

**EKSPLORASI AKTINOMISET PADA LAHAN PERTANAMAN NANAS
(*Ananas comosus*) YANG BERPOTENSI SEBAGAI ANTAGONIS**

Oleh

WULANDARI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRAK

EKSPLORASI AKTINOMISETES PADA LAHAN PERTANAMAN NANAS(*Ananas comosus*) YANG BERPOTENSI SEBAGAI ANTAGONIS

Oleh

WULANDARI

Aktinomisetes merupakan salah satu kelompok mikroba tanah yang dapat menghasilkan antibiotik sehingga berpotensi sebagai agen pengendalian hayati terhadap bakteri patogen tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, mengkarakterisasi dan mengkoleksi aktinomisetes dari tanah lahan perkebunan nanas PT Great Giant Food (PT GGF) dan PT Nusantara Tropical Farm (PT NTF) dan menguji kemampuannya sebagai antagonis bakteri *Dickeya* sp. penyebab penyakit busuk lunak nanas. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan Agustus sampai bulan Desember 2016. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahapan yaitu isolasi dan karakterisasi aktinomisetes dilakukan secara deskriptif dan pengujian kemampuan isolat aktinomisetes sebagai antagonis bakteri *Dickeya* sp. dilakukan secara *in-vitro* dengan menggunakan rancangan acak lengkap. Jumlah perlakuan sesuai dengan jumlah isolat aktinomisetes yang diperoleh (26 isolat) dengan empat ulangan. Data yang diperoleh diuji menggunakan analisis ragam dan nilai tengah antar perlakuan diuji dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5 %. Dari hasil penelitian ini diperoleh 26 isolat aktinomisetes, 18 isolat dari

lahan perkebunan nanas PT GGF dan 8 isolat dari PT NTF. Ciri koloni isolat aktinomisetes tersebut bervariasi tetapi pada umumnya berbentuk *circular* dengan tepi *undulate*, elevasi *raised* dan *flat* ukuran kecil sampai sedang, tekstur *rugose*, penampilan *dull*, pigmentasi / *non pigmented (cream)*. Dari 26 isolat aktinomisetes yang diperoleh, sebanyak 14 isolat dapat menghambat pertumbuhan *Dickeya* sp. secara *in-vitro*. Isolat GGF 9 mempunyai diameter zona bening yang terbesar di antara isolat yang lain.

Kata kunci: aktinomisetes, *Dickeya* sp., nanas, zona penghambatan

**EKSPLORASI AKTINOMISETESPADA LAHAN PERTANAMAN NANAS
(*Ananas comosus*) YANG BERPOTENSI SEBAGAI ANTAGONIS**

Oleh

WULANDARI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Skripsi : **EKSPLORASI AKTINOMISETES PADA LAHAN PERTANAMAN NANAS (*Ananas comosus*) YANG BERPOTENSI SEBAGAI ANTAGONIS**

Nama Mahasiswa : **Wulandari**

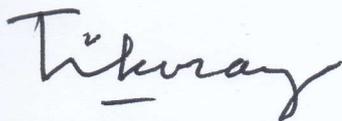
Nomor Pokok Mahasiswa : 1214121230

Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc.
NIP 196201071986032001



Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P.
NIP 196105021987072001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

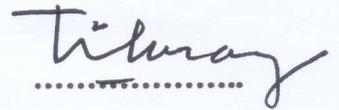


Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

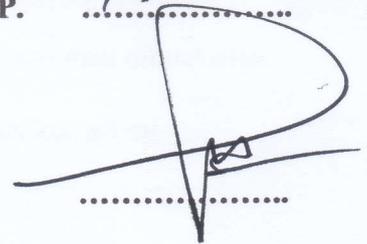
Ketua : Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc.



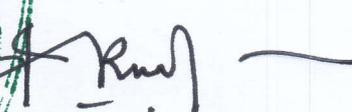
Sekretaris : Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P.



Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. Efri, M.S.



Dekan Fakultas Pertanian


Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 196110201986031002

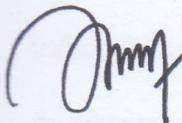
Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 15 Mei 2017

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Eksplorasi Aktinomisetes pada Lahan Pertanaman Nanas (*Ananas comosus*) yang Berpotensi sebagai Antagonis” merupakan hasil karya saya sendiri bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, Juni 2017

Penulis,



Wulandari
NPM 1214121230



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Gisting Atas Kecamatan Gisting Kabupaten Tanggamus pada 07 Agustus 1994, sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari bapak Suparno dan ibu Tumini

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SDN 07 Gisting Atas Tanggamus pada tahun 2006, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP 01 Gisting Tanggamus pada tahun 2009, Sekolah Menengah Atas (SMA/MA) di Madrasah Aliyah Mathla'ul Anwar Tanggamus pada tahun 2012. Pada tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur SPMB (Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru).

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi Asisten Dosen untuk mata kuliah Bioteknologi Hama Tanaman (2016). Pada tahun 2015, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT Great Giant Pineapple Kecamatan Terbanggi Besar Kabupaten Lampung Tengah dan Pada Tahun 2016 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Warga Makmur Jaya, Kecamatan Banjar Agung Kabupaten Tulang Bawang.

Hidup adalah sebuah pemberian, dan hidup memberikan kita keistimewaan, kesempatan, dan tanggungjawab untuk menjadi seseorang yang lebih baik

(Tony Robbins)

Sesuatu akan terlihat tidak mungkin sampai saat semuanya selesai

(Nelson Mandela)

Keberhasilan adalah sebuah proses. Niatmu adalah awal keberhasilan. Peluh keringatmu adalah penyedapnya. Tetesan air matamu adalah pewarnanya.

Doamu dan doa orang-orang disekitarmu adalah bara api yang mematangkannya. Kegagalan disetiap langkahmu adalah pengawetnya. Maka dari itu, bersabarlah! Allah selalu menyertai orang - orang yang penuh kesabaran dalam proses menuju keberhasilan. Sesungguhnya kesabaran akan membuatmu mengerti bagaimana cara mensyukuri arti sebuah keberhasilan

(S. Azizah)

Kupersembahkan karya kecilku ini untuk ibu dan bapak yang setiap sujudnya selalu mendoakan keberhasilanku, memberikan seluruh kasih sayang, didikan, kesabaran, nasihat, perhatian, dan dukungan. Adikku serta keluarga besarku atas dukungan dan doa yang diberikan.

Serta Almamater tercinta

UNIVERSITAS LAMPUNG

SANWACANA

Puji syukur Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta berbagai kemudahan yang telah diberikan-Nya sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul **Eksplorasi Aktinomisetes Pada Lahan Pertanaman Nanas (*Ananas comosus*) yang Berpotensi Sebagai Antagonis**” ini merupakan bagian dari penelitian ibu Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc. melalui tulisan ini penulisi ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc., selaku Pembimbing Utama atas izinnya untuk ikut meneliti aktinomisetes yang merupakan penelitian belia, atas saran, bimbingan, arahan, motivasi, dan ilmu yang diberikan.
2. Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P., selaku Pembimbing Kedua atas arahan, saran, motivasi, dan ilmu yang diberikan.
3. Ir. Efri, M.S., selaku Pembahas atas ilmu, saran, nasehat, dan pengarahan yang diberikan.
4. Akari Edy S.P., M.Si selaku Pembimbing Akademik.
5. Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S., selaku Ketua bidang Proteksi Tanaman atas saran, nasehat, dan pengarahan yang diberikan.
6. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Univeritas Lampung.

7. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
8. Radix Suharjo, SP., M.Agr., Ph.D., dan Yuyun Fitriana SP., M.P., Ph.D., trimakasih atas bantuan, doa dan dukungannya.
9. Kedua orang tua tercinta bapak Suparno, ibu Tumini dan adikku Dwi Susanti atas doa, kasih sayang dan selalu memberikan semangat kepada penulis.
10. Rekan-rekan penulis : Meri, Berri, Aeni, Diyan, Nova dan Triono.
11. Bapak Paryadi, Mbak Uum, Mas Jeni dan Mb Dina terimakasih atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian di Laboratorium.
12. Sahabat Penulis Tifa, Kiki, Sinta, Damai, Narti, Uul, Resti, Erisa, Selvi dan Imas.

Semoga skripsi ini diridhoi Allah SWT dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, Juni 2017

Penulis,

Wulandari

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Percobaan.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran.....	3
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Nanas (<i>Ananas comosus</i>)	7
2.2 Penyakit Busuk Lunak Tanaman Nanas.....	8
2.2.1 Penyebab penyakit	8
2.2.2 Gejala penyakit	9
2.2.3 Pengendalian	10
2.3 Aktinomisetes	10
2.3.1 Klasifikasi aktinomisetes	10
2.3.2 Karakteristik aktinomisetes	11
2.3.3 Lingkungan aktinomisetes	12

2.3.4 Manfaat aktinomisetes	13
III. BAHAN DAN METODE	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Metode Penelitian	16
3.4 Pelaksanaan Penelitian	16
3.4.1 Pengambilan sampel tanah	16
3.4.2 Penyiapan sampel tanah	17
3.4.3 Isolasi aktinomisetes	17
3.4.4 Pengujian antagonisme	18
3.4.5 Karakterisasi isolat yang bersifat antagonis terhadap bakteri <i>Dickeya</i> sp.	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Hasil	21
4.1.1 Jumlah isolat	21
4.1.2 Pengujian antagonisme	22
4.1.3 Karakterisasi aktinomisetes	24
4.2 Pembahasan	29
4.2.1 Pengujian antagonisme	29
4.2.2 Ciri-ciri aktinomisetes	31
V. SIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Simpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34

LAMPIRAN	39
Tabel 10-21	40

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sampel tanah dari lahan perkebunan PT GGF dan PT NTF	17
2. Isolat yang diperoleh dari sampel tanah GGF	22
3. Isolat yang diperoleh dari sampel tanah NTF	22
4. Diameter zona penghambatan pertumbuhan <i>Dickeya</i> sp. oleh Isolat GGF.....	23
5. Diameter zona penghambatan pertumbuhan <i>Dickeya</i> sp. oleh Isolat GGF.....	23
6. Ciri-ciri koloni aktinomisetes isolat GGF	25
7. Ciri-ciri koloni aktinomisetes isolat NTF	26
8. Ciri-ciri mikroskopis isolat-isolat aktinomisetes asal GGF	27
9. Ciri-ciri mikroskopis isolat-isolat aktinomisetes asal NTF	27
10. Diameter zona bening pada isolat GGF hari ke-1	40
11. Analisis ragam diameter zona bening pada isolat GGF hari ke-1	40
12. Diameter zona bening pada isolat GGF hari ke-3	40
13. Analisis ragam diameter zona bening pada isolat GGF hari ke-3 ...	41
14. Diameter zona bening pada isolat GGF hari ke-5	41
15. Analisis ragam diameter zona bening pada isolat GGF hari ke-5	41
16. Diameter zona bening pada isolat NTF hari ke-1	41
17. Analisis ragam diameter zona bening pada isolat NTF hari ke-1 ...	42
18. Diameter zona bening pada isolat NTF hari ke-3	42
19. Analisis ragam diameter zona bening pada isolat NTF hari ke-3	42
20. Diameter zona bening pada isolat NTF hari ke-5	42
21. Analisis ragam diameter zona bening pada isolat NTF hari ke-5	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Cara peletakan isolat aktinomisetes dalam cawan berisi campuran ekstrak malt dan bakteri	19
2. Hasil uji antagonis : (a) terbentuknya zona bening, (b) tidak terbentuk zona bening	24
3. Ciri-ciri bentuk sel aktinomisetes : (a) basilus, (b) kokus, (c) kokobasil, (d) streptobalium (perbesaran 100x)	27
4. Ciri khas penampilan beberapa koloni aktinomisetes : (a) isolat GGF 2, (b) isolat GGF 10, (c) isolat GGF 14, dan (d) isolat GGF 15	28
5. Isolat aktinomisetes yang dapat merubah warna media : isolat GGF 2 (5 his) dan isolat GGF 14 (5 his)	28

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buah-buahan tropis yang telah dipasarkan dalam skala internasional antara lain yaitu pisang, mangga, alpukat, rambutan, markisa, sirsak, jambu biji, belimbing, manggis, dan nanas (Amandari, 2011). Buah nanas merupakan salah satu jenis buah penting di Indonesia karena menjadi komoditas ekspor andalan, baik dalam bentuk segar maupun olahan seperti buah kalengan (*canning*) dan jus (Sunarjono, 2006). Jumlah produksi dan nilai ekspor yang tinggi menjadikan Indonesia dikenal sebagai salah satu negara produsen nanas terbesar keenam setelah Thailand, Brazil, Kosta Rika, Filipina dan China (Mulyono, 2013).

Produksi nanas di Indonesia tahun 2015 mencapai 1.729.603 ton. Beberapa sentra produksi nanas antara lain adalah Lampung (534.775 ton), Sumatra Utara (223.128 ton), Jawa Timur (171.304 ton), Jambi (142.845 ton), Jawa Barat (187.555 ton) dan Jawa Tengah (201.039 ton) (Badan Pusat Statistik, 2016). Dari data tersebut diketahui bahwa Provinsi Lampung merupakan penyumbang terbesar produksi nanas di Indonesia.

Usaha untuk meningkatkan produksi nanas saat ini masih menghadapi berbagai kendala, anantara lain adalah serangan organisme pengganggu tanaman (OPT)

khususnya patogen atau organisme penyebab penyakit. Salah satu penyakit tanaman nanas di berbagai negara yaitu penyakit busuk buah yang disebabkan oleh bakteri (Sunarjono, 2000).

Gejala dari penyakit busuk buah yang disebabkan oleh bakteri yaitu mengeluarkan eksudat dan gas seperti yang terjadi pada proses fermentasi serta muncul rongga pada bagian dalam buah (Ploetz, 2003). Menurut Kaneshiro dkk., (2008), penyebab penyakit busuk buah di Hawaii adalah bakteri *Erwinia.chrysanthemi*. Bakteri *E. chrysanthemi* ini sudah diklasifikasi ulang dan dikelompokkan sebagai genus baru yaitu *Dickeya* (Samson dkk., 2005).

Salah satu alternatif mengendalikan penyakit tanaman yaitu pengendalian hayati (Gerhardson, 2002 dalam Warton dkk., 2012). Pengendalian hayati merupakan salah satu teknik pengendalian yang menggunakan atau memanfaatkan mikroba antagonis. Penggunaan mikroba antagonis dikatakan sebagai cara pengendalian yang ramah lingkungan karena pada umumnya tidak berdampak negatif terhadap lingkungan jika dibandingkan dengan fungisida sintetik (Wartono dkk., 2012).

Beberapa dampak negatif dari pestisida kimia sintetik antara lain yaitu mencemari lingkungan, mengakibatkan terjadinya resistensi hama dan patogen tanaman serta berkurangnya jenis dan populasi mikroba tanah (Djojsumarto, 2000).

Mikroba antagonis atau agen pengendali hayati penyakit tanaman merupakan jasad renik yang berasal dari alam seperti bakteri, cendawan, aktinomisetes, dan virus yang mampu menekan, menghambat atau memusnahkan organisme

pengganggu tanaman (Tombe 2002, *dalam* Hanudin dan Marwoto, 2012). Dari berbagai kelompok mikroba yang ada di dalam tanah, aktinomisetes merupakan salah satu jenis mikroba tanah yang dapat menghasilkan antibiotik sehingga berpotensi sebagai agen pengendali hayati (Suwandi, 1993 *dalam* Sallytha dkk., 2014). Aktinomisetes banyak ditemukan di berbagai jenis tanah, tetapi belum ada laporan apakah aktinomisetes juga dapat ditemukan pada lahan pertanaman nanas.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut :

1. Mengisolasi, mengkarakterisasi dan mengkoleksi aktinomisetes dari tanah lahan perkebunan nanas PT Great Giant Food (PT GGF) dan PT Nusantara Tropical Farm (PT NTF).
2. Menguji kemampuan aktinomisetes sebagai antagonis bakteri *Dickeya* sp. penyebab penyakit busuk lunak nanas.

1.3 Kerangka Pemikiran

Aktinomisetes merupakan salah satu mikroorganisme tanah yang mampu menghasilkan antibiotik. Sebanyak 75 % dari 10.000 jenis antibiotik dihasilkan oleh aktinomisetes. Antibiotik tersebut dapat digunakan sebagai obat untuk mengatasi permasalahan kesehatan, peternakan, hortikultur, dan agrobiologi lainnya (Nurkanto dkk., 2008).

Penggunaan aktinomisetes sebagai agen hayati dalam mengendalikan patogen tanaman budidaya sangat potensial (Gusnawaty, 2011). Aktinomisetes merupakan organisme tanah yang memiliki sifat-sifat yang dimiliki oleh bakteri dan jamur, namun memiliki ciri khas yang membatasinya menjadi satu kelompok yang jelas berbeda (Fitter dkk., 2005). Aktinomisetes muncul perlahan serta menunjukkan konsistensi berbutuk dan melekat erat pada permukaan agar sedangkan koloni bakteri berlendir dan tumbuh dengan cepat (Rao, 1994). Miselium vegetatif aktinomisetes berbentuk hifa non-septat yang panjang. Beberapa hifa membentang dan panjangnya lebih dari 600 μm , bercabang, melengkung atau meliuk-liuk, dan cabangnya berbentuk monopodial. Miselium vegetatif memiliki karakteristik berwarna, seperti kuning, oranye, merah, hijau, coklat, atau hitam (Cross T. 1982 *dalam* Lancini dan Rolando, 1993).

Aktinomisetes juga banyak ditemukan di daerah rizosfer. Daerah rizosfer banyak mengandung bahan organik sehingga memungkinkan pertumbuhan yang optimal bagi aktinomisetes (Gathogo dkk., 2004 *dalam* Ristrianto, 2010). Aktinomisetes biasanya tumbuh di tanah dengan kedalaman 11-15 cm dari permukaan tanah. Pada kedalaman tersebut kombinasi pH dan kandungan air baik untuk pertumbuhan aktinomisetes (Miyadoh dan Ootoguro, 2004).

Jenis tanah pada perkebunan Great Giant Food (GGF) dan Nusantara Tropical Farm (NTF) didominasi oleh tanah ultisol (PMK). Menurut Hadiati dan Indriyani (2008) tanaman nanas memerlukan tanah lempung berpasir sampai berpasir, cukup banyak mengandung bahan organik, drainase baik, dan sebaiknya pH antara 5,5 - 6,5. Menurut Hardjowigeno (1993) tanah ultisol memiliki kandungan

bahan organik yang sangat rendah sehingga memperlihatkan tanahnya merah kekuningan. Walaupun tanah ultisol sering diidentikkan dengan tanah yang tidak subur, dimana mengandung bahan organik yang rendah, nutrisi rendah dan pH rendah (kurang dari 5,5) tetapi dapat dimanfaatkan sebagai lahan pertanian yang potensial jika dilakukan pengelolaan yang baik untuk mengatasi kendala yang ada (Munir, 1996). Untuk memberikan nutrisi tanah dapat dilakukan dengan penambahan bahan organik baik berupa kompos matang ataupun mengembalikan sisa tanamann yang telah dicacah (*choping*) dalam bentuk bahan organik segar ke lahan sebelum ditanami nanas (Martin, 2016).

Nengsih (2013) melaporkan bahwa 40 isolat aktinomisetes berhasil diisolasi dari rizosfer rumput belulang. Pada Penelitian Sallytha dkk. (2014) berhasil mengisolasi sebanyak 12 isolat dari 4 lokasi pada tanaman tembakau yang memiliki sifat antagonis terhadap *Erwinia carotovora* di Jember. Susilowati dkk. (2007) melaporkan bahwa dari sampel tanah yang berasal dari berbagai daerah di Indonesia diperoleh 115 isolat aktinomisetes, 40 isolat yang berpotensi sebagai agensia penghasil senyawa antibakteri, 19 isolat dapat menghambat pertumbuhan enteropatogen *Escherichia coli* dan 21 isolat dapat menghambat pertumbuhan *Pseudomonas pseudomallei*.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah:

1. Terdapat variasi isolat aktinomisetes dari tanah perkebunan nanas PT Great Giant Food (PT GGF) dan PT Nusantara Tropical Farm (PT NTF).

2. Isolat aktinomisetes dari tanah perkebunan nanas PT Great Giant Food (PT GGF) dan PT Nusantara Tropical Farm (PT NTF) dapat menghambat bakteri *Dickeya* sp. secara *in-vitro*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nanas

Nanas berasal dari Amerika Selatan, tepatnya di Brazil. Tanaman nanas telah lama dibudidayakan oleh penduduk pribumi Brazil. Pada abad ke-16 orang Spanyol membawa nanas ke Filipina dan Semenanjung Malaysia dan masuk ke Indonesia pada abad ke-15 (Rocky, 2009).

Nanas berada di urutan ketiga dengan produksi sebesar 1.835.483 ton atau sekitar 9,27 % dari total produksi buah di Indonesia. Pulau Sumatra merupakan sentra produksi nanas dengan total produksi sebesar 1.191.486 ton atau sekitar 64,91 % dari total produksi nanas nasional (Taufik, 2015).

Klasifikasi tanaman nanas adalah sebagai berikut Prihatman (2000):

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Angiospermae
Ordo	: Farinosae
Famili	: Bromeliaceae
Genus	: Ananas
Spesies	: <i>Ananas comosus</i> (L.) Merr).

Tanaman nanas dapat tumbuh dan beradaptasi baik di daerah tropis. Curah hujan yang dibutuhkan tanaman nanas antara 1.000 mm - 1.500 mm per tahun dengan kelembaban udara 70 % - 80%. Tanah yang dibutuhkan tanaman nanas yaitu tanah

lempung berpasir sampai berpasir, cukup bahan organik, drainase baik, dan pH antara 4,5 - 6,5 (Hadiati dan Indriyani, 2008).

Jenis tanah pada perkebunan GGF dan NTF didominasi oleh tanah Ultisol. Menurut Hardjowigeno (1993) tanah ultisol memiliki kandungan bahan organik yang sangat rendah sehingga memperlihatkan warna tanahnya berwarna merah kekuningan, reaksi tanah yang masam, kejenuhan basa yang rendah, kadar Al yang tinggi dan tingkat produktivitas yang rendah. Tekstur tanah ini adalah liat hingga liat berpasir. Walaupun tanah ultisol sering diidentikkan dengan tanah yang tidak subur, dimana mengandung bahan organik yang rendah, nutrisi rendah dan pH rendah (kurang dari 5,5) tetapi sesungguhnya bisa dimanfaatkan untuk lahan pertanian potensial jika dilakukan pengelolaan yang memperhatikan kendala yang ada (Munir, 1996).

2.2 Penyakit Busuk Lunak Tanaman Nanas

2.2.1 Penyebab Penyakit

Penyakit busuk lunak pada tanaman nanas merupakan salah satu penyakit yang sangat merugikan. Pada tahun 2001, di beberapa daerah di Malaysia seperti Tanah Merah, Pasiremas, Kelantan Kedah, Perak, dan Pontian ditemukan penyakit busuk buah pada tanaman nanas yang disebabkan oleh bakteri *E. chrysanthemi*. Kerusakan yang ditimbulkan oleh bakteri *E. chrysanthemi* mencapai 14% - 40% (Sahilah dkk., 2008). Penelitian Kaneshiro dkk. (2008) terhadap strain *E. chrysanthemi* yang menginfeksi nanas merupakan bakteri gram negatif, tergolong dalam bakteri anaerob fakultatif dan bersifat *soft rot*.

Berdasarkan klasifikasi ulang yang dilakukan oleh Samson dkk. (2005), spesies *E. chrysanthemi* dikelompokkan sebagai genus baru yaitu genus *Dickeya* yang terdiri dari beberapa spesies. Pada tanaman nanas *E. chrysanthemi* dikelompokkan sebagai *Dickeya zea* (Samson dkk., 2005). Bakteri *Dickeya (E. chrysanthemi)* tergolong dalam bakteri anaerob fakultatif dan bersifat *soft rot*, secara mikroskopis berbentuk batang, motil dan mempunyai flagella peritrik. (Purnomo, 2006).

2.2.2 Gejala Penyakit

Gejala penyakit busuk bakteri ditandai dengan adanya pembusukan pada bagian buah dan terciumnya bau yang tidak sedap. Penyakit busuk buah tanaman nanas yang disebabkan oleh bakteri biasanya muncul ketika buah berumur 2-3 minggu sebelum proses pematangan (Ploetz, 2003).

Bakteri dapat menginfeksi buah nanas muda secara laten yang mengakibatkan timbulnya gejala busuk lunak dengan cepat dan buah mengalami rebah saat buah matang yang dikenal dengan sebutan *fruit collapse*. Pada umumnya gejala tersebut berkembang pada 1-2 minggu setelah infeksi. Eksudat yang keluar dari buah dan daun yang terinfeksi diduga sebagai sumber inokulum (Kaneshiro dkk., 2008).

Di perkebunan PT Nusantara Tropical Farm (NTF), ditemukan tanaman nanas dengan buah yang menunjukkan gejala busuk basah dan pada bagian yang busuk tersebut mengeluarkan bau tidak sedap (anyir). Daging buah yang terinfeksi

menjadi berubah warna, teksturnya lunak, dan mengeluarkan cairan eksudasi yang disertai dengan munculnya gelembung gas. Ketika buah nanas dibelah maka terlihat rongga di dalam buah. Penyebab penyakit *fruit collapse* pada nanas di PT NTF tersebut diduga sebagai *E. chrysanthemi* (Prasetyo dan Aeny, 2014).

2.2.3 Pengendalian

Beberapa cara pengendalian penyakit busuk buah nanas yang disebabkan oleh bakteri yaitu sanitasi lapang, penggunaan varietas tahan dan penggunaan insektisida. Sanitasi dilapang dilakukan dengan membersihkan sumber inokulum yaitu berupa tanaman nanas yang terinfeksi dan sisa-sisa panen. Penggunaan varietas tahan untuk mengurangi penyakit busuk buah nanas yaitu *Smooth cayenne* dan Serawak. Penggunaan insektisida untuk mengendalikan serangga vektor penyakit buah nanas khususnya semut (DoA, 2009).

2.3 Aktinomisetes

Aktinomisetes merupakan kelompok bakteri Gran positif (Rollin and Joseph, 2000) yang mempunyai ciri-ciri mirip dengan jamur sehingga dikatakan sebagai peralihan antara bakteri dan jamur (Ekowati dan Arwin 2007).

2.3.1 Klasifikasi aktinomisetes

Klasifikasi aktinomisetes adalah sebagai berikut (Zhi dkk., 2009) :

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Actinobacteria
Kelas	: Schizomycetes
Subkelas	: Actinobacteridae
Ordo	: Actinomycetales

Ordo Actinomycetales terdiri atas 3 famili yaitu *Mycobacteriaceae*, *Actinomycetaceae*, dan *Streptomycetaceae*. Famili *Mycobacteriaceae* mempunyai ciri sel-selnya tidak membentuk miselium atau hanya miselium yang rudimenter. Contohnya adalah *Mycobacterium* dan *Mycococcus*; famili *Actinomycetaceae* tidak membentuk spora dan motil. Contohnya adalah *Actinomyces* dan *Nocardia*; Famili *Streptomycetaceae* membentuk miselium dan miselium vegetatif tidak terbagi-bagi. Contohnya adalah *Streptomyces*, *Micromonospora* dan *Thermoactinomyces* (Waluyo, 2005).

2.3.2 Karakteristik Aktinomisetes

Aktinomisetes memiliki morfologi secara mikroskopis yang bervariasi, dari bentuk sel bulat/*coccus* (*Micrococcus*) dan *rod-coccus cycle* (*Arthrobacter*), bentuk hifa berfragmen (*Nocardia*, *Rothia*), sampai dengan jenis dengan miselium bercabang yang berbeda-beda (*Micromonospora* dan *Streptomyces*) (Goodfellow, 1983 dalam Hardianti, 2014).

Indriasari (1998) dalam Wahyuni (2014) menjelaskan bahwa bentuk koloni aktinomisetes bulat, elevasi timbul dan cembung, tepian rata atau tidak beraturan, dan permukaan bertepung, licin, kasar, atau keriput. Warna koloni aktinomisetes bervariasi, bahkan terdapat koloni yang mampu mengubah warna medium serta menghasilkan bau menyerupai tanah yang disebut geomin. Penelitian yang dilakukan Kumar dkk. (2011) sebagian besar miselium udara aktinomisetes berwarna putih. Selain warna putih dan abu-abu ditemukan juga miselium udara aktinomisetes yang berwarna coklat, kuning, cream, dan pink.

2.3.3 Lingkungan Aktinomisetes

Aktinomisetes tersebar sangat luas di alam terutama pada daerah atau tanah-tanah yang memiliki pH tinggi. Aktinomisetes merupakan bakteri yang tidak toleran terhadap asam, berbentuk batang, gram positif, bersifat anaerobik atau anaerobik fakultatif. Jumlah aktinomisetes menurun pada keadaan lingkungan dengan pH di bawah 5,0. Perkembangbiakan aktinomisetes yang paling cocok yaitu dengan rentang pH antara 6,5 - 8,0. Aktinomisetes tumbuh optimum pada suhu antara 28 - 37⁰C, namun ada aktinomisetes dapat tumbuh dalam jumlah besar pada suhu antara 55 - 65⁰C. Tanah yang baik untuk pertumbuhan aktinomisetes yaitu tanah gurun kering maupun setengah kering karena tanah tersebut dapat mempertahankan populasi aktinomisetes dalam jumlah besar karena adanya spora dibandingkan dengan tanah yang tergenang air (Jawetz dan Aldeberg's, 2001). Menurut (Rao, 1994 *dalam* Kumalasari dkk., 2012) rentang pH yang cocok yaitu antara 6,8 - 8,0. Suhu yang cocok untuk pertumbuhan aktinomisetes yaitu 25⁰C - 35⁰C.

Aktinomisetes dapat meningkatkan kesuburan tanah karena aktif mendekomposisi bahan organik. Selain bakteri, kapang dan khamir, aktinomisetes merupakan salah satu mikroorganisme yang mampu mendegradasi selulosa. Tipe tanah, karakteristik fisik, kadar bahan organik, dan pH lingkungan sangat mempengaruhi jenis aktinomisetes (Jawetz dan Aldeberg's, 2001).

Aktinomisetes merupakan 10 - 20% dari total populasi mikroba tanah. Semakin meningkatnya jumlah bahan organik yang terdekomposisi maka berbanding lurus

dengan jumlah aktinomisetes dan hampir semua ditemukan dalam kompos maupun sedimen (Jawetz dan Aldeberg's, 2001).

2.3.4 Manfaat Aktinomisetes

Aktinomisetes mempunyai manfaat antara lain sebagai penghasil antibiotik, dan juga berperan sebagai dekomposer. Aktinomisetes merupakan bakteri penghasil antibiotik, karena lebih dari 10.000 antibiotik yang telah ditemukan, dua pertiganya dihasilkan oleh aktinomisetes (Miyadoh dan Misa, 2004). Antibiotik banyak digunakan dalam industri obat, pakan ternak atau unggas, pengawetan makanan, pertanian, dan perikanan (Ryandini, 2001).

Antibiotika merupakan suatu zat-zat kimia yang dihasilkan oleh fungi dan bakteri, yang dapat mematikan atau menghambat pertumbuhan kuman, sedangkan toksisitasnya relatif kecil bagi manusia. Akan tetapi saat ini beberapa antibiotik telah dapat diproduksi dengan kombinasi sintesis mikroorganisme dan modifikasi kimia yaitu golongan penisilin, sefalosporin, dihidrostreptomisin, tetrasiklin dan rifampisin. Pengujian potensi antibiotik dapat dilakukan dengan cara mengukur efek senyawa-senyawa tersebut terhadap pertumbuhan mikroba uji (Hadioetomo, 1993).

Sebagai dekomposer, aktinomisetes mempunyai peran penting di dalam tanah, yaitu membantu menguraikan bahan organik menjadi humus, melepaskan nutrisi, memproduksi antibiotik untuk melawan penyakit akar (Fitter dkk., 2005).

Aktinomisetes aktif mendekomposisi bahan organik dan berperan penting dalam

proses mineralisasi sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah (Prescott, 2008 *dalam* Kumalasari dkk., 2012).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pengambilan sampel tanah dilakukan di lahan perkebunan nanas PT Great Giant Food (GGF) di Kecamatan Terbanggi Besar Kabupaten Lampung Tengah dan perkebunan nanas PT Nusantara Tropical Farm (NTF) di Kecamatan Way Jepara Kabupaten Lampung Timur. Sampel tanah diambil dari daerah rizosfer tanaman dan dengan kedalaman ± 15 cm. Pemrosesan sampel tanah dan isolasi aktinomisetes dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan Agustus 2016 sampai dengan Desember 2016.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kantong plastik tahan panas, karet, sekop tanah, alat-alat gelas berupa cawan petri, tabung reaksi, *Beaker glass*, gelas ukur, spatula, Batang L, Jarum ent, kaca objek dan kaca penutup serta alat –alat tulis berupa spidol dan kertas label. Selain itu alat yang digunakan yaitu rotamixer, mortar, saringan mikro, korek api, rak kimia, mikropipet, *plastic wrap*,

Aluminium foil, stopwatch, timbangan, kamera, Laminar Air Flow (LAF), autoclave, bunsen, jarum ose dan mikroskop majemuk.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel tanah, bahan-bahan untuk membuat media ekstrak malt (malt extract, dextrose, agar bacto, yeast), bahan-bahan untuk membuat media potato peptone glucose agar/ PPGA (glycerol, yeast extract, K₂HPO₄, peptone, agar bacto), bayclin, deterjen, alkohol 70 %, NaOH, KOH 3% akuades steril, *crystal violet* dan *chloramphenicol*.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahapan yaitu : (1) isolasi dan karakterisasi aktinomisetes dilakukan secara deskriptif, dan (2) pengujian kemampuan isolat aktinomisetes sebagai antagonis bakteri *Dickeya* sp. (penyebab penyakit busuk lunak nanas) dilakukan secara *in-vitro* dengan menggunakan rancangan acak lengkap. Jumlah perlakuan ditentukan sesuai dengan jumlah isolat aktinomisetes yang diperoleh, dengan empat ulangan. Data yang diperoleh diuji menggunakan analisis ragam dan nilai tengah antar perlakuan diuji dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5 %.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengambilan sampel tanah

Tanah diambil didaerah rizosfer tanaman nanas dengan kedalaman ± 15 cm di perkebunan nanas PT Great Giant Food dan PT Nusantara Tropical Farm (Tabel 1).

Tabel 1. Sampel tanah dari lahan perkebunan PT GGF dan PT NTF

Asal	Sampel	Keterangan lokasi
GGF	A	GGF lokasi 038A, kelas tanah S1 (bagus)
	B	GGF lokasi 045C, kelas tanah S1 (bagus))
	C	GGF lokasi 047I, kelas tanah S3 (sedang)
	D	GGF lokasi 059I, kelas tanah N (kurang)
	E	GGF lokasi 014E, kelas tanah N (kurang)
	F	GGF lokasi 085C kelas tanah S3 (Sedang)
NTF	A	NTF area nanas MD2 blok 51407 (umur 17 bulan)
	B	NTF area nanas MD2 blok 51303 (umur 37 bulan)
	C	NTF area nanas MD2 blok 51107 (umur 34 bulan)
	D	NTF area nanas MD2 blok 51103 (umur 42 bulan)

3.4.2 Penyiapan sampel tanah

Sampel tanah yang diambil dari perkebunan nanas PT Great Giant Food dan perkebunan nanas PT Nusantara Tropical Farm diproses terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai sumber isolat. Sampel tanah tersebut dikeringanginkan selama 7 hari. Sampel tanah kemudian dihaluskan menggunakan mortar, disaring menggunakan saringan mikro dan masing-masing sampel tanah dioven 45⁰C selama 1 jam dan disimpan.

Sampel tanah selain digunakan sebagai sumber isolat digunakan juga untuk mengetahui pH tanah. Pengukuran pH tanah dilakukan menggunakan pH meter. Pada umumnya aktinomisetes dapat tumbuh baik pada pH antara 6,5 - 8,0 (Kanti, 2005).

3.4.3 Isolasi Aktinomisetes

Untuk keperluan isolasi aktinomisetes digunakan media ekstrak malt yaitu terdiri atas malt extract 10 g, dextrose 4 g, agar bacto 20 g, yeast 4 g dan 1 liter akuades steril. Media disterilisasi dalam *autoclave* pada suhu 121⁰C (tekanan 1 atm)

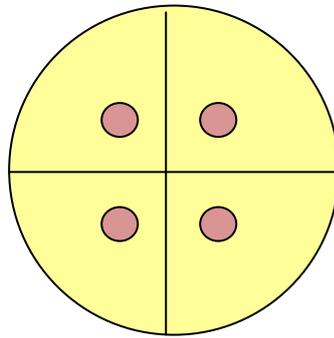
selama 15 menit dan dituangkan dalam cawan petri. Suspensi sampel tanah dari pengenceran 10^{-4} - 10^{-7} disebar pada permukaan media malt sebanyak 0,2 ml/cawan. Inkubasi dilakukan pada suhu kamar selama 14 hari untuk mengamati pertumbuhan aktinomisetes. Indriasari (1998) dalam Wahyuni (2014) menjelaskan ciri-ciri koloni aktinomisetes yaitu berbentuk bulat, elevasi timbul dan cembung, tepian rata dan tidak beraturan, dan permukaan bertepung, licin, kasar atau keriput. Koloni yang tumbuh seperti ciri-ciri tersebut dilakukan pemurnian dengan metode *streak quadrant* dengan media yang sama.

3.4.4 Pengujian Antagonisme

Untuk mengetahui kemampuan aktinomisetes sebagai antagonisme bakteri dilakukan pengujian antaginisme terhadap bakteri *Dickeya* sp.. Bakteri tersebut merupakan penyebab penyakit busuk lunak nanas. Isolat bakteri *Dickeya* sp. diperoleh dari koleksi Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Untuk uji antagonisme suspensi biakan murni *Dickeya* sp. disiapkan dengan cara menambahkan 2 ose biakan murni berumur 24 jam kedalam 5 ml air steril dalam tabung reaksi, kemudian dihomogenkan menggunakan rotamixer. Selanjutnya suspensi biakan murni *Dickeya* sp. sebanyak 5 ml dimasukkan ke dalam 100 ml media ekstrak malt yang masih cair (40°C - 45°C) dan dicampurratakan. Media yang telah dicampur dengan suspensi *Dickeya* sp. tersebut digunakan sebagai media pengujian antagonisme aktinomisetes terhadap bakteri *Dickeya* sp. secara *in vitro*.

Pengujian kemampuan antagonisme aktinomisetes terhadap bakteri *Dickeya* sp. dilakukan terhadap semua isolat aktinomisetes yang diperoleh. Dari setiap cawan diletakkan empat potongan bor gabus isolat aktinomisetes dengan diameter 7 mm (Gambar 1). Inkubasi dilakukan pada suhu ruang dan pengukuran zona hambat dilakukan hingga hari ke 5 pengamatan. Reaksi positif ditandai dengan terbentuknya zona hambat di daerah sekitar isolat aktinomisetes.



Gambar 1. Cara peletakan isolat aktinomisetes dalam cawan berisi campuran ekstrak malt dan bakteri

Kertas saring dengan ukuran diameter 5 mm direndam dalam air steril hingga jenuh, kemudian ditiriskan. Selanjutnya, diambil 4 kertas saring tersebut menggunakan pinset dan diletakkan dicawan petri yang berisi media ekstrak malt yang telah dicampur bakteri *Dickeya* sp. sebagai kontrol negatif. Kontrol positif menggunakan antibiotik dengan cara mencampurkan antibiotik (*chloramphenicol* 0,001 g) dan air steril 1 ml. Inkubasi dilakukan pada suhu ruang dan pengukuran zona bening (zona penghambatan) dilakukan hingga hari ke 5 pengamatan. Reaksi positif ditandai dengan terbentuknya zona bening di daerah sekitar kertas saring. Diameter zona penghambatan diukur dengan cara mengukur diameter zona bening dikurangi diameter koloni isolat aktinomisetes ataupun kertas saring.

3.4.5 Karakterisasi isolat yang bersifat antagonis terhadap bakteri *Dickeya* sp.

Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui ciri-ciri isolat aktinomisetes yang diperoleh baik dari GGF maupun NTF. Karakterisasi morfologi isolat aktinomisetes dilakukan secara makroskopis maupun mikroskopis. Karakterisasi secara makroskopis dilakukan secara langsung dengan mengamati bentuk, tepian, elevasi, ukuran, tekstur, penampilan dan pigmentasi setiap isolat aktinomisetes. Secara mikroskopis, dilakukan pengamatan terhadap ciri-ciri morfologi hifa aerial dan spora.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada penelitian ini diperoleh 26 isolat aktinomisetes, 18 isolat berasal dari lahan perkebunan nanas PT GGF dan 8 isolat dari PT NTF dengan ciri koloni aktinomisetes berbentuk *circular* dengan tepi *undulate*, elevasi *raised* dan *flat* berukuran kecil sampai sedang, tekstur *rugose*, penampilan *dull*, pigmentasi / *non pigmented (cream)*.
2. Dari 26 isolat aktinomisetes yang diperoleh, 14 isolat dapat menghambat pertumbuhan *Dickeya* sp. secara *in-vitro*. Isolat GGF 9 mempunyai diameter zona bening yang terbesar di antara isolat yang lain.

5.2 Saran

Perlu dilakukan identifikasi lebih lanjut untuk mengetahui takson dari isolat-isolat aktinomisetes yang berhasil dikoleksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amandari, S. 2011. Hama dan penyakit tanaman nanas (*Ananas comosus* L. Merr.) di Kecamatan Ngancar, Kediri. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 60 hlm.
- Anugrahwati, D.R. 2011. Aktifitas *Aktinomycetes* endofit sebagai bionematisida terhadap *Meloidogyne javanica*. *Crop Agro* 1 (2) : 114-122
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2016. Produksi Tanaman Buah Buahan. <http://www.bps.go.id/site/pilihdata>. Diakses pada 12 April 2016.
- Cahyani, V.R. 2014. *Petunjuk Praktikum Mikrobiologi*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 38 hlm.
- Djojosumarto, P. 2000. *Teknik Aplikasi Pestisida Pertanian*. Kanisius. Yogyakarta.
- DoA. 2009. *Fresh Pineapple Fruit of Isolat, Crop Protection and Plant Quarantine Division*. Department of Agriculture. Malaysia.
- Ekowati, C.N., dan A. Arwin. 2007. Pengaruh kompos kulit buah kopi (*Coffea robusta* Lind) dan kacang pinto (*Arachis pinto* Krapov dan Gregory) terhadap keanekaragaman *actinomycetes*. *J. Sains Mipa*. 13 (3) : 177-182.
- Fitter, A. H., C. A. Gilligan, K. Hollingworth, A. Kleczkowski, K. M. Twyman, J. W. Pitchford, and The members of the Nerc Soil Biodiversity Programme. 2005. Biodiversity and ecosystem function in soil. *British Ecological Society* (19): 369-377.
- Gusnawaty. 2011. Efektifitas inokulasi. *Aktinomycetes* dan VAM dalam mengendalikan penyakit rebah semai pada tiga varietas kedelai (Musim Hujan). *Agriplus*. 1 (1) : 36-46.
- Hadiati, S. dan N.L.P. Indriyani. 2008. *Petunjuk Teknis Budidaya Nenas*. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. Sumatra Barat. 24 hlm.
- Hadioetomo, R, S. 1993. *Mikrobiologi Dasar Praktek dan Prosedur Dasar Dalam Laboratorium*, PT. Gramedia. Jakarta. 161hlm.

- Hanudin dan B. Marwoto. 2012. Prospek penggunaan mikroba antagonis sebagai agens pengendali hayati penyakit utama pada tanaman hias dan sayuran. *Jurnal Litbang Pertanian*. 31(1): 8-13.
- Hardianti, S. 2014. Isolasi aktinomisetes penghasil senyawa antifungi dari tanah rizosfer paliasa *Melochia Umbellata* (Houtt) Stapf Var. *Deglabrata* Asal Kelurahan Tamangapa, Kecamatan Manggala, Kota Makassar. (Skripsi). Universitas Hassanudin. Makasar.
- Hardjowigeno, S. 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akapres. Jakarta. 273 hlm.
- Imgrum. 2016. Biology concepts. http://www.imgrum.net/user/biology_concept/1909909957/1067270042360314502_1909909957. Diakses pada 02 November 2016.
- Jawetz, M dan Aldeberg's. 2001. *Mikrobiologi Kedokteran*. Salemba Medika. Jakarta. 205-209 hlm.
- Kaneshiro, W.S., M. Burger., B.G. Vine., A.S de Silva., dan A.M Alvarez. 2008. Characterization of *Erwinia chrysanthemi* from a Bacterial Heart Rot of Pineapple Outbreak In Hawaii. *Plant Disease* 92 (10):1444-1450.
- Kanti, A. 2005. *Actinomycetes* Selulolitik dari Tanah Hutan Taman Nasional Bukit Dua Belas Jambi. *Biodiversitas*. 6(2), 85-89.
- Kumalasari, A.M., N. Fathurahman dan Muhamad Nur R. 2012. Potensi aktinomisetes sebagai sumber senyawa bioaktif isolat dari kawasan Karst Batimurung, Sulawesi Selatan. *PELITA*. 7(1) : 59-72.
- Kumar, N., Singh, K., S.K., Mishra, A.K., Singh, U.C dan Pachouri. 2010. Isolation and screening of soil *Actinomycetes* as source of antibiotics active against bacteria. *International Journal of Microbiology Research*. 2(2) :1 2-16 .
- Lancini G, Rolando L. 1993. *Biotechnology of Antibiotic and Other Bioactive Microbial Metabolites*. Kluwer Academic Publisher Group. New York.
- Martin, D.A.N. 2016. Sifat fisik dan kimia tanah lahan nanas (*Ananas comusus*) yang terserang *Phytophthora* Sp. Penyebab penyakit busuk hati di perkebunan PT. Great Giant Pineapple (GGP) Provinsi Lampung. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung. 62 hlm.
- Mulyono, N. 2013. Quantity an Quality of Bromelain in Some Indonesian Pineapple Fruits. *International Jurnal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*. 4(2) : 234-240.

- Munir, M. 1996. *Tanah Ultisol – Tanah Ultisol Di Indonesia*. Pustaka Jaya. Jakarta.
- Miyadoh, S and Misa. Workshop on isolation methods and classification of actinomycetes. Biotechnology center, Indonesian Institute of Sciences. Bogor.
- Miyadoh, S and M. Otoguru. 2004. *Workshop on Isolation Methods and Clasification of Actinomycetes*. Bogor (ID) : Bioteknologi Center, LIPI.
- Nengsih, W. P. 2013. Isolasi *aktinomycetes* dari rizosfer rumput belulang (*Eleusin indica (L.) Gaertn*) sebagai penghasil isolat. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Nurkanto,A., M, Rahmansyah dan A, Kanti. 2008. Teknik Isolasi Aktinomisetes. LIPI Press. Jakarta.
- Pou, Z.S. 2015. Isolasi actinomycetes pada rhizozfer rumput teki (*Cyperus rotundus*) dan Uji Potensi sebagai Penghasil Antibiotik. (Artikel). Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.
- Ploetz, R.C. 2003. Diseases of tropical fruit crops.
http://www.eppo.org/QUARANTINE/bacteria/Erwinia_chrysanthemi/ERWICH_ds.pdf. CABI Publishing. Wallingford. Diakses pada 12 April 2016).
- Prasetyo, J., dan T.N. Aeny. 2014. Pineapple fruit collapse: newly emerging disease of pineapple in Lampung, Indonesia. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 14 (1) : 96-99.
- Prihatman, K. 2000. Klasifikasi dan Budidaya Tanaman Nanas. Sistem Informasi Manajemen Pembangunan Di Perdesaan, BAPPENAS. <<http://www.ristek.go.id>>. Diakses pada 10 Mei 2016.
- Purnomo, B. 2006. *Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman: Proses terjadinya Penyakit Tumbuhan*. 21-27 hlm.
- Purnomo, B. 2006. *Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman: Penggolongan Penyakit dan Patogen Tumbuhan*. 10-20 hlm.
- Pujiati. 2014. Isolasi Actinomycetes Dari Tanah Kebun Sebagai Bahan Petunjuk Praktikum Mikrobiologi. *Jurnal Florea* 1(2) : 42-46.
- Rahayu, F., R.M.Roza dan N.W. Pratiwi. 2015. Isolasi dan uji aktivitas antibakteri aktinomisetes dari Arboretum Universitas Riau. 1-8 hlm.
- Rao, N.S.S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Edisi II. UI Press. Jakarta.

- Rocky. 2009. Sejarah, klasifikasi dan morfologi nanas.
<https://rocky16amelungi.wordpress.com/2009/08/26/74/>. Diakses pada 02 Juni 2017.
- Rollins and Joseph. 2000. Actinomycetes Summary University of Maryland.
<http://www.Life.umd.edu/classroom/bsci424/PathogenDescriptions/Actinomycetes.html>. Diakses pada 25 Mei 2016.
- Ristrianto, D. 2010. Isolasi Rare *Aktinomycetes* dari Pasir Pantai Depok Yogyakarta yang berpotensi menghasilkan antibiotik terhadap *Escherichia coli* multiresisten. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Ryandini, D. 2001. Efektivitas isolat aktinomisetes perairan dalam menghambat *Aeromonas hydrophila*, bakteri patogen ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.).(Thesis). Institut Teknologi. Bandung.
- Sallytha, A. A. M., H. S. Addy dan P. A. Mihardjo. 2014. Penghambatan actinomycetes terhadap *Erwinia carotovora* subsp. *Carotovora* secara in vitro. *Berkala Ilmiah Pertanian* 1(4): 70-72.
- Sahilah, A.M., L. Rozeita., M.S.U. Kalsum., dan R. Son. 2008. Typing of *Erwinia chrysanthemi* iisolatd from josapine pineapple in Malaysia using antimicrobial susceptibility, plasmid profiles, ERIC-PCR and RFLP analysis. *International Food Research Journal*. 15 (3) : 273-280.
- Semangun, H. 2007. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Samson, R., J.B. Legendre , R.Christen , M.F.L.Saux, W. Achouak, L. Gardan. 2005. Transfer of *Pectobacterium chrysanthemi* (Burkholder *et al.* 1953) Brenner *et al.* 1973 and Brenneria isolate acal to the genus *Dickeya* gen. nov. as *Dickeya chrysanthemi* comb. Nov. and *Dickeya isolate acal* comb. Nov. and delineation of four novel species, *Dickeya dadantii* sp. Nov., *Dickeya dianthicola* sp. Nov., *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* . 55: 1415–1427.
- Suhara, E. 2003. Hubungan Populasi cacing tanah dengan porositas tanah pada isolat agroforestri berbasis kopi. (Skripsi). Universitas Brawijaya. Malang.
- Sunarjono, H. 2006. *Berkebun 21 Jenis Tanaman Buah*. Penebar Swadaya. Jakarta. 175 hlm.
- Sunarjono, H. H. 2000. *Prospek Berkebun Buah*. Penebar Swadaya. Depok.

- Susilowati, D. N., R.D. Hastuti, dan E.Yuniarti. 2007. Isolasi dan Karakterisasi Aktinomisetes Penghasil Antibakteri Enteropatogen *Escherichia coli* K1.1, *Pseudomonas pseudomallei* 02 05, dan *Listeria monocytogenes*. *Jurnal Agrobiogen*. 3(1) : 15-23.
- Susswein, P.M.; M. van Noordwijk and B. Verbist. 2001. Towards Integrated Natural Re-source Management in Forest Mar-gins of the Humid Tropics: Local Action and Global Concerns. *Inter-national Centre for Research in Agroforestry*. Bogor. 28 pp.
- Taufik, Y. 2015. *Statistika Produksi Hortikultura Tahun 2014*. Kementrian Pertanian. Direktorat Jendral Hortikultura. 286 hlm.
- Utomo, M. 2006. *Olah Tanah Konservasi*. Hand out Pengelolaan Lahan Kering Berkelanjutan. Universitas Lampung, Bandar Lampung. 25 hlm.
- Wahyuni, D.S. 2014. Skrining aktivitas isolat aktinomisetes tanah asal Indonesia penghasil antibakteri. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wartono., Y. Suryadi dan D.N. Susilowati. 2012. Keefektifan formulasi bakteri *Burkholderia cepacia* isolat E76 terhadap *Rhizoctonia solani* kühn pada pertumbuhan tanaman padi Di Laboratorium. *Jurnal Agrotropika* 17(2): 39-42.
- Waluyo, L. 2005. *Mikrobiologi Lingkungan*. Universitas Muhammadiyah Malang Press. Malang. 355 hlm.
- Widiastuti, A. 2011. Uji Efektifitas pestisida terhadap Beberapa Patogen Penyebab Penyakit Penting Pada Buah naga (*Hylocerus* sp.) secara in-vitro. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 17(2) : 73-76.
- Wijyantie, E.D. 2009. Isolasi dan uji aktivitas antimikrobia dari isolat *Streptomyces* terhadap *Eschericia coli* dan uji biautografi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Zhi XY, Li WJ, Stackebrandt E. 2009. An update of the structure and 16S rRNA gene sequence-based definition of higher ranks of the class Actinobacteria, with the proposal of two new suborders and four new families and emended descriptions of the existing higher taxa. *Int J Syst Evol Microbiol*. 59:589–608.