

**IDENTIFIKASI DAN UJI ENZIMATIK BAKTERI ANTAGONIS
HASIL ISOLASI DARI PERTANAMAN BAWANG MERAH
(*Allium ascolanicum* L.) DALAM MENGHAMBAT
PERTUMBUHAN *Fusarium oxysporum* SECARA *IN-VITRO***

OLEH :

**DIANA SYAMSUDDIN
G 411 04 024**



UNIVERSITAS HASANUDDIN	
Tgl. Terk. a	4 - 6 - 09
Aspek	Lab per
Sampelnya	Hadis
Harga	
No. Inventaris	
No. Klas	SKR - POG

SYA
i

**JURUSAN ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2009**

**IDENTIFIKASI DAN UJI ENZIMATIK BAKTERI ANTAGONIS
HASIL ISOLASI DARI PERTANAMAN BAWANG MERAH
(*Allium ascolanicum* L.) DALAM MENGHAMBAT
PERTUMBUHAN *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. cepae (Hanz)
SECARA *IN-VITRO***

DIANA SYAMSUDDIN

G 411 04 024

**Laporan Praktek Lapang Dalam Mata Ajaran Minat Utama
Ilmu Penyakit Tumbuhan
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian**

Pada

**Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar**

**JURUSAN ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2009**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Praktek Lapang : Identifikasi dan Uji Enzimatik Bakteri Antagonis Hasil Isolasi dari Pertanaman Bawang Merah (*Allium ascolanicum* L.) Dalam Menghambat Pertumbuhan *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. cepae (Hanz) Secara *In-vitro*.

Nama : DIANA SYAMSUDDIN

Stambuk : G 411 04 024

Disetujui Oleh,



Prof. Dr. Ir. Baharuddin, Dipl. Ing. Agr.
Pembimbing I



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

Mengetahui :
Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan



Dr. Ir. Nur Amin, Dipl. Ing. Agr
NIP. 131/657 137

Tanggal Pengesahan : Juni 2009

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

(TIM PENGUJI)



Prof. Dr. Ir. Baharuddin, Dipl. Ing. Agr.
Ketua



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



Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, MSc
Anggota



Prof. Dr. Ir. Annie T. Saranga, MS
Anggota



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

Tanggal Pengesahan : Juni 2009

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, atas nikmat kesehatan dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan laporan ini untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan strata satu pada Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin. Makassar.

Ucapan terima kasih yang tak terhingga Penulis haturkan pada Prof. Dr. Ir. Baharuddin, Dipl. Ing. Agr., selaku pembimbing yang dengan penuh perhatian dan keikhlasan telah mengarahkan penulis selama pelaksanaan penelitian sampai penyusunan laporan ini selesai dan Dr. Ir. Nur Amin, Dipl. Ing. Agr., selaku pembimbing dan ketua jurusan yang dengan penuh perhatian dan keikhlasan telah mengarahkan penulis selama pelaksanaan penelitian sampai penyusunan laporan ini selesai.

Ucapan terima kasih Penulis haturkan pula pada Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti MSc., selaku Penasehat Akademik dan Kepala Laboratorium Bioteknologi Pertanian (PKP) yang telah memberikan arahan dan motivasi kepada penulis selama pelaksanaan studi dan telah menerima Penulis untuk melaksanakan penelitian di Laboratorium tersebut. Terima kasih Penulis haturkan pula pada Pak Yulis yang telah memberikan masukan-masukan dan arahan kepada penulis selama pelaksanaan penelitian sampai selesai. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh Dosen dan Staf Pegawai Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan yang telah memberikan

transfer ilmu dalam bidang perlindungan tanaman, atas informasi dan segala bentuk bantuannya.

Sembah sujud Penulis kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda Syamsuddin dan Ibunda Sitti Hasnah, atas segala bentuk pengorbanannya, kepercayaan, kasih sayang dan doa restunya sehingga Penulis dapat menyelesaikan studi sampai Keperguruan Tinggi Universitas Hasanuddin. Begitupula kepada saudara saudariku yang tersayang, K'Udin, Yuli, Nia dan Rudi. Kepada suamiku yang tercinta Abdul Haris Ikhsan dan anakku yang saya sayangi Muhammad Hadan Fiyy.

Ucapan Terima kasih penulis hanturkan pula pada teman-teman angkatan 2004 Yulianti, Ani, Santi, Novi, Anni, Lina, Evi, Suci, Manda, Diba, Indra, Nuni, Saha, Kadang, Lutfi. Muhtar, almarhum Arsnal, Yudi, Nani dan masih banyak lagi yang tidak sempat saya disebut satu persatu, segenap warga HMPT, keluarga besar PKP Anto, k'Cici, k'Lia, Rinda, Anti, k'Eka, Asti, Mimi, Asi, Sany, k'Hera, anak-anak PKL yang tidak sempat disebut satu persatu, Penulis ucapkan terima kasih atas segala bantuan, dorongan, kekompakan, saran-sarannya dan kebersamaan yang indah.

Dengan segala keterbatasan Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu saran dan kritik sangat diharapkan agar laporan ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan, Insya Allah. Akhir kata penulis mengucapkan banyak terima kasih, Wassalam.

Makassar, Juni 2009

PENULIS

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan dan Kegunaan	5
TINJAUAN PUSTAKA	
A. Bawang Merah (<i>Allium ascolanicum</i> L.)	6
1. Iklim	7
2. Tanah	8
B. <i>Fusarium oxysporum</i>	9
- Daerah Sebaran dan Arti Ekonomi	9
- Sistematika	10
- Siklus Penyakit	11
- Tanaman Inang, Gejala dan Penularan Penyakit	12
C. Bakteri	14
1. <i>Bacillus</i> sp.....	14
2. <i>Pantoea</i> sp.....	16
3. <i>Clostridium</i> sp	17

BAHAN DAN METODE

Tempat dan waktu 19

Metode Pelaksanaan 20

HASIL DAN PEMBAHASAN 27

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan 38

Saran 39

DAFTAR PUSTAKA 40

LAMPIRAN 44

DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Spora <i>Fusarium oxysporum</i>	11
2.	Spora <i>Bacillus</i> sp	15
3.	<i>Bacillus</i> sp.....	15
4.	<i>Pantoea</i> sp.....	16
5.	<i>Clostridium</i> sp.....	18
6.	Tahapan-tahapan Identifikasi	22
7.	Perubahan warna yang terjadi pada media yang telah diberi substrat	30

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Reaksi Penghambatan Beberapa Isolat Bakteri yang diperoleh dari Rizosfer Tanaman Bawang Merah (<i>Allium ascolanicum</i> L.) yang Sehat pada Uji Antagonis Secara <i>In-vitro</i>	27
2.	Hasil Identifikasi Karakteristik Morfologi, Fisiologi dan Biokimia Isolat Bakteri Antagonis pada Tanaman Bawang Merah (<i>Allium Ascolanicum</i> L.)	28
3.	Hasil Pengamatan Aktivitas Enzim Perombak Dinding Sel Secara Kualitatif pada Media CDA + CBB	29

DAFTAR LAMPIRAN



No	Teks	Halaman
1.	Persentase Penghambatan beberapa Bakteri Antagonis Terhadap Cendawan <i>Fusarium oxysporum</i> pada Tanaman Bawang Merah (<i>Allium ascolanicum</i> L.) Sehat pada Uji Antagonis Secara <i>In-vitro</i> dalam Tiga Hari Pengamatan dengan Interval Waktu 2 Hari	44
2.	Uji Pertumbuhan Anaerob	45
3.	Perubahan Warna yang Terjadi pada Uji Pertumbuhan Anaerob	45
4.	Warna koloni Bakteri <i>Pantoea</i> sp.....	46
5.	Hasil Identifikasi Bakteri	46
6.	Aktivitas Enzim Perombak Dinding Sel dari Bakteri <i>Pantoea</i> sp.....	47
7.	Aktivitas Enzim Perombak Dinding Sel dari Bakteri <i>Clostridium</i> sp.....	48
8.	Aktivitas Enzim Perombak Dinding Sel dari Bakteri <i>Bacillus</i> sp.....	48
9.	Komposisi Media	49

RINGKASAN

DIANA SYAMSUDDIN (G 411 04 024). Identifikasi dan Uji Enzimatik Bakteri Antagonis Hasil Isolasi dari Pertanaman Bawang Merah (*Allium ascolanicum* L.) dalam Menghambat Pertumbuhan *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. cepae (Hanz) Secara *In-vitro*. Dibawah bimbingan **Prof. Dr. Ir. Baharuddin, Dipl. Ing. Agr.** Dan **Dr. Ir. Nur Amin, Dipl. Ing. Agr.**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian. Pusat Kegiatan Penelitian. Universitas Hasanuddin. Makassar, yang dilaksanakan mulai Januari sampai Mei 2009.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik bakteri dan aktivitas enzim dari bakteri antagonis hasil isolasi dari pertanaman bawang merah (*Allium ascolanicum* L.) dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* Schlecht secara *in-vitro*.

Metode pelaksanaan yang digunakan adalah melakukan perbanyakan bakteri patogen dengan menggunakan media NA. Selanjutnya dilakukan uji antagonis secara *in-vitro* dengan mengukur diameter zona penghambatan maksimal selama tiga hari pengamatan dengan interval waktu dua hari pengamatan. Isolat yang memberikan reaksi positif pada uji antagonis, selanjutnya dilakukan identifikasi berdasarkan karakteristik morfologi, fisiologi dan biokimia. Setelah diketahui jenis spesies bakterinya, selanjutnya dilakukan pengujian aktivitas enzim dengan melihat perubahan warna yang terjadi pada media.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat tiga jenis mikroba yang diisolasi mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* secara *in-vitro* yaitu *Pantoea* sp., *Bacillus* sp. dan *Clostridium* sp. Dengan isolat-isolat yang mempunyai kemampuan terbaik yaitu isolat B.T-1 EK (55,17%) dan isolat yang mempunyai kemampuan terendah yaitu isolat B.T-1 JPT (39,39%). Pada uji enzim bakteri yang paling aktif memproduksi enzim yaitu *Bacillus* sp. (isolat B₁) sedangkan yang paling rendah yaitu isolat *Pantoea* sp.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Bawang merah (*Allium ascolanicum* L.) merupakan salah satu jenis sayuran yang bernilai ekonomis penting yang dapat diandalkan sebagai sumber penghasilan petani dan pendapatan Negara, penyumbang besar terhadap keanekaragaman bahan pangan dan kecukupan gizi. Bawang merah juga sebagai komoditi hortikultura yang tergolong sayuran rempah banyak dibutuhkan terutama sebagai pelengkap bumbu masakan guna menambah cita rasa dan kenikmatan makanan. Selain sebagai bumbu masak, bawang merah juga dapat digunakan sebagai obat tradisional yang banyak bermanfaat untuk kesehatan. Bawang merah mengandung senyawa kimia asam amino yang tidak berbau, tidak berwarna dan mudah larut dalam air (Rahayu dan Nur Berlian, 2005).

Bawang merah termasuk komoditas utama dalam prioritas pengembangan sayuran dataran rendah di Indonesia, karena selain sudah ratusan tahun lamanya dibudidayakan, sekaligus merupakan salah satu sumber pendapatan petani maupun ekonomi Negara. Tanaman bawang merah lebih banyak dibudidayakan di daerah dataran rendah yang beriklim kering dengan suhu yang agak panas, dan cuaca cerah. Tanaman ini tidak menyukai tempat-tempat yang tergenang air, apalagi becek (Rukmana, 2007).

Produksi bawang merah yang hampir tersebar diseluruh wilayah nusantara selalu mengalami perubahan dari tahun ke tahun. Hal ini didukung dengan data dalam

Buletin Agrobisnis (2006) bahwa harga rata-rata Rp. 8.250,-/kg. Informasi lain yang patut dipercaya bahwa harga bawang merah kering bahkan pernah mencapai Rp. 80.000,-/kg pada saat penawaran lebih kecil dari pada permintaan (Bank Indonesia, 2005). Pada awal bulan Maret 2008 ada laporan yang melalui media massa dan elektronik yang menyatakan bahwa harga umbi bawang merah di ibukota Jakarta mencapai Rp. 20.000,-/kg dan di Sulawesi Selatan pernah mencapai Rp. 25.000,-/kg. Hal ini menunjukkan bahwa prospek agrobisnis bawang merah di Indonesia cukup menggembirakan.

Agribisnis bawang merah sesungguhnya menjanjikan keuntungan yang besar, jika dikelola optimal. Umur tanaman yang relatif pendek berkisar 65-70 hari, jika tingkat produksi 15 ton/ha, dengan harga tingkat petani Rp. 5.000 maka akan diperoleh Rp. 75 juta/ha/musim. Namun produktivitas rata-rata nasional masih berkisar 6-8 ton/ha. Dengan umur yang pendek terkadang petani menanam 3 kali setahun dengan diselingi satu kali penanaman tanaman lainnya seperti padi, jagung, bawang merah atau lainnya (Direktorat Perbenihan Hortikultura, 2005).

Sulawesi Selatan merupakan salah satu dari 5 sentra pengembangan bawang merah di Indonesia, dengan potensi luas penanaman berkisar 10.205 ha, namun hingga saat ini luas penanaman baru mencapai 3.629 ha, dengan tingkat produktivitas masih rendah, yaitu 6 ton/ha, jauh dari potensi produksi yang berkisar 15 ton/ha. Rendahnya produksi bawang merah utamanya diakibatkan karena sulitnya memperoleh benih yang sehat dan bermutu, tingginya serangan hama dan penyakit dan rendahnya penguasaan teknologi baru (Baharuddin *et al.*, 2008).

Menurut Wijoyo (2007), organisme pengganggu tanaman merupakan faktor pembatas terhadap peningkatan produksi tanaman hortikultura di Indonesia termasuk bawang merah. OPT yang utama pada bawang merah yaitu Ulat bawang (*Spodoptera exiqua*), trips, layu fusarium dan bercak ungu serta antraknose. Salah satu organisme pengganggu tanaman pada bawang merah adalah cendawan *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. cepae (Hanz) yang disebut sebagai penyakit busuk umbi atau penyakit moler. Gejala serangan jamur *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. cepae (Hanz) yaitu daun menguning, terpelintir, layu dari ujung dengan cepat, pangkal batang dan akar membusuk, dan pada dasar umbi terdapat miselium cendawan yang berwarna putih (Indonext Business Directory, 2007).

Cendawan *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. cepae (Hanz) merupakan patogen tular tanah, menyerang bagian tanaman yang ada didalam tanah seperti pangkal batang, akar dan umbi, sehingga menyebabkan pembusukan pada umbi baik yang masih di lapangan maupun yang ada di tempat penyimpanan.

Pengendalian penyakit layu fusarium dapat dilakukan dengan cara menghindari bawang yang sudah terjangkit (rotasi tanaman), perbaikan drainase tanah, menggunakan umbi sehat, dan menghindari terjadinya luka pada waktu pemeliharaan (Rukmana, 2008). Menurut Rahayu dan Nur Berlian (2005) untuk mencegah penyakit pada umbi yang akan disimpan, hendajnya umbi dibhindarkan dari kerusakan atau memar. Selain itu, umbi juga harus cukup kering sebelum disimpan.

Kebutuhan masyarakat terhadap bawang merah akan terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan daya belinya. Agar kebutuhannya

dapat selalu terpenuhi maka harus diimbangi dengan jumlah produksinya. Saat ini produksi bawang merah lebih banyak diproyeksikan untuk kebutuhan dalam negeri, sedang untuk ekspor jumlahnya masih relatif rendah (Rahayu dan Berlian, 2005).

Pada tahun 2007 telah dilakukan penelitian pendahuluan dengan mengisolasi 25 jenis bakteri dan cendawan yang berpotensi sebagai antagonis dari pertanaman bawang merah (*Allium ascolanicum* L.). Hasil uji *in-vitro* penghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. cepae (Hanz) ditemukan 11 isolat, diantaranya terdapat 7 isolat bakteri yang mempunyai daya hambat yang tinggi terhadap *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. cepae (Hanz) antara lain asal Jeneponto yaitu isolat berkode Bakteri T-1, Bakteri A-1A, Bakteri A-1B dan Bakteri U-1, sedangkan asal enrekang yaitu isolat berkode Bakteri T-1, Bakteri A-1 dan Bakteri A-2 (Yulis dkk, 2007).

Dalam rangka pemanfaatannya untuk mengendalikan *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. cepae (Hanz) di lapang, maka perlu dilakukan identifikasi dan uji enzimatik untuk mengetahui karakteristik dan aktivitas enzim dari bakteri antagonis dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. cepae (Hanz) secara *in-vitro*.

Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik bakteri dan aktivitas enzim dari bakteri antagonis hasil isolasi dari pertanaman bawang merah (*Allium ascolanicum* L.) dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* Schlecht secara *in-vitro*.

Hasil dari percobaan ini diharapkan menjadi bahan informasi untuk mengetahui secara mendalam karakteristik bakteri dan aktivitas enzim dari bakteri antagonis hasil isolasi dari pertanaman bawang merah (*Allium ascolanicum* L.) dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* Schlecht secara *in-vitro*.

TINJAUAN PUSTAKA



A. Bawang Merah (*Allium ascolanicum* L.)

Menurut Rukmana (2008), kedudukan tanaman bawang merah dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan diklasifikasikan ke dalam Kingdom : Plantae, Divisi : Spermatophyta, Subdivisi : Angiospermae, Class : Monocotyledonae, Ordo : Asparagales (Liliflorae), Famili : Alliaceae (Amarayllidaceae), Genus : *Allium*, Spesies : *Allium ascolanicum* L.

Tanaman bawang merah diduga berasal dari daerah asia tengah, yaitu disekitar India, Pakistan sampai Palestina. Tanaman ini merupakan tanaman yang tertua dari silsilah budi daya tanaman oleh manusia. Daerah penyebaran bawang merah yaitu Eropa Barat, Eropa Timur, Spanyol, Amerika Serikat, Jepang, Mesir dan Turki. Di Mesir kuno sudah banyak yang menggunakan bawang merah untuk pengobatan. Ini berarti lebih dari 5000 tahun yang lalu. Sekitar 3400 tahun yang lalu bawang merah telah dikenal di Israel. Perburuan rempah-rempah oleh bangsa Eropa yang kemudian terjadi pendudukan kolonial di Indonesia menyebabkan tanaman bawang merah masuk ke wilayah Indonesia diperkirakan pada abad ke-19, dimana hampir di tiap propinsi membudidayakan tanaman bawang merah, namun sentra penanaman bawang merah terluas ada di Pulau Jawa (Rukmana, 2008). Lebih lanjut Rukmana (2007) mengemukakan bahwa bawang merah dalam perkembangannya meluas sangat cepat ke seluruh propinsi kecuali Riau, DKI Jakarta, Kalimantan Barat dan Kalimantan Timur.

Bawang merah (*Allium ascolanicum* L.) adalah tanaman semusim dan memiliki umbi yang berlapis. Tanaman ini mempunyai akar serabut, dengan daun berbentuk silinder berongga. Umbi terbentuk dari pangkal daun yang bersatu dan membentuk batang yang berubah bentuk dan fungsi menjadi membesar dan berumbi lapis. Umbi bawang merah terbentuk dari lapisan-lapisan daun yang membesar dan bersatu, dimana umbi bawang merah bukan merupakan umbi sejati seperti kentang atau talas. Bawang merah paling menyukai daerah yang beriklim kering dengan suhu yang agak panas dan cuaca cerah. Bawang merah juga membutuhkan lingkungan tumbuh yang sesuai untuk dapat berproduksi secara optimal. Secara umum ada dua aspek ekologi yang dapat mempengaruhi pertumbuhan bawang merah yaitu iklim dan tanah.

1. Iklim

Ketinggian tempat yang cocok yaitu 10 m sampai 250 m diatas permukaan laut, namun paling baik untuk tumbuh dan berproduksi sebaiknya pada ketinggian 30 m diatas permukaan laut. Hal ini menunjukkan bahwa bawang merah merupakan tanaman dataran rendah (Wibowo, 2005).

Rahayu dan Berlian (2005) mengemukakan bahwa bawang merah sebaiknya ditanam pada musim kemarau, karena tanaman ini sesuai untuk tumbuh dan berproduksi pada daerah yang beriklim kering, dengan curah hujan 300 mm sampai 2.500 mm/tahun. Menurut Admin (2007), tanaman bawang merah menghendaki curah hujan bulanan sebesar 100 mm sampai 200 mm/bulan, sehingga sangat cocok ditanam pada awal musim kemarau.

Tanaman bawang merah akan tumbuh baik pada suhu udara 22°C sampai 30°C atau suhu rata-rata 24°C dengan kelembaban nisbi 50% sampai 70%. Pada suhu tanah di bawah 20°C, pertumbuhan bawang merah terhambat, karena pengambilan unsure hara kalium oleh akar tanaman terganggu (Ipteknet, 2005; Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Peternakan Donggala, 2006 dan Rukmana, 2008).

Rukmana (2007) menyatakan bahwa untuk tumbuh dan berproduksi optimal tanaman bawang merah menghendaki penyinaran matahari sekitar 70% selama 12 jam. Karena itu, bawang merah termasuk tanaman yang memerlukan penyinaran yang cukup panjang. Selanjutnya Rukmana (2008) mengemukakan bahwa pada tempat yang terlindung dan berteduh dengan intensitas cahaya yang rendah dapat menyebabkan daun tanaman menjadi tipis dan panjang, sehingga mudah rebah yang berakibatkan pada pembentukan umbi yang berukuran kecil.

2. Tanah

Tanaman bawang merah memerlukan tanah yang berstruktur remah, tekstur sedang, drainase dan aerasi baik, mengandung bahan organik yang cukup dan reaksi tanah yang tidak masam dengan pH 5,6 sampai 6,5 (Sumarni dan Hidayat, 2005). Pada tanah alkalis dengan pH yang lebih besar 7, tanaman bawang merah memperlihatkan klorosis, kerdil dan umbi kecil, karena kekurangan unsure mangan dan besi (Rukmana, 2008). Menurut Samadi dan Cahyono (2003), pada tanah masam dengan pH 5,5 dapat menyebabkan tanaman keracunan oleh garam aluminium, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi kerdil.

Tanah lempung berpasir dan tanah endapan merupakan jenis tanah yang sangat disenangi tanaman bawang merah untuk dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik (Sumber Informasi Usahawan Tani, 2007; dan Saufi, 2008). Sumarni dan Hidayat (2005) menyatakan bahwa tanah alluvial merupakan jenis tanah yang paling cocok untuk pertanaman bawang merah di Indonesia.

Jenis bawang merah yang paling umum dibudidayakan di Indonesia yaitu bawang merah biasa (*Allium ascolanicum* L.) dan bawang merah sebenarnya yaitu bawang Bombay (*Allium cepa* L.) (Rukmana, 2007). Jenis varietas bawang merah yang banyak dibudidayakan di Indonesia seperti Sumenep, Bima Brebes, Filipina, Bali, Bangkok, Bali Ijo dan Keling, Medan, Maja Cipanas, Ampenan, Kuning dan Lampung (Samadi dan Cahyono, 2003; Rahayu dan Berlian, 2005).

B. *Fusarium oxysporum*

Daerah Sebaran dan Arti Ekonomi

Fusarium oxysporum Schlecht f.sp. *cepae* (Hanz.) sebagai penyebab busuk umbi, secara geografi ditemukan dan tersebar pada beberapa Negara seperti Mesir, Afrika Selatan, Zambia, India, Israel, Jepang, Tasmania, Italia, Amerika Utara, Amerika Selatan, Amerika Serikat dan Brazil (Brayford, 1996). Diekmann (2003) mengemukakan bahwa tanaman bawang merah yang terinfeksi oleh *Fusarium oxysporum* f.sp.*cepae* Hanz. akan menurunkan hasil dan kerusakan secara ekonomi dilaporkan dari Italia, Afrika Selatan, Jepang dan Amerika Serikat.

Laporan Wiyatiningsih dalam Portal Universitas Gadjah Mada (2008) bahwa penyakit ini telah menimbulkan kerusakan dan menurunkan hasil umbi lapis bawang merah hingga 50 persen. Penyakit busuk umbi (moler) banyak ditemukan di lahan yang sepanjang musim ditanami bawang merah tanpa pergiliran tanaman.

Menurut Duff dan Harper (2007), *Fusarium oxysporum* merupakan jamur patogen tular tanah yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi bawang merah. Dikemukakan pula oleh Gonsalves dan Ferreira (2003) bahwa meskipun cendawan dapat menginfeksi buah dan biji pada setiap saat, namun penyebaran cendawan itu dengan melalui biji atau benih adalah sangat jarang terjadi. Epidemi cendawan *F.oxysporum* f.sp. cepae Hanz. secara primer pada jarak yang pendek tersebar melalui air irigasi, angin dan alat pertanian yang terkontaminasi; dan secara sekunder tersebar melalui pertanaman yang terinfeksi atau dalam tanah sebagai media pertumbuhan tanaman.

Sistematika

Menurut Ainswoth dan Bisby (1971) bahwa cendawan *Fusarium oxysporum* diklasifikasikan sebagai berikut :

- Kingdom : Fungi
- Divisi : Eumycota
- Sub Divisi : Deuteromycota
- Kelas : Hypomycetes
- Ordo : Moniliales

Family : Tuberculariaceae

Genus : *Fusarium*

Spesies : *Fusarium oxysporum*

Gonsalves dan Ferreira (2003) mengemukakan bahwa *F. oxysporum* Schlecht. memproduksi tiga tipe spora aseksual yaitu mikrokonidia, makrokonidia dan klamidiospora. mikrokonidia terdiri atas satu sampai dua septa dan tipe ini sangat banyak dan selalu diproduksi oleh jamur pada tanaman yang terinfeksi di bawah segala kondisi. Makrokonidia terdiri atas tiga sampai lima septa dan lambat laun spora ini umumnya terdapat di atas permukaan tanaman yang terserang. Klamidiospora merupakan spora yang berbentuk bulat, tebal, yang diproduksi di ujung atau diantara miselium yang lebih tua atau di dalam makrokonidia.



Spora *Fusarium oxysporum*

Siklus Penyakit

Siklus penyakit dimulai dari cendawan yang membentuk klamidiospora dan dapat bertahan hidup di dalam tanah dan menginfeksi tanaman dengan cara menembus jaringan pangkal batang tanpa adanya luka, namun jika ada luka dapat

mempermudah penetrasi. Serangan pada umbi sangat lambat, sehingga tidak menampakkan gejala, namun setelah disimpan dan bibit ditanam di lapangan kemudian timbullah gejala. Kelembapan yang tinggi di dalam tanah akan memacu perkembangan penyakit (Semangun, 2004).

Fusarium oxysporum merupakan cendawan saprofit yang aktif dan banyak terdapat di dalam tanah dan bahan organik dengan berbagai bentuk spesialis sebagai patogen tanaman. Saprofit itu mampu bertahan hidup di dalam tanah diantara siklus tanaman yang terinfeksi dan mampu bertahan hidup sebagai miselium atau salah satu dari ketiga tipe spora *Fusarium*, dapat menginfeksi tanaman sehat, jika tanah sebagai media tumbuh tanaman terkontaminasi dengan cendawan, karena dengan tabung spora cendawan ini dapat masuk ke dalam tanaman atau miselium masuk melalui akar tanaman. Akar tanaman juga dapat terinfeksi langsung melalui ujung-ujung akar, melalui luka pada akar, dan miselium tumbuh melalui ruang antar sel korteks akar. Ketika miselium mencapai silem, maka segera masuk melalui ujung-ujung silem (Gonsalves dan Ferreira, 2003).

Tanaman Inang, Gejala dan Penularan Penyakit

Menurut Diekmann (2003) mengemukakan bahwa jamur *F. oxysporum* Schlecht disamping menyerang tanaman bawang merah juga dapat menyerang bawang putih, bawang jepang dan Asparagus. Gonsalves dan Ferreira (2003) melaporkan bahwa di Hawaii jamur *F. oxysporum* memiliki inang antara lain kentang, tebu, kacang-kacangan dan pisang, sedangkan dalam laporan Direktorat Perlindungan

Hortikultura (2007) dikemukakan bahwa di Indonesia *F. oxysporum* memiliki inang lain yaitu kentang dan tomat.

Gonsalves dan Ferreira (2003) melaporkan bahwa *F. oxysporum* dengan beberapa bentuk spesialisnya telah ditandai sebagai penyebab gejala-gejala layu pembuluh, kekuningan, busuk akar, busuk umbi dan rebah semai; dan yang sangat penting dari semua gejala itu yakni layu pembuluh. Laporan dari Direktorat Perlindungan Hortikultura (2007) bahwa gejala pertama ditandai dengan daun menguning dan jika tanaman dicabut maka akar mudah ditarik karena pertumbuhan akar tidak sempurna dan membusuk. Semangun (2004) mengemukakan bahwa pada dasar umbi lapis terdapat jamur keputih-putihan, sehingga jika dipotong membujur tampak ada pembusukan yang berair dari pangkalnya yang meluas keatas.

Gejala penyakit yang ditimbulkan oleh *F. oxysporum* pada bawang merah yaitu klorosis, daun menggulung dan mengeriting, terpelintir dan pangkal batang yang membusuk (Indonext Business Directory, 2007). Pernyataan dalam Warintek Progresso (2007) mengemukakan bahwa gejala serangan cendawan *F. oxysporum* diawali dengan kelayuan pada ujung daun yang menjalar ke pangkalnya.

Penularan penyakit biasanya ditandai oleh akar dan luka pada umbi karena benturan, sehingga umbi membusuk. Bagian yang busuk itu pada awalnya berwarna putih, kemudian warna merah muda, kemudian kuning kecoklatan yang merupakan warna spora *F. oxysporum* (Wibowo, 2001). Penyakit busuk umbi pada bawang merah sebagian besar ditularkan oleh pertanaman yang terinfeksi *Fusarium*

oxysporum melalui umbinya. Bahan tanaman yang bersifat vegetative memungkinkan terinfeksi cendawan ini, tetapi biasanya tidak menimbulkan gejala (Diekmann, 2003).

C. Bakteri

Mikroba antagonis ialah jasad renik yang mempunyai pengaruh yang merugikan terhadap mikroorganisme lain yang tumbuh dan berasosiasi dengannya (Istikorini, 2002). Agen antagonis ialah mikroorganisme yang dapat mengintervensi atau menghambat pertumbuhan patogen pada tumbuhan (<http://bpt.sumber.go.id>, diakses pada 15 Nopember 2007). 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 pathogen 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.

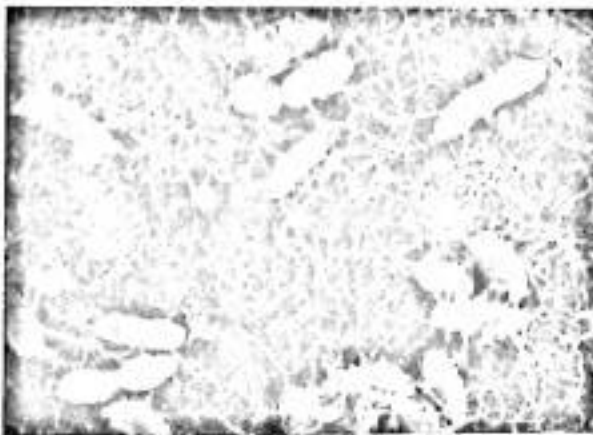
1. *Bacillus* sp.

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

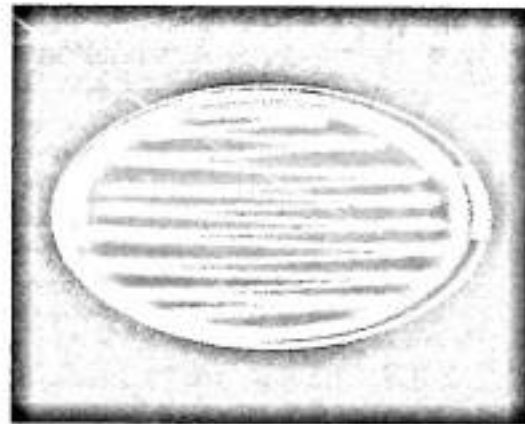
Kingdom : Prokaryotik
Divisi : Bacteria
Sub divisi : Eubacteria

Kelas : Schizomycetes
Ordo : Eubacteriales
Famili : Bacillaceae
Genus : *Bacillus*

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



Spora *Bacillus* sp.



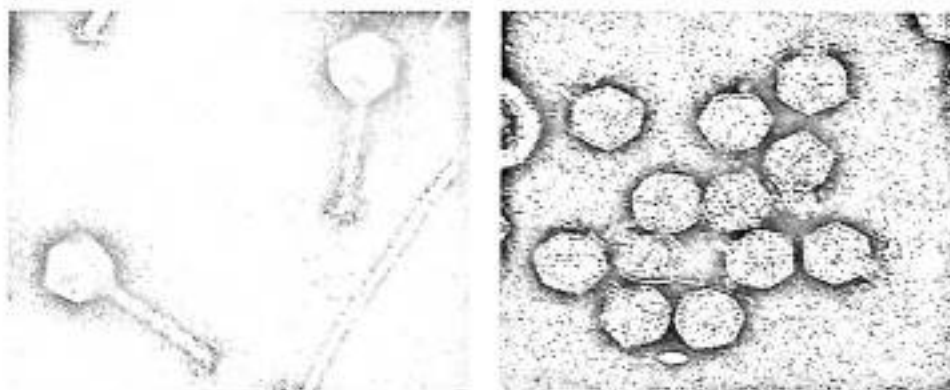
Bacillus sp

Strain *Bacillus* sp. dapat digunakan sebagai agen pengendalian hayati yang potensial. Bakteri ini dapat menekan cendawan atau bakteri patogen dengan antibiosis (Merriman *et al.*, 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.

2. *Pantoea* sp.

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



Gambar *Pantoea* sp.

Bakteri membutuhkan kondisi lingkungan optimum untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Suhu optimum yang diperlukan antara $27-30^{\circ}\text{C}$ dengan kelembapan 50-58%. Bakteri ini menghasilkan pigmen karoten yang umum misalnya *zeaxanthin- β -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).

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. Antibiotikanya antara lain sepalosporin, 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 (Loekas., 2008).

3. *Clostridium* sp.

Bakteri-bakteri yang terdapat dalam genus *clostridium* memiliki cirri-ciri 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 dengan lebih baik pada kondisi anaerob dibanding dengan aerob. Strain berbeda dalam sensitifitasnya pada oksigen, dan jika kondisi yang lainnya optimal maka beberapa strain bias berkembang dalam kandungan oksigen sebanyak 2 sampai 4 %. *Clostridium* tidak mempunyai kemampuan untuk menghasilkan sulfat atau sulfide.



Clostridium sp

Clostridium dapat berkembang secara optimal pada temperatur 30 sampai 37°C. Tetapi beberapa *Clostridium* bias berkembang pada temperatur 5°C. Temperatur optimum 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.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Pusat Kegiatan Penelitian, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini berlangsung mulai Januari 2009 sampai selesai.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah media NA, media CDA, media YDC, KOH, HCl, aquades, alkohol 70%, tissue, CBB (Commassie Brilliant Blau), Chitin, Sellulosa, Pektin, aluminium foil, kertas label, isolasi.

Alat-alat yang digunakan adalah cawan petri, oven, autoclave, erlenmeyer, jarum ose, pembakar Bunsen, timbangan analitik, magnetik stirer, alat semprot, laminar air flow, inkubator, pH meter, rak tabung dan alat tulis menulis.

Metode Pelaksanaan

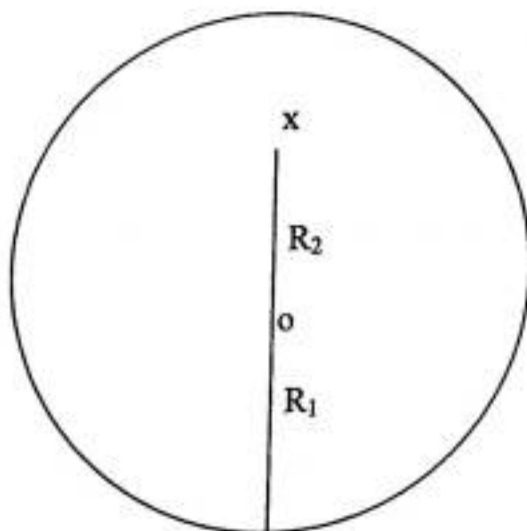


1. Perbanyak isolat

Isolat yang digunakan diperoleh dari koleksi Laboratorium Bioteknologi Pertanian. Isolat kemudian diperbanyak pada media NA. Isolat yang telah tersedia diambil dengan menggunakan jarum ose lalu dipindahkan pada media NA dengan cara zig-zag.

2. Uji *In-vitro*

Uji *in-vitro* bakteri antagonis dilakukan dengan cara menggores bakteri disamping cendawan patogen, tepat dipertengahan antara tepi media dengan patogennya. Peletakkan cendawan patogen dan antagonis menggunakan skema dari Fokkema (1973).



Keterangan :

o : Patogen

x : Antagonis

R₁ : Zone Pertumbuhan Patogen

R₂ : Zona Hambatan

Pengamatan zona hambatan dilakukan setelah dua hari dan diulangi pada tiap dua hari sampai pertumbuhan patogen pada zona yang tidak ada antagonis menyentuh tepi cawan petri. Zona ini ditetapkan sebagai zona kontrol (R_1). Cara pengamatan dilakukan dengan mengukur jari-jari pada zona hambatan (R_2) dan jari-jari pada zona kontrol (R_1). Persentase penghambatan patogen dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$R = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100 \%$$

Dimana : R = Persentase penghambatan pertumbuhan (%)

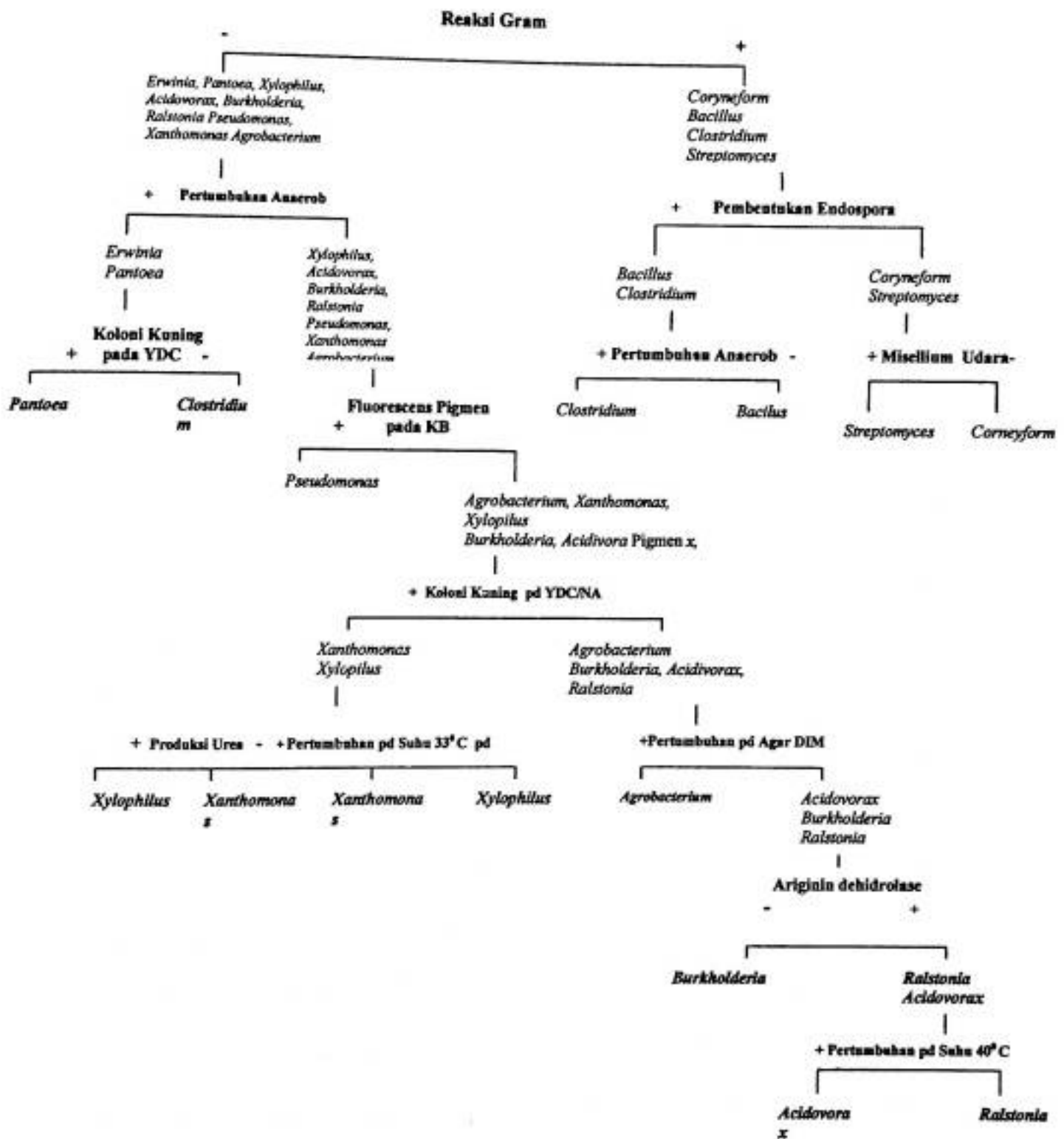
R_1 = Diameter pertumbuhan cendawan patogen pada kontrol (cm)

R_2 = Diameter pertumbuhan cendawan patogen pada antagonis (cm)

Hasil uji *in-vitro* akan diperoleh isolat-isolat antagonis yang potensial untuk menekan cendawan *F. Oxysporum* f.sp. cepae Hanz., kemudian dilakukan identifikasi dan pengamatan terhadap aktivitas enzim.

3. Identifikasi Bakteri

Kultur murni yang telah didapatkan, diidentifikasi berdasarkan Schaad *et al.* (2001) sebagai berikut :



Gambar 1. Tahap-tahap Identifikasi Bakteri

A. Karakteristik Morfologi

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

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 dua tetes larutan KOH 3% diaduk melingkar 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 diberi setetes air steril lalu didiamkan sampai kering. Slide direndam dengan larutan malachite green 5 % dan warnai selama 10 menit lalu dibilas di bawah air mengalir dan dikeringkan, kemudian slide direndam dengan larutan safranin 0,5 % selama 15 detik lalu dibilas di bawah air mengalir dan dikeringkan. Diamati di bawah mikroskop pada pembesaran 500x. Sel-sel bakteri berwarna merah dan spora berwarna hijau maka reaksinya positif.

c. Pertumbuhan Anaerobik

Media yang digunakan adalah media Hugh dan Leifson. Media dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 9 ml kemudian diautoklaf. Setelah

dingin, ditambahkan glukosa 10% yang telah disterilkan. Bakteri diinokulasikan ke dalam media kemudian ditutup dengan agar cair 3% yang steril untuk uji fermentatif, sedangkan untuk uji oksidatif tidak ditutup dengan agar cair. Jika terjadi perubahan warna menjadi kuning dan keruh pada uji fermentatif maka reaksinya positif.

d. Miselium Udara

Koloni bakteri ditumbuhkan pada media agar, diinkubasi selama 24 – 48 jam. Jika terbentuk miselium udara maka reaksinya positif, Diamati di bawah mikroskop pada pembesaran 500x.

e. Koloni Kuning pada Media YDC

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

f. Pigmen Fluoresent

Koloni bakteri ditumbuhkan pada media Kings'B. Setelah 24 - 48 jam tumbuh pada suhu 27 °C, dapat dilakukan pengamatan. Jika terbentuk pigmen fluoresent yang ditandai dengan perubahan warna media menjadi hijau yang berarti reaksi positif.

g. Pembentukan Urea

Media yang digunakan adalah Dye's media yang terlebih dahulu diautoclaf dan didinginkan hingga 55°C, kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi masing-masing 5 ml lalu ditutup dengan kapas dan aluminium foil dan

disterilkan pada autoclaf. Setelah media dingin, ditambahkan urea 10% yang telah steril sampai konsentrasi akhir menjadi 2%. Kultur bakteri diinokulasi dengan menggunakan jarum ose, sebagai pembanding yaitu media tanpa urea. Diinkubasi selama 7 hari. Jika terjadi perubahan warna dari kuning menjadi merah keunguan maka terindikasi terbentuknya urea yang berarti reaksi positif.

h. Tumbuh pada Suhu 33°C dan Media YDC

Koloni bakteri pada media YDC. Setelah 24 - 48 jam tumbuh pada suhu 33 °C, dapat dilakukan pengamatan. Jika bakteri dapat tumbuh, berarti reaksi positif.

i. Tumbuh pada Dim Agar

Koloni bakteri pada media agar diambil dengan menggunakan jarum ose dan digores pada media DIM agar, pengamatan dilakukan setelah di inkubasi selama 2 - 3 hari. Jika terdapat koloni bakteri maka reaksinya positif.

j. Pemanfaatan Arginin

Isolasi bakteri dari biakan murni dimasukkan kedalam tabung reaksi yang berisi media arginin. Selanjutnya kultur tersebut ditutupi dengan agar untuk menghindari masuknya udara (kondisi anaerob) dan diinkubasi pada suhu kamar 27 °C. Jika bakteri tersebut tumbuh pada kondisi anaerob maka setelah beberapa hari akan terjadi perubahan warna dari ungu menjadi merah (reaksi positif).

k. Tumbuh pada Suhu 40°C

Kultur bakteri ditumbuhkan pada media NBY sebanyak 5 – 10 ml pada tabung reaksi. Dilakukan pengamatan pertumbuhan selama 15 dan 24 jam. Jika bakteri dapat tumbuh, maka reaksinya positif.

4. Pengujian Aktivitas Enzim

Aktivitas enzim selulase, chitinase dan pektinase dilakukan pada media CDA (Czapek Dox Agar) + CBB (Commassie Brilliant Blau) menurut metode dari Wirth (1984) dalam Noormita (2003). Substrat yang digunakan adalah carboxymethyl selulase, chitin dan pektin sebanyak 0,1 % (w/v) yang dicampurkan pada media CDA (Czapek Dox Agar) + CBB (Commassie Brilliant Blau) dengan pH 5,5. Setelah penanaman inokulum pada media CDA, plester pinggiran cawan dan bungkus dengan kertas. Setelah itu diinkubasi didalam inkubator dengan suhu 30° selama 72 jam. Setelah 3 hari akan terbentuk zone perubahan warna pada media. Tingkat aktivitas enzim di ukur berdasarkan perubahan warna yang terbentuk.

Keterangan :

- = Tidak ada perubahan warna (tetap biru tua)
- + = Warna biru muda
- ++ = Warna biru sangat muda
- +++ = Warna biru muda keputihan

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Berdasarkan hasil pengamatan uji kemampuan bakteri antagonis pada rizosfer tanaman bawang merah (*Allium ascolanicum* L.) dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* secara *in-vitro* dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Reaksi Penghambatan Beberapa Isolat Bakteri yang diperoleh dari Rizosfer Tanaman Bawang Merah (*Allium ascolanicum* L.) yang Sehat pada Uji Antagonis Secara *In-Vitro*.

No	Kode Isolat	Persentase Penghambatan (%)	Reaksi Penghambatan
Asal Jeneponto			
1.	Bakteri T-1	39,39	++
2.	Bakteri T-2	0	-
3.	Bakteri A-1A	46,34	++
4.	Bakteri A-1B	46,34	++
5.	Bakteri A-2	46,34	++
6.	Bakteri U-1	50,05	+++
7.	Bakteri U-2	25,71	++
8.	Bakteri U-3	20,00	+
9.	Bakteri U-4	0,0	-
10.	Bakteri U-5	0,0	-
Asal Enrekang			
1.	Bakteri T-1	55,17	+++
2.	Bakteri T-2	44,83	++
3.	Bakteri T-3	44,00	++
4.	Bakteri A-1	54,54	+++
5.	Bakteri A-2	51,22	+++
6.	Bakteri U-1	18,75	+

Keterangan : - : $P = 0$

++ : $25 < P \leq 50$

++++ : $P \geq 75$

+: $0 < P \leq 25$

+++ : $50 < P \leq 75$

Selanjutnya didapat tujuh isolat yang potensial bersifat antagonis antara lain Bakteri T-1JPT, Bakteri A-1AJPT, Bakteri A-1BJPT, Bakteri U-1JPT, Bakteri T-1EK, Bakteri A-1EK dan Bakteri A-2EK. Dari tujuh isolat potensial tersebut, masing-masing dapat dikelompokkan pada dua kategori reaksi hambat antara lain empat isolat (BU-1JPT, BT-1EK, BA-1EK dan BA-2EK) tergolong mempunyai daya hambat tertinggi sedangkan tiga isolat (BT-1JPT, BA-1AJPT dan BA-1BJPT) tergolong mempunyai daya hambat terendah.

Identifikasi Bakteri

Berdasarkan hasil pengujian terhadap karakteristik morfologi, fisiologi dan biokimia dari ke 7 isolat yang potensial bersifat antagonis dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. Hasil Identifikasi Karakteristik Morfologi, Fisiologi dan Biokimia Isolat Bakteri Antagonis pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascolanicum* L.)

No	Kode Isolat	Warna Koloni	Reaksi Gram	Pertumbuhan Anaerob	Pembentukan Endospora	Koloni Kuning pada YDC	Identifikasi
1.	B. T 1 EK	Putih	-	+		+	<i>Pantoea</i> sp.
2.	B.A1A JPT	Putih	+	-	+		<i>Bacillus</i> sp
3.	B.A1B JPT	Putih	+	-	+		<i>Bacillus</i> sp
4.	B. U 1 JPT	Putih	+	-	+		<i>Bacillus</i> sp
5.	B. T 1 JPT	Putih	+	+	+		<i>Clostridium</i> sp.
6.	B. A 1 EK	Putih	+	+	+		<i>Clostridium</i> sp.
7.	B. A 2 EK	Putih	+	+	+		<i>Clostridium</i> sp.

Keterangan : (-) Bereaksi Negatif ; (+) Bereaksi Positif

Tabel 2 menunjukkan bahwa dari ke 7 isolat bakteri antagonis yang telah diidentifikasi menunjukkan adanya tiga jenis bakteri yaitu, *Pantoea* sp., *Clostridium*

sp. dan *Bacillus* sp. Isolat yang menunjukkan karakteristik bakteri *Pantoea* sp. adalah BT1EK. Isolat yang menunjukkan karakteristik bakteri *Clostridium* sp. adalah BT1JPT, BA1EK dan BA2EK sedangkan isolat-isolat BA1AJPT, BA1BJPT dan BU1JPT menunjukkan karakteristik bakteri *Bacillus* sp.

Pengujian Aktivitas Enzim Perombak Dinding Sel Secara Kualitatif

Hasil pengamatan pengujian aktivitas enzim perombak dinding sel bakteri antagonis yang dikeluarkan oleh bakteri pada media Czapeck Dox Agar (CDA) + Commasie Brilliant Blau (CBB) dapat lihat pada table di bawah ini :

Tabel 3 : Hasil Pengamatan Aktivitas Enzim Perombak Dinding Sel Secara Kualitatif pada Media CDA + CBB

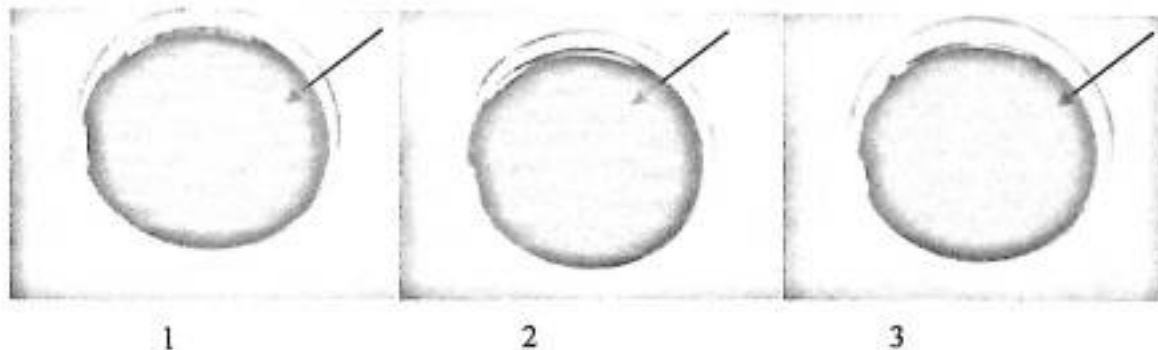
Perlakuan	<i>Pantoea</i> sp.	<i>Clostridium</i> sp.			<i>Bacillus</i> sp.		
		C ₁	C ₂	C ₃	B ₁	B ₂	B ₃
Kontrol	-	-	-	-	-	-	-
Selulosa	+	++	++	+	+++	+++	++
Pektin	+	++	++	++	+++	++	+++
Chitin	+	+	++	++	+++	++	++

Keterangan :

- +++ = Warna biru muda keputihan (Aktivitas enzim sangat tinggi)
- ++ = Warna biru sangat muda (Aktivitas enzim tinggi)
- + = Warna biru muda (Aktivitas enzim cukup)
- = Tidak terdapat perubahan warna pada media (tetap biru tua)



KONTROL (TANPA PERLAKUAN SUBSTRAT)



Gambar 2. Perubahan Warna yang terjadi pada media yang telah diberi substrat :
1)Warna biru sangat muda; 2)Warna biru muda keputihan dan 3)Warna biru muda.

Hasil Tabel 3 memperlihatkan bahwa aktivitas enzim yang dihasilkan bakteri *Pantoea* sp., *Clostridium* sp. dan *Bacillus* sp. pada setiap perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal ini ditandai dengan terjadinya perubahan warna dari biru tua menjadi biru muda, biru sangat muda dan biru muda keputihan pada setiap perlakuan. Pada perlakuan kontrol perubahan warna sama sekali tidak terjadi (gambar 2).

Diantara semua isolat *Pantoea* sp., *Clostridium* sp. dan *Bacillus* sp. yang dicobakan, *Bacillus* sp. (B₁) terlihat paling aktif memproduksi enzim, hal ini ditandai

dengan adanya perubahan warna biru muda keputihan pada semua perlakuan yang diberi substrat selulosa, chitin dan pektin. Sedangkan isolat *Pantoea* sp. memiliki aktifitas enzim yang paling rendah, dimana perubahan warna hanya sampai warna biru muda.

PEMBAHASAN

Uji *In-Vitro*

Pada Tabel 1. memperlihatkan bahwa jumlah keseluruhan isolat bakteri yang diperoleh yaitu 16 isolat. Selanjutnya didapat tujuh isolat yang potensial bersifat antagonis antara lain Bakteri T-1JPT, Bakteri A-1AJPT, Bakteri A-1BJPT, Bakteri U-1JPT, Bakteri T-1EK, Bakteri A-1EK dan Bakteri A-2EK. Dari tujuh isolat potensial tersebut, masing-masing dapat dikelompokkan pada dua kategori reaksi hambat antara lain empat isolat (BU-1JPT, BT-1EK, BA-1EK dan BA-2EK) tergolong mempunyai reaksi hambat tinggi sedangkan tiga isolat (BT-1JPT, BA-1AJPT dan BA-1BJPT) tergolong mempunyai reaksi hambat rendah. 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 fengymycin, 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).

Sedangkan 3 isolat (BT-1JPT, BA-1AJPT dan BA-1B JPT) lainnya tergolong mempunyai reaksi hambat rendah. Hal ini diduga karena adanya faktor lingkungan

yang kurang mendukung dan nutrisi, karena pada saat inokulasi bakteri patogen lebih dulu diinokulasi dibanding dengan antagonis sehingga antagonis tidak mampu bersaing dalam memperebutkan nutrisi seoptimal mungkin dalam ruang yang terbatas. Hal ini sesuai dengan pendapat Cook dan Baker (1989), yang menyatakan bahwa kompetisi terhadap ruang dan sumberdaya sangat mempengaruhi laju penghambatan dimana kompetisi nutrisi dapat membentuk struktur dorman yaitu endospora yang bersifat resisten.

Identifikasi Isolat-Isolat Bakteri Antagonis

Hasil isolasi bakteri dari rhizosfer diperoleh tujuh isolat antara lain BT-1JPT, BA-1AJPT, BT-1BJPT, BU-1JPT, BT-1EK, BA-1EK dan BA-2EK. Ketujuh isolat tersebut teridentifikasi pada Tabel 3. Satu isolat teridentifikasi Bakteri *Pantoea* sp. yaitu BT-1EK, Tiga isolat teridentifikasi Bakteri *Clostridium* sp. yaitu BT-1JPT, BA-1EK dan BA-2EK. Sedangkan tiga isolat lainnya teridentifikasi Bakteri *Bacillus* sp. yaitu BA-1AJPT, BA-1BJPT dan BU-1JPT.

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 terbentuk lendir berarti reaksi negatif (gram positif) (Fahy dan Persley, 1983). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa satu isolat bakteri bergram negatif (BT-1EK) dan enam isolat bakteri lainnya bergram positif (BT-1JPT, BA-1AJPT, BA-1BJPT, BU-1JPT, BA-1EK dan BA-2EK).

Bakteri antagonis yang telah diidentifikasi satu isolat termasuk Bakteri *Pantoea* sp. yaitu BT-1EK dengan menampakkan warna koloni berwarna putih, uji reaksi gram negatif, Pertumbuhan anaerob positif dan uji koloni kuning pada YDC positif. Hal ini sejalan dengan pendapat Schaad *et al* (2001) yang menyatakan bahwa bakteri *Pantoea* sp. berbentuk batang lurus, gram negatif. Bakteri bergerak dengan flagellum tepi, bersifat anaerob fakultatif, hidup secara saprofit dan atau epifit, oksidase negatif dan katalase positif. Tiga isolat teridentifikasi Bakteri *Clostridium* sp. yaitu BT-1JPT, BA-1EK dan BA-2EK dengan menampakkan warna koloni putih, reaksi gram positif, pertumbuhan anaerob positif, pembentukan endospora positif. Hal ini sejalan dengan pendapat Schaad *et al* (2001) yang menyatakan bahwa *Clostridium* sp berbentuk batang lurus, berkembangbiak 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 sampai 37°C.

Sedangkan tiga isolat lainnya teridentifikasi Bakteri *Bacillus* sp. yaitu BA-1AJPT, BA-1BJPT dan BU-1JPT dengan menampakkan warna koloni putih, gram positif, pertumbuhan anaerob negatif dan pembentukan endospora positif. Hal ini sejalan dengan pendapat Baharuddin *et all* (1998) yang menyatakan bahwa bakteri *Bacillus* berbentuk batang dengan ukuran lebar 1,0 – 1,2 μm dan panjang 3 – 5 μm , gram positif, membentuk endospora yang berbentuk oval, bulat dan silindris dan suhu

untuk pertumbuhannya maksimum 40 – 45°C, tetapi salah satu kelebihan bakteri ini karena mampu membentuk endospora sehingga mampu bertahan pada kondisi yang ekstrim 70 – 80°C dan suhu minimum 10 – 15°C. Bergerak dengan flagella bersifat peritrik, metabolisme bersifat aerobik atau anaerobik fakultatif, katalase positif.

Pengujian Aktivitas Enzim Perombak Dinding Sel Secara Kualitatif

Berdasarkan hasil pengamatan secara *in-vitro* yaitu pengujian aktivitas enzim yang dihasilkan oleh bakteri antagonis *Bacillus sp.*, *Pantoea sp.*, dan *Clostridium sp.* memperlihatkan bahwa setiap perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata dengan perlakuan kontrol. Hal ini ditandai dengan adanya perubahan warna pada semua perlakuan selain perlakuan kontrol. Semua isolat bakteri *Bacillus sp.*, *Pantoea sp.*, dan *Clostridium sp.* memperlihatkan adanya perubahan warna pada media CDA + CBB, yang berarti adanya aktivitas enzim yang dihasilkan oleh bakteri *Bacillus sp.*, *Pantoea sp.*, dan *Clostridium sp.* karena telah diberi perlakuan substrat selulosa, chitin dan pektin. Diantara semua isolat yang diuji, isolat B₁ yang paling aktif memproduksi enzim, hal ini ditandai karena adanya perubahan warna dari biru tua menjadi biru muda keputihan pada semua perlakuan dengan substrat selulosa, chitin dan pektin menghasilkan enzim selulose, chitinase dan pektinase. Hal ini diduga karena bakteri *Bacillus sp.* dapat menghasilkan enzim protease, amylase dan chitinase sebagai enzim pengurai dinding sel patogen serta dapat menghasilkan antibiotik pektida. Hal ini sejalan dengan pendapat Soesanto (2008) yang menyatakan bahwa bakteri *Bacillus sp* menghasilkan enzim protease dan amylase serta chitinase sebagai

enzim pengurai dinding sel patogen. Bakteri ini dan anggota genus lain digunakan dalam fermentasi untuk kegunaan pangan manusia, sumber enzim lur sel untuk kegunaan industri dan pengobatan dan produksi antibiotika peptida (Soesanto, 2008).

Sedangkan isolat yang memiliki aktivitas enzim yang paling rendah adalah isolat *Pantoea* sp., dimana perubahan warna hanya sampai biru muda pada semua perlakuan dengan substrat selulosa, chitin dan pektin yang menghasilkan enzim selulose, chitinase dan pektinase. Hal ini diduga karena bakteri *Pantoea* sp hanya dapat menghasilkan asam dari gula seperti glukose, fruktose dan galaktose. Selain itu bakteri ini dapat menghasilkan pigmen karoten yang mampu melindungi sel bakteri. Hal ini sejalan dengan pendapat Schaad *et al* (2001) yang menyatakan bahwa Bakteri *Pantoea* sp. dapat menghasilkan asam dari gula seperti glukose, fruktose dan galaktose. Bakteri dapat diisolasi selain dari tanaman, juga dari inang hewan dan manusia.

Bacillus sp. menghasilkan antibiotika yang bersifat racun terhadap mikroba lain. Antibiotika yang dihasilkannya antara lain streptovidin, basitrasin, surfaktin, fengisin, iturin A, polimiksin, difisidin, subtilin, subtilosin dan mikobalisin. Subtilosin merupakan antimikroba berupa protein, sedangkan subtilin merupakan senyawa peptida dan surfaktir, fengisin serta iturin A merupakan lipoprotein. Basitrasin merupakan polipeptida yang efektif terhadap bakteri gram positif dan bekerja menghambat pembentukan dinding sel. Bakteri *Pantoeae* sp. mampu menghasilkan antibiotika atau bakteriosin yang jalur sintesisnya berbeda dengan jalur biosintesis histidin. Antibiotikanya antara lain sepalosporin, 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 (Loekas, 2008).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil isolasi, identifikasi dan uji aktivitas enzim pada isolat-isolat bakteri antagonis, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil isolasi bakteri pada bawang merah diperoleh 16 isolat bakteri, 7 diantaranya mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* secara in-vitro.
2. Persentase penghambatan pertumbuhan pada *Fusarium oxysporum* tertinggi adalah bakteri *Pantoea* sp. (B.T-1 EK) dengan persentase penghambatan sebesar 55,17%. Sedangkan persentase penghambatan pertumbuhan terendah adalah bakteri *Clostridium* sp. (B.T-1 JPT) dengan persentase penghambatan sebesar 39,39%.
3. Dari ke 7 isolat bakteri antagonis yang telah diidentifikasi menunjukkan adanya tiga spesies bakteri yaitu, *Pantoea* sp. (isolat BT1EK), *Clostridium* sp. (isolat BT1JPT, BA1EK, BA2EK) dan *Bacillus* sp. (isolat BA1AJPT, BA1BJPT, BU1JPT)
4. *Bacillus* sp. (isolat B₁) terlihat paling aktif memproduksi enzim, hal ini ditandai dengan adanya perubahan warna biru muda keputihan pada semua perlakuan. Sedangkan isolat *Pantoea* sp. memiliki aktifitas enzim yang paling rendah, dimana perubahan warna hanya sampai biru muda.

Saran

Perlu penelitian lanjutan dengan melakukan pengujian tentang keefektifan bakteri antagonis pada tanaman bawang merah (*Allium ascolanicum* L.) dalam skala lapang dan pengujian toksin.

DAFTAR PUSTAKA

- Admin. 2007. **Teknologi Perbanyak Benih Bawang Merah**. Komunikasi Pembelajaran, Pertanian Learning Center. Jakarta.
- Ainswoth, G.C., and G.R. Bisby, 1971. **Dictionary of The Fungi**. Sixth Edition. Common Wealth. Mycological Institute Key Surrey, England. P 633.
- Baharuddin. 1997. **Metode Isolasi dan Perbanyak *Bacillus thuringiensis* Barliner Sebagai Agens Pengandali Hayati Serangga Hama Ordo Lepidoptera pada Tanaman Kapas**. Makassar.
- Baharuddin. 2008. **Introduksi Paket Bioteknologi Ramah Lingkungan Untuk Menunjang Usaha Perbenihan Bawang Merah Berbasis Kelompok Tani di Kabupaten Enrekang**. Lembaga Penelitian. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Bank Indonesia. 2005. **Budidaya Bawang Merah**. Bank Indonesia. Jakarta.
- Brayford, D. 1996. ***Fusarium oxysporum f.sp. cepae* (description of Fungi and Bacteria)**. CAB International Bioscience, Birkham Lane, Egham, Surrey.
- Buletin Agrobisnis. 2006. **Harga Bawang Merah Naik Drastis**. Sentra Pelayanan Informasi Agribisnis. Donggala. 15 hal.
- Cook R. J., and Baker, K. F., 1989. **The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens**. Aps Press. St. Paul. Minnesota. USA.
- Diekmann, M. 2003. ***Allium spp.*** The Research Institute of Crop Production. Prague-Ruzyne. 62 pp.
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Peternakan. 2006. **Teknologi Perbanyak Benih Bawang Merah**. Buletin Agribisnis. Donggala. 14 – 16.
- Direktorat Perbenihan Hortikultura. 2005. **Agribisnis Bawang Merah**. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Direktorat Perlindungan Hortikultura. 2007. ***Fusarium oxysporum* Hanz sebagai Penyebab Penyakit Moler**. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Duff, A. And S. Harper. 2007. **Growing Shallot In Queensland**. Departement of Primary Industries and Fisheries. The State of Queensland. 8 pp.

- Fahy, P.C and G.J. Presley, 1983. **Plant Bacterial Diseases a Diagnostic Guide**. Academic Press. Sidney.
- Fokkema, C.E. 1973. **Ecological Association Among Soil Microorganism in Soil Biology Review Research**. Unesco. 125 – 161.
- Gonsalvens, A.K. and S.A. Ferreira. 2003. *Fusarium oxysporum*. Crop Knowledge Master. University of Hawaii at Mamo.
- 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.
- Howell, C. R. 1982. **Effect of *Trichoderma virens* on *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani*, and damping off cotton seedlings**. Phytopathology 72:496 - 498.
- <http://bpt.sumber.go.id>. **Agents Hayati** diakses pada 15 Nopember 2007
- Indonext Business Directory. 2007. **Teknik Budidaya Bawang Merah**. Indonext Business Direktory. Jakarta. 2 hal.
- Iptek net. 2005. **Teknologi Budidaya Tanaman Pangan (Bawang Merah)**. Sentra Informasi Iptek. 2 hal.
- Istikorini, Y. 2002. **Pengendalian Penyakit Tumbuhan Secara Hayati yang Ekologis dan Berkelanjutan**. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 12 hal.
- Knudsen, G.R and H.W. Spurr. 1988. **Management of Bacteriol Populations for Foliar Diseases Biocontrol in : K.G. Mukerji and Boca tato**, Florida. United State. Pp 83-92.
- Loekos. Ir. 2008. **Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman**. Rajawali Persada. Jakarta.
- Merriman, P.R., R.D. Rice and K.F. Baker. 1974. **Effect of Seed Inoculation Witg *Bacillus subtilis* and *Streptomyces griseus* in the Growth of Cereals and Carrots**. Australian Journal of Agricultur Research. 25 : 219 – 226.
- Noormita. A. O., 2003. **Pengaruh Penyelubungan Biji Jagung (*Zea mays*) yang Dihidrasi dengan *Penicillium* sp. Terhadap Pengendalian Penyakit**

Rebah Kecambah yang Disebabkan *Fusarium* sp. dan *Rhizoctonia solani*. Tesis S2. Pascasarjana. Universitas Hasanuddin. Makassar.

Portal Universitas Gadjah Mada. 2008. **Pergiliran Tanaman Hindarkan Bawang Merah dari Penyakit Moler (*Fusarium oxysporum f.sp. cepae* Hanz.).** Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 3 pp.

Rahayu, E. dan Nur Berlian, V. A. 2005. **Mengenal Varietas Unggul dan Cara Budidaya Bawang Merah Secara Kontinyu.** Penebar Swadaya. Jakarta. 94 hal.

Rukmana, R. 2007. **Budidaya dan Pengolahan Pasca Panen Bawang Merah.** Kanisius. Yogyakarta. 72 hal.

Rukmana, R. 2008. **Teknik Budi Daya dan Prospek Agrobisnis Bawang Merah dari Biji.** Penerbit Aneka Ilmu. Semarang. 90 hal.

Rusmana, R. 1994. **Bertanam Kubis.** Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

Samadi, B. dan B. Cahyono. 2003. **Intensifikasi Budidaya Bawang Merah.** Kanisius. Yogyakarta. 74 hal.

Saufi, M. 2008. **Bawang Merah.** Indoskripsi. 8 hal.

Schaad, N. W., Jones, J. B. and W. Chun. 2001. **Plant Pathogenic Bacteria.** Third Edition. The American Phytopathological Society. St. Paul. Minnesota. For.

Semangun, H. 2004. **Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia.** Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 850 hal.

Soesanto, M.S., Ph.D. 2008. **Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman.** Rajawali Persada. Jakarta.

Sumarni, N. dan A. Hidayat. 2005. **Panduan Teknis Budidaya Bawang Merah.** Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Lembang. 20 hal.

Sumber Usahawan Tani. 2007. **Bawang Merah Berpotensi Ditanam di Tanah Rendah.** Malaysia Time. 6 hal.

Warintek Progresso. 2007. **Bawang Merah.** Warintek Progresso. Jakarta

Wibowo, S. 2001. **Budidaya Bawang (Bawang Putih, Bawang Merah dan Bawang Bombay).** Penebar Swadaya. Jakarta. 201 hal.

- Wibowo, S. 2005. **Budidaya Bawang Putih, Merah dan Bombay**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Wijoyo, S. 2007. **Perubahan Iklim dan Ledakan Hama Penyakit**. Makalah pada Seminar Sehari tentang Keanekaragaman Hayati di Tengah Perubahan Iklim. Jakarta. 10 hal.
- Yulis, dkk. 2007. **Kajian Keragaman Mikroba Antagonis Rhizosfer dan Pemanfaatannya dalam Mengendalikan Penyebab Penyakit Busuk Umbi *Fusarium oxysporum* pada bawang merah**. Proposal Penelitian S3. Universitas Hasanuddin. Makassar.

LAMPIRAN

Tabel Lampiran 1. Persentase Penghambatan Beberapa Bakteri Antagonis Terhadap Cendawan *Fusarium oxysporum* pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascolanicum* L.) Sehat pada Uji Antagonis Secara *In-vitro* dalam Tiga Hari Pengamatan dengan Interval Waktu 2 Hari.

No	Kode Isolat	Diameter pertumbuhan Cendawan patogen pada kontrol (cm) (R ₁)	Diameter pertumbuhan cendawan patogen pada antagonis (cm) (R ₂)	Persentase penghambatan pertumbuhan (%)	Reaksi Penghambatan
Asal Jeneponto					
1.	Bakteri T-1	3,3	2,0	39,39	++
2.	Bakteri T-2	1,2	1,2	0	-
3.	Bakteri A-1A	4,1	2,2	46,34	++
4.	Bakteri A-1B	4,1	2,2	46,34	++
5.	Bakteri A-2	4,1	2,2	46,34	++
6.	Bakteri U-1	3,7	1,7	50,05	+++
7.	Bakteri U-2	3,5	2,6	25,71	++
8.	Bakteri U-3	2,0	1,6	20,00	+
9.	Bakteri U-4	1,8	1,8	0,0	-
10.	Bakteri U-5	1,8	1,8	0,0	-
Asal Enrekang					
1.	Bakteri T-1	2,9	1,3	55,17	+++
2.	Bakteri T-2	2,9	1,6	44,83	++
3.	Bakteri T-3	2,5	1,4	44,00	++
4.	Bakteri A-1	3,3	1,5	54,54	+++
5.	Bakteri A-2	4,1	2,0	51,22	+++
6.	Bakteri U-1	1,6	1,3	18,75	+

Keterangan :

B.T : Bakteri Tanah

B.A : Bakteri Akar

B.U : Bakteri Umbi

- : $P = 0$

++ : $25 < P \leq 50$

+++ : $P \geq 75$

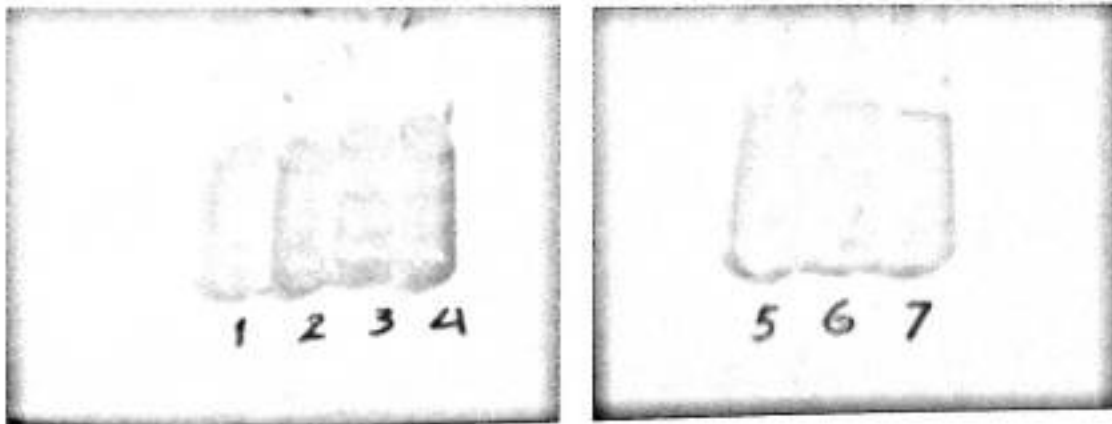
+: $0 < P \leq 25$

+++ : $50 < P \leq 75$

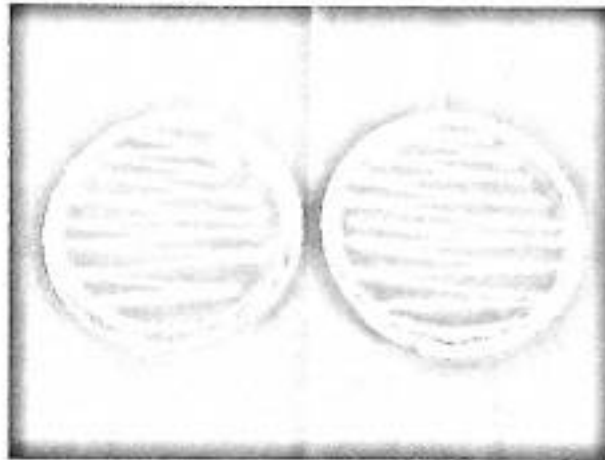
LAMPIRAN GAMBAR



Gambar 1. Uji Pertumbuhan Anaerob : Putih : Larutan Glukosa, Biru kehijauan : Media Hugh dan Leifson (kontrol), Kuning : Agar cair



Gambar 2. Perubahan Warna yang Terjadi pada Uji Pertumbuhan Anaerob 1)Berwarna Kuning (+); 2)Tetap hijau (-); 3)Tetap Hijau (-); 4)Tetap Hijau (-); 5)Berwarna Kuning (+); 6)Berwarna Kuning (+) dan 7)Berwarna Kuning (+)



Gambar 3. Warna Koloni Bakteri *Pantoea* sp. : Berwarna Kuning pada Uji Koloni Kuning pada Media YDC dan Koloni Berwarna Putih pada Media NA



Pantoea sp.

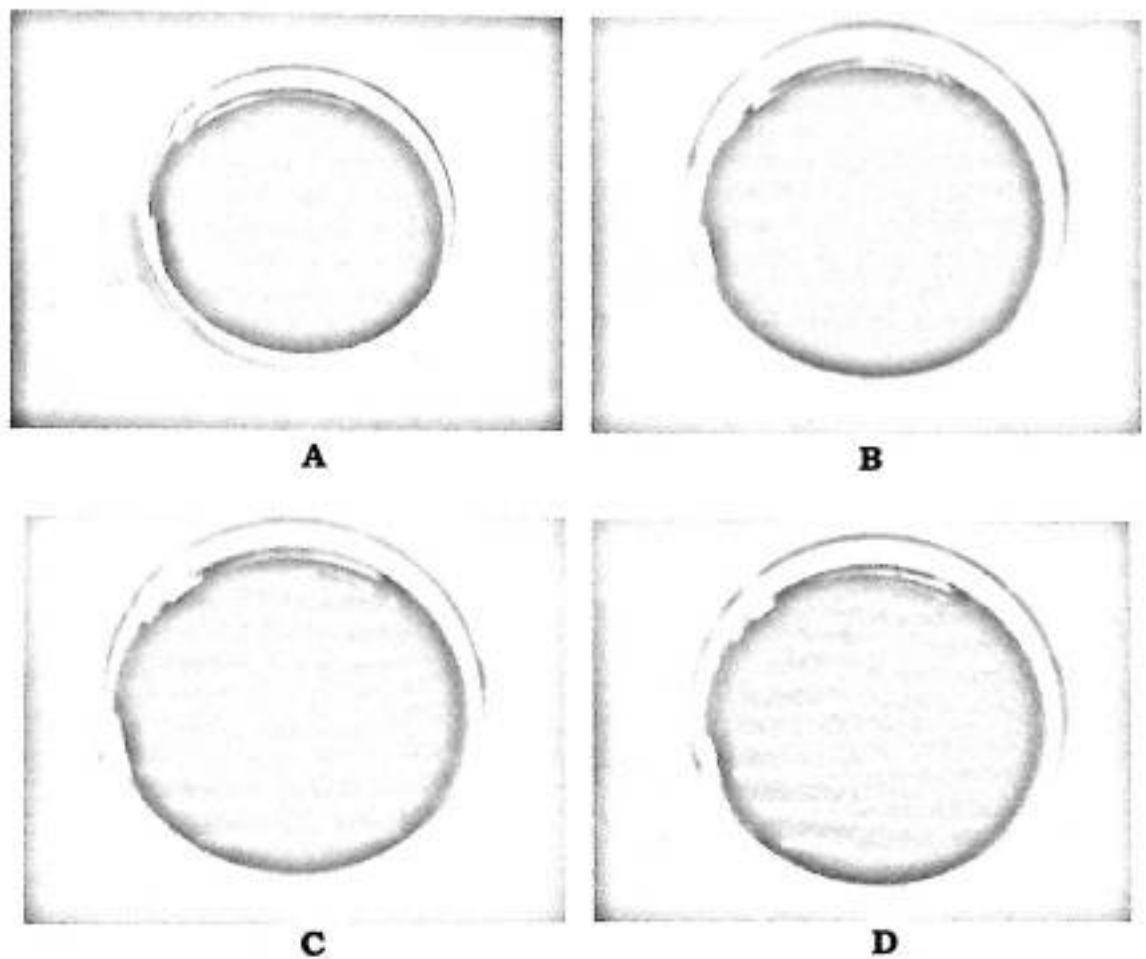


Bacillus sp

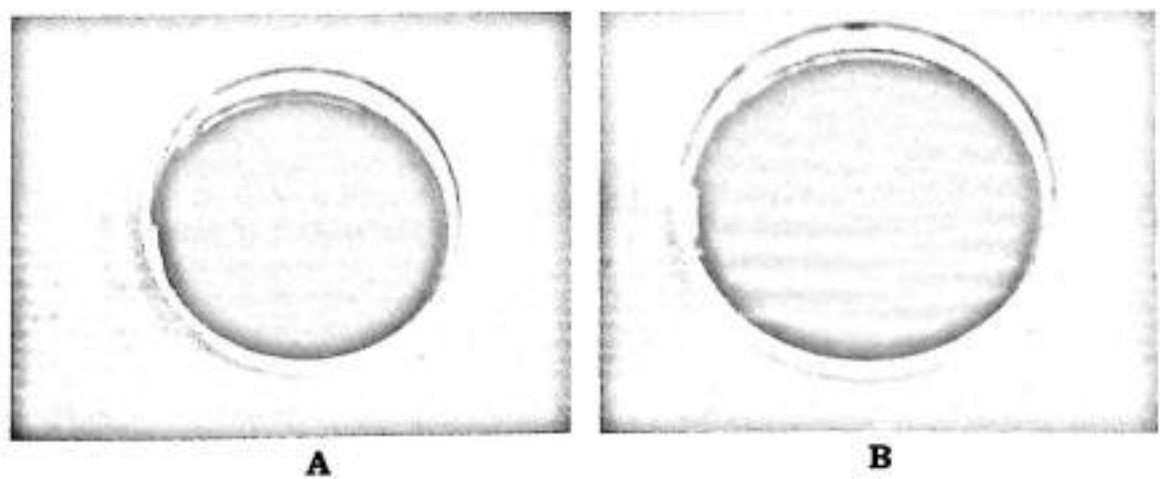


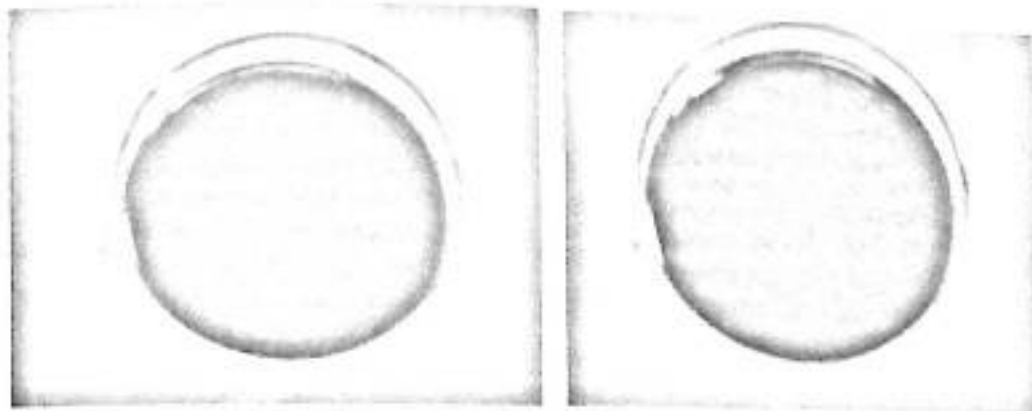
Clostridium sp

Gambar 4. Hasil Identifikasi Bakteri



Gambar 5. Aktivitas Enzim Perombak Dinding Sel dari Bakteri *Pantoea* sp. (A) Kontrol (CDA + CBB), (B) CDA + CBB + Sellulosa, (C) CDA + CBB + Pektin, (D) CDA + CBB + Chitin

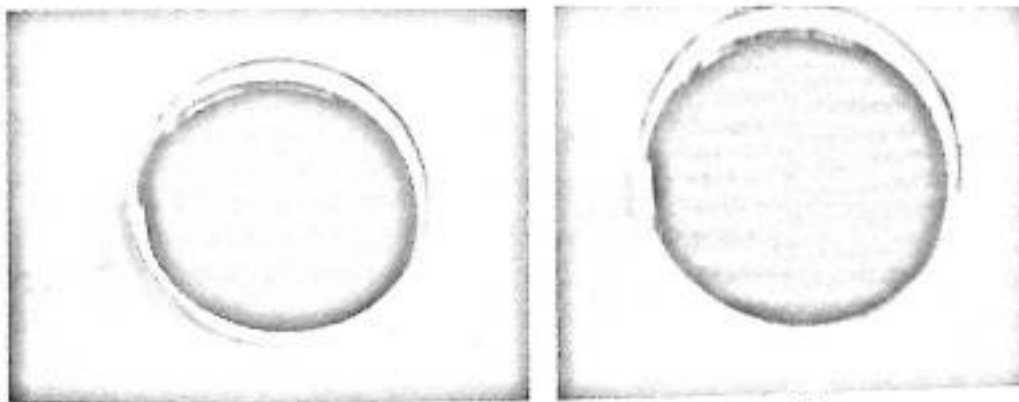




C

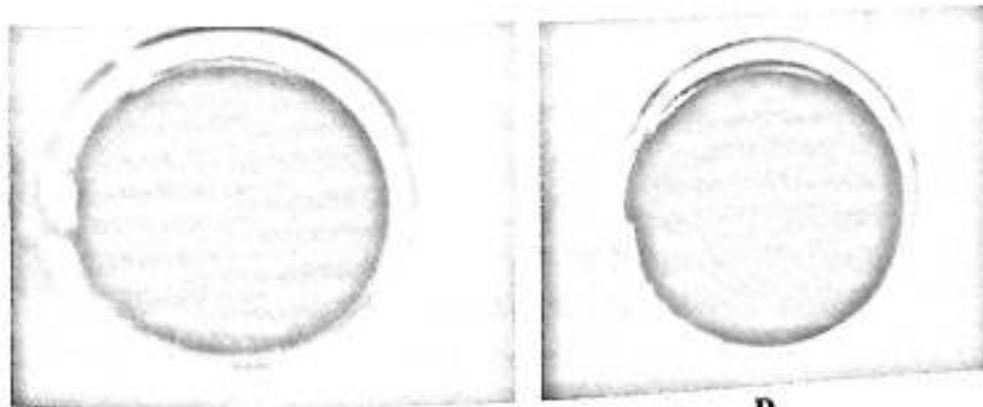
D

Gambar 6. Aktivitas Enzim Perombak Dinding Sel dari Bakteri *Clostridium* sp. (A) Kontrol (CDA + CBB), (B) CDA + CBB + Sellulosa, (C) CDA + CBB + Pektin, (D) CDA + CBB + Chitin



A

B



C

D

Gambar 7. Aktivitas Enzim Perombak Dinding Sel dari Bakteri *Bacillus* sp. (A) Kontrol (CDA + CBB), (B) CDA + CBB + Sellulosa, (C) CDA + CBB + Pektin, (D) CDA + CBB + Chitin

KOMPOSISI MEDIA

❖ MEDIA NA (Nutrient Agar)

- Beef extract (Difco) 3 gram/L
- Peptone 5 gram/L
- Agar 15 gram/L
- Aquades 1 Liter

❖ MEDIA CDA (Czapek Dox Agar)

- NaNO_3 2 gram/L
- K_2HPO_4 1 gram/L
- $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,5 gram/L
- KCl 0,5 gram/L
- $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,01 gram/L
- Sukrosa 30 gram/L
- Agar 19 gram/L
- Aquades 1 Liter

dengan pH 5,5

❖ MEDIA HUGH DAN LEIFSON

- Pepton 2 gram/L
- NaCl 5 gram/L
- KH_2PO_4 0,3 gram/L
- Bromthymol Blue 1% 3 gram/L
- Agar 3 gram/L
- Aquadest 1 Liter

❖ MEDIA YDC (Yeast Extract-Dextrose- CaCO_3)

- Yeast extract 10 gram/L
- Dextrose (glucose) 20 gram/L
- Calcium carbonate, USP
Light powder 20 gram/L
- Agar 15 gram/L
- Aquadest 1 Liter