Equador.
- Baharuddin dan Badron Zakaria. 2005. **Sistem Perbenihan Kentang Berbasis Bioteknologi Ramah Lingkungan**. Pusat Kegiatan Penelitian. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Baharuddin. 2006. **Pengembangan Teknologi Produksi Benih Kentang Melalui Pendekatan Bioteknologi Ramah Lingkungan dan Sistem Aeroponik**. Disampaikan pada penyusunan Action Plan dalam Rangka Swasembada Benih Kentang di Indonesia. Bandung 19 – 21 April.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Holtikultura, 2006. **Luas Panen Kentang Menurut Provinsi 2005 – 2006**.
- Direktorat Perlindungan Hortikultura. 2002. **Serangan optimum pada komoditi sayuran tahun 2001**. Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura. Jakarta. 87 hlm.
- Fahy, P.C and G.J. Presley, 1983. **Plant Bacterial Biseases a Diagnostic Guide**. Academic Press. Sidney.
- Ferling dan Iskandar. 1995. **Strategi pendahuluan cara pengendalian penyakit *Phytophthora infestans* pada kentang secara terpadu**. Risalah Kongres Nasional XII dan Seminar Ilmiah PFI di Yogyakarta 6-8 September 1993. PFI, Yogyakarta. hlm. 735-740.
- Hartus, T., 2001. **Usaha Pembibitan Kentang Bebas Virus**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hastuti, U.S., 2007. **Keragaman dan Sebaran Mikoflora Rhizosfer pada Tanah Pertanian Kentang di Batu, Tosari dan Tumpang Jawa Timur**. Agrivita vol. 29 (1), Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.

- Hooker, W. J., 1983. **Compendium of Potato Diseases**. Departement of Botani and Pathology. Michigan State University. P 29-31; 40-42; 68-71.
- Istikorini, Y., 2002. **Pengendalian Penyakit Tumbuhan Secara Hayati yang Ekonomis dan Berkelanjutan**. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 12 hal.
- LIPI. 1980. **Ubi-ubian**. Lembaga Biologi Nasional-LIPI. Balai Pustaka, Jakarta.
- Merriman, P.R., R.D.Rice and K.F. Baker. 1974. **Effect of Seed Inoculation Bacillus subtilis and Streptomyces griseus in The Growth of Cereals and Carrots**. Australian Journal of Agricultur Research. 25 : 219-226.
- Mueller, D.S., Hartman, G. L., and W.L. Pedersen. 2002. **Use of Aeroponik Chambers and Grafting to Study Partial Resistence to Fusarium Solani f.sp. Glycines in Soybean**. Departmen of Crop Science, University of Illionois, Urbana. Plant. Dis. 86 : 1223-1226.
- Muhibuddin, 2007., **Pengembangan Sistem Produksi Benih Kentang Hasil Kultur Jaringan melalui Introduksi Teknologi Aeroponik dengan Formulasi Hara**. Disertasi Program Pascasarja S3 Ilmu pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Naingolan, P., Sudjio dan Sabari, 1999. **Daya Adaptasi Beberapa Varietas Kentang Introduksi**. Jurnal Hortikultura. 1: 3, Hal. 44-46.
- Park J.S., 2005. **Pengalaman Memperoduksi Benih Kentang GO dengan Sistem Aeroponik**. Korea Internasional Cooperation Agency (KOICA). Korea.
- Pitojo dan Setijo, 2004. **Benih Kentang**. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Purwanti, H., 2005. **Penyakit Hawar Daun (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) pada Kentang dan Tomat: Identifikasi Permasalahan di Indonesia**. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Buletin AgroBio 5(2):67-72.
- Rukmana, R., 1994. **Budidaya dan Pengaturan Panen Sayuran Dataran Rendah**. Penerbit Swadaya. Jakarta.
- Rukmana, P., 1997. **Bertanam Kentang dan Pasca Panen**. Kanisius. Yogyakarta.
- Sahat, 1991. **Hasil-Hasil Penelitian Sayuran Dataran Tinggi**. Prosiding Lokakarya Nasional Sayuran. Kerjasama Badan Litbang Pertanian, AVRDC dab ATA - 395, Lembang.

- Samadi, B., 2003. **Usaha Tani Kentang**. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Schaad NW, Jones JB, Chun W. 2001. **Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria**. St Paul, Minnesota: APS Press.
- Semangun, H., 1996. **Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan**. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Soelarso, 1997. **Budidaya Kentang Bebas Penyakit**. PT. Kanisius, Yogyakarta.
- Soesanto L., 2008. **Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman**. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Sumiati, 2000. **Konsentrasi dan Jumlah Aplikasi Mepiquat Klorida untuk Meningkatkan Prodiksi Kentang di Dataran Tinggi**. Jurnal Hortikultura 9 (4) : 293-301.
- Sunarjono, H., 1990. **Kunci Bercocok Tanam Sayur-sayuran Penting di Indonesia (Produksi Holtikultura II)**. Penerbit Sinar Baru, Bandung. Hal: 26-34.
- Sunarjono, H. 2007. **Petunjuk Praktis Budidaya Kentang**. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Suryaningsih, E., E. Chujoi, and Kusmana. 1999. **Identification of potato cultivars resistance to late blight through a Standard International Field Trial (SIFT) in Indonesia**. In Potato Research in Indonesia. Research Result in a Series of Working Papers, 1999. Collaborative Research between The RIV and CIP. p. 37-44.
- Sutiyoso, H. 2003a. **Meramu Pupuk Hidroponik Tanaman Buah, Sayur dan Bunga**. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Sutiyoso. 2003a., **Aeroponik Sayuran Budidaya dengan Sistem Pengabutan**. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Wattimena, G.A. 2006. **Prospek Plasma Nutfah kentang dalam Mendukung Swasembada Benih Kentang di Indonesia**. Pusat Penelitian sumberdaya Hayati dan Bioteknologi (PPSHB) IPB dan Jurusan Agrohort, Fakultas Pertanian. IPB.
- Zulkarnaen, 2007. **Keragaman Intensitas beberapa Penyakit penting Tanaman Kentang pada Sistem Perbenihan Aeroponik dan perbenihan dengan menggunakan Media Arang Sekam (Skripsi)**. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar.

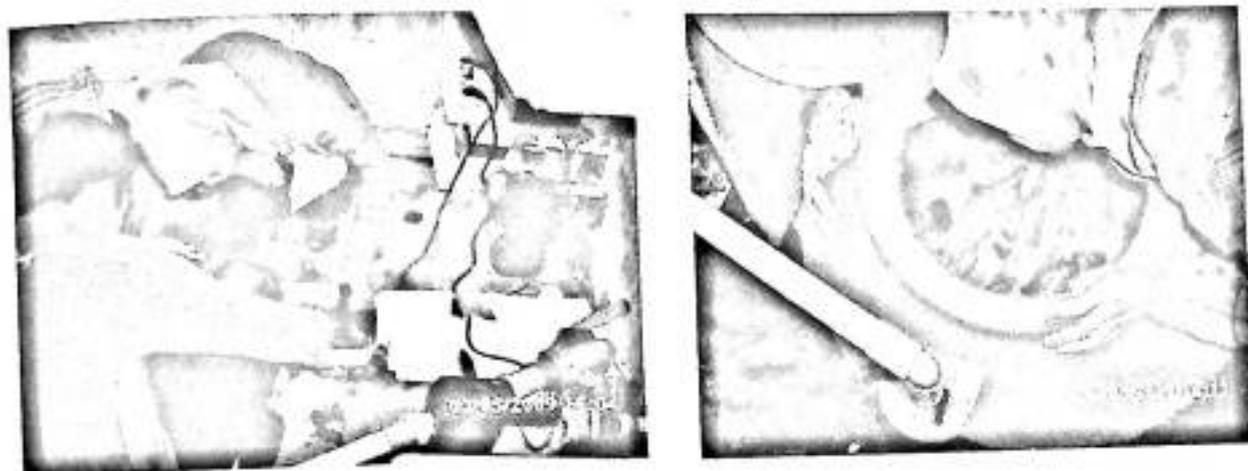
## LAMPIRAN

Tabel Lampiran : Reaksi Penghambatan Beberapa Isolat Bakteri yang diperoleh dari Larutan Nutrisi Tanaman Kentang (*S.tuberosum*) terhadap *R. solanacearum*.

No	Kode Isolat	Kepekatan	Daya Hambat
1.	NGA01	1 elektrical conductivity	+++
2.	NGA02	1 elektrical conductivity	+
3.	NGA03	1 elektrical conductivity	++
4.	NGA04	1 elektrical conductivity	+
5.	NGA05	1 elektrical conductivity	++
6.	NGB01	1,5 elektrical conductivity	+
7.	NGB02	1,5 elektrical conductivity	+
8.	NGB03	1,5 elektrical conductivity	+
9.	NGB04	1,5 elektrical conductivity	+
10.	NGB05	1,5 elektrical conductivity	+
11.	NGB06	1,5 elektrical conductivity	+
12.	NGB07	1,5 elektrical conductivity	+
13.	NGC01	1,6 elektrical conductivity	++
14.	NGC02	1,6 elektrical conductivity	+
15.	NGC03	1,6 elektrical conductivity	+
16.	NGD01	1,8 elektrical conductivity	++
17.	NGD02	1,8 elektrical conductivity	+
18.	NGD03	1,8 elektrical conductivity	+
19.	NGD04	1,8 elektrical conductivity	+
20.	NGD05	1,8 elektrical conductivity	++

Ket : - : 0 (tidak ada penghambatan = n )  
 + :  $n \leq 0,1 \text{ cm} - n \geq 1 \text{ cm}$   
 ++ :  $\geq 1 \text{ cm} - \leq 2 \text{ cm}$   
 +++ :  $n > 2 \text{ cm}$

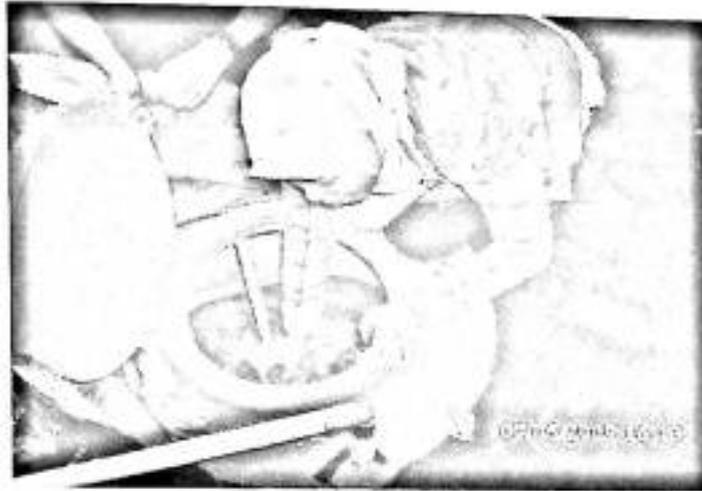
## LAMPIRAN GAMBAR



Gambar lampiran 1: Pengukuran pH nutrisi tanaman kentang pada sistem aeroponik. (sumber ; foto Rahmiyati, 2009).



Gambar lampiran 2: Tandon nutrisi tanaman kentang pada sistem aeroponik. (sumber ; foto Rahmiyati, 2009).



Gambar lampiran 3: Pengambilan nutrisi tanaman kentang pada sistem aeroponik. (sumber ; foto Rahmiyati, 2009).



Gambar lampiran 4: Tanaman kentang pada sistem aeroponik. (sumber ; foto Rahmiyati, 2009).



Gambar lampiran 5: Isolat bakteri . (sumber ; foto Rahmiyati, 2009).