

**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)

Oleh

DEVA AZIZ NANDA MARTIN



**JURUSAN AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

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

Oleh

DEVA AZIZ NANDA MARTIN

Salah satu buah tropis yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi adalah nanas. Dalam budidaya nanas di Indonesia mempunyai faktor pembatas, salah satunya adalah penyakit busuk hati dan busuk akar yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp. Keberadaan *Phytophthora* sp. di perkebunan nanas dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia tanah. Penelitian ini mempelajari sifat fisik dan kimia tanah tanaman nanas yang sakit busuk hati nanas di perkebunan nanas PT. GGP Provinsi Lampung dengan membandingkan sifat fisik tanah lahan nanas yang terserang dan tidak terserang oleh *Phytophthora* sp. Penelitian ini dilakukan di perkebunan nanas PT. GGP Provinsi Lampung, Laboratorium Ilmu Tanah dan Laboratorium Bioteknologi Universitas Lampung yang berlangsung dari bulan Desember 2015-Februari 2016. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan menunjukan bahwa lahan yang terserang *Phytophthora* sp. mempunyai kompaksi tinggi keras, nilai porositas tanah yang rendah, dengan rata-rata nilai pH tanah 5,48 dan kandungan C-organik rata-rata 1,22%. Kompaksi yang tinggi dan porositas yang rendah akan menyebabkan genangan, dan dalam genangan tersebut memiliki bahan organik dan pH yang tinggi maka menjadi tempat yang baik untuk berkembang *Phytophthora* sp.

Kata kunci: *Phytophthora* sp., sifat fisik, sifat kimia, nanas.

**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**

Oleh

Deva Aziz Nanda Martin

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar

SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**JURUSAN AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi : **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**

Nama Mahasiswa : **Deva Aziz Nanda Martin**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1214121052**

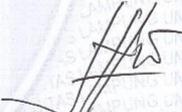
Jurusan : **Agroteknologi**

Fakultas : **Pertanian**

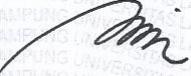
MENYETUJUI

Komisi Pembimbing


Dr. Ir. Afandi, M.P.
NIP 196611031988031003


Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Sc.
NIP 19811062212005011003

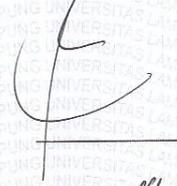
Ketua Jurusan Agroteknologi


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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Ir. Afandi, M.P.



Sekretaris : Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Sc.



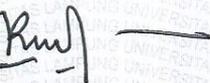
Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr



2. Dekan Fakultas Pertanian



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



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 12 Mei 2016

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Uman Agung, Kecamatan Bandar Mataram, Kabupaten Lampung Tengah pada tanggal 05 Maret 1995, anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan suami istri Bapak Sukaji dan Ibu Miratin, S.Pdi.

Pada tahun 2012, Ia melanjutkan kuliah di Universitas Lampung mengambil program S1 Agroteknologi bidang Ilmu Tanah. Selama kuliah, Penulis mendapatkan beasiswa BidikMisi dan aktif di berbagai organisasi kampus antarlain sebagai Kepala Bidang Media Center (MCF) Forum Studi Fakultas Pertanian (FOSI-FP), Ketua Forum Komunikasi Mahasiswa Bidikmisi Fakultas Pertanian (FORKOM BM FP), Anggota bidang akademik Bimbingan Rohani Mahasiswa (BIROHMAH UNILA).

Selain di bidang kemahasiswaan, Ia juga pernah menjadi asisten matakuliah di bidang Ilmu Tanah antara lain matakuliah Dasar-Dasar Ilmu Tanah, Kesubura Tanah, Konservasi Tanah dan Air serta menjadi Koordinator Asisten bidang Ilmu Tanah tahun 2015-2016.

Penulis pernah menjadi juara 1 nasional Lomba Karya Tulis Ilmiah (LKTI) dan juara 3 nasional Lomba Cerdas Tepat (LCT) di PILMITANAS (pekan ilmiah ilmu tanah nasional) di Universitas Andalas, Padang tahun 2015, serta menjadi delegasi Universitas Lampung pada agenda SJC (*soil judging contest*) tahun 2016 di Universitas Brawijaya, Malang tahun 2015 dan delegasi Universitas Lampung

pada agenda JITI (Jambore Ilmu Tanah Indonesia) di Universitas Sriwijaya, Palembang pada tahun 2016. Penulis juga pernah mendapatkan dana hibah dari Dikti pada program PKM-Kewirausahaan dan PKM-Penelitian tahun 2014 serta PKM-Pengabdian Masyarakat tahun 2015.

Selain aktif dalam agenda kemahasiswaan, akademik dan penelitian, Penulis juga pernah ikut beberapa program pengabdian kepada masyarakat dan menjadi *volunteer* Sahabat Pulau di Pulau Pahawang serta pengabdian EBoRa (edukasi boneka hortikultura) selama kuliah.

Jika engkau tak mampu menahan lelahnya belajar, maka bersiaplah menelan pahitnya kebodohan

Orang yang berjuang bisa gagal, tapi orang yang tidak pernah mencoba sudah pasti gagal.

Kita tidak akan pernah tau jika kita dalam hidup ini setiap hari telah membuat satu titik perjuangan, hingga suatu saat titik tersebut akan membentuk likisan perjuangan yang indah (Steve Jobs, 2012).

Orang yang berilmu lalu mengamalkan ilmunya untuk kebaikan akan lebih baik dari seribu orang yang ahli ibadah

SANWACANA

Puji dan puja syukur atas kehadiran Allah SWT Yang berkat rahmat dan hidayahNya penulis dapat melaksanakan penelitian di PT.Great Giant Pineapple Terbanggi Besar, Lampung Tengah dan menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sifat Fisik Dan Kimia Tanah Pada Lahan Nanas (*Ananas comosus*) yang Terserang Penyakit Busuk Hati Yang Disebabkan Oleh *Phytophthora* sp. Di Perkebunan PT. GGP Provinsi Lampung” dengan baik, tak lupa shalawat serta salam penulis lantunkan kepada murabbi terbesar sepanjang sejarah, orang biasa yang luarbiasa karena kebiasaanya yaitu nabi besar Muhammad SAW.

Skripsi ini adalah salah satu sarat untuk menyelesaikan studi sarjana, skripsi merupakan kegiatan yang mempresentasikan ilmu yang selama ini didapatkan dibangku perkuliahan kedalam sebuah karya ilmiah, selain itu skripsi bagi penulis merupakan sarana untuk menambah ilmu yang belum tentu ada diperkuliahan, selama penelitian dan pengerjaan skripsi sangat banyak pengalaman yang penulis dapatkan. Hal ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah membantu penulis. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Afandi, M.P. selaku Dosen Pembimbing pertama terimakasih atas bimbingan, pengalaman, saran, kritik, nasehat, pengarahan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.

2. Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing kedua terimakasih atas bimbingan, saran, kritik, nasehat, dan pengarahan yang telah diberikan kepada penulis
3. Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.Sc., M.Agr., selaku Dosen Pembahas dan Ketua Bidang Ilmu Tanah atas kritik dan saranya
4. Supriyono, S.P. selaku Pembimbing Lapang, terima kasih atas bimbingan, bantuan, arahan dan dukungan serta nasehat selama melaksanakan penelitian di PT. GGP.
5. Ir. Setyo Widagdo, M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik, atas bimbingan dan nasehat selama ini.
6. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian.
7. Seluruh Staf Pengajar Jurusan Agroteknologi yang telah mendidik penulis selama menuntut ilmu di Fakultas Pertanian Unila
8. Keluarga dirumah yang selalu memberikan semangat : Bapak Sukaji, ibu Miratin dan adikku Miranda Setia Putri atas doa dan semangatnya.
9. Teman-teman Agroteknologi 2012 terkhusus untuk AGT kelas B Terimakasih atas keceriaanya dan dan bantuan yang telah diberikan selama kuliah di Jurusan Agroteknologi.
10. Mas Ali Rahmat, S.P., M.Sc., atas bimbingan, semangat dan motivasinya, semoga bisa menyusulmu.
11. Kak Eko Andriyanto, S.P. dan teman-teman di labolatorium Bioteknologi yang telah banyak membantu dan memberi banyak saran kepada penulis.

12. Teman-teman dari Universitas Brawijaya Malang. Winih, Elda, Indi, Farid, Adis, Sike, Chantika Mega, Retie, Rere, dan Syarif terimakasih telah membagi pengalaman selama Praktik Umum dan Penelitian.
13. Kak Very Wibowo dan kak Arbi Sutejo terimakasih atas kerjasamanya selama penelitian.
14. Sahabat-sahabat tercinta : Fajar Rahmat, Galang, Wicak, Rasyid, Rizki Kurniawan, Wahyu, Hendra, Ariyadi, Catur, Shinta, Rizki Alandani dan lain-lain. Terima kasih atas dukungan dan semangatnya..
15. Sahabat-sabat Alumni FOSI FP dan Forkom Bidik Misi Unila yang selalu memberikan semangat.
16. Semua pihak yang telah berjasa kepada penulis sehingga bisa sampai pada saat ini

Penulis berharap semoga Allah SWT membalas segala kebaikan mereka dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pribadi dan yang memerlukannya. Aamiin.

Bandar Lampung, 5 Maret 2016

Penulis

Deva Aziz Nanda Martin

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Sifat Fisik dan Kimia Tanah Lahan Nanas (*Ananas comosus*) yang Terserang *Phytophthora* sp. Penyebab Penyakit Busuk Hati di Perkebunan Nanas PT. GGP (Great Giant Pineapple) Provinsi Lampung" merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya tulis ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sangsi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 22 Juni 2016
Penulis,



Deva Aziz Nanda Martin
1214121052

Segala jerih payah dan perjuanganku, Aku persembahkan kepada kedua orang tuaku yang selalu memberikan dukungan dan semangat hingga bisa lulus sarjana, semoga ilmu dan gelar yang dicapai bisa berkah dan amanah.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian.....	5
C. Kerangka Pemikiran	6
D. Hipotesis	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Tanaman Nanas	9
B. Penyakit Busuk Hati dan Busuk Akar pada Nanas	14
C. Faktor yang Mempengaruhi Penyakit	16
D. Manajemen Penyakit Busuk Hati	18
E. Faktor Fisik dan Penyebaran <i>Phytophthora</i> sp.....	19
F. Sifat kimia yang mempengaruhi <i>Phytophthora</i> sp.	20
III. METODE PENELITIAN	22
A. Tempat dan Waktu Penelitian	22
B. Bahan dan Alat	22
C. Metode Penelitian.....	23
D. Variabel Pengamatan.....	23
E. Teknik Pelaksanaan	24
1. Kegiatan Prasurevei	24
2. Survei	24

3.	Identifikasi Penyakit	27
4.	Pengukuran Kompaksi Tanah.....	28
5.	Penentuan Tekstur Tanah.....	29
6.	Warna Tanah.....	30
7.	Jumlah Pori Tanah	31
8.	Kadar Air Tanah di Lapang	32
9.	Pengukuran C-organik Tanah	32
10.	Analisis pH Tanah di Labolatorium.....	33
11.	Keterjadian Penyakit.....	33
12.	Analisis Data.....	33
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		34
A.	Hasil Penelitian	34
1.	Kompaksi Tanah	34
2.	Tekstur Tanah.....	37
3.	Warna Tanah	38
4.	Jumlah Pori Tanah.....	40
5.	Kadar Air Tanah di Lapang.....	42
6.	C-Organik Tanah.....	43
7.	pH Tanah.....	46
8.	Persentase Keparahan Penyakit.....	48
9.	Identifikasi penyakit.....	49
B.	Pembahasan	53
V. SIMPULAN DAN SARAN		60
A.	Simpulan	60
B.	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN.....		64

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Skema pengambilan sampel tanah	25
Gambar 2. Pencitraan semua titik lokasi sampel	25
Gambar 3. Gambaran struktur <i>Phytohthora</i> sp.	39
Gambar 4. Gambar segitiga tekstur.....	30
Gambar 5. Grafik kompaksi dan kedalaman tanah	36
Gambar 6. Segitiga tekstur menurut USDA.....	38
Gambar 7. Grafik % kadar air tanah	43
Gambar 8. Grafik rentang nilai % C-organik.....	45
Gambar 9. Grafik rentang nilai pH	47
Gambar 10. Gejala busuk hati di lapang	49
Gambar 11. Gambar spora <i>Phytophthora</i> sp.....	50
Gambar 12. Hasil inokulasi <i>Phytophthora</i> sp.	51
Gambar 13. Hasil reisolasi <i>Phytophthora</i> sp.....	52
Gambar 14. Peninjauan lokasi yang terserang <i>Phytophthora</i> sp.....	76
Gambar 15. Pengamatan gejala <i>Phytophthora</i> sp.	76
Gambar 16. Kegiatan survei di lahan nanas.....	77
Gambar 17. Kegiatan identifikasi penyakit.....	78
Gambar 18. Penampakan struktur tubuh <i>Phytophthora</i> sp.	79
Gambar 19. Pengukuran kompaksi tanah.....	80
Gambar 20. Pengukuran tekstur tanah	81
Gambar 21. Pengamatan warna tanah.....	82

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil pengukuran kompaksi	35
Tabel 2. Hasil pengukuran tekstur	37
Tabel 3. Hasil penentuan warna tanah	39
Tabel 4. Hasil pengukuran jumlah pori tanah	40
Tabel 5. Hasil pengukuran % kadar air	42
Tabel 6. Hasil pengukuran C-organik	44
Tabel 7. Hasil penentuan pH tanah	46
Tabel 8. Presentase keparahan penyakit.....	48
Tabel 9. Hasil pengukuran pH tanah.....	65
Tabel 10. Hasil pengukuran C-organik tanah	65
Tabel 11. Hasil pengamatan warna tanah	66
Tabel 12. Hasil pengukuran kadar air tanah.....	66
Tabel 13. Bobot PF 0	67
Tabel 14. Bobot PF 1	67
Tabel 15. Bobot PF 2	67
Tabel 16. Bobot kering oven.....	68
Tabel 17. Bobot ring sampel	68
Tabel 18. Bobot kadar air PF 0	68
Tabel 19. Bobot kadar air PF 1	69
Tabel 20. Bobot kadar air PF 2	69
Tabel 21. Bobot tanah kering	69
Tabel 22. Berat isi tanah.....	70

Tabel 23. Porositas	70
Tabel 24. Pori aerasi.....	70
Tabel 25. Pori makro.....	71
Tabel 26. Kriteria porositas.....	71
Tabel 27. Pori total.....	71
Tabel 28. Hasil pengukuran tekstur sampel A	72
Tabel 29. Hasil pengukuran tekstur sampel B	72
Tabel 30. Hasil pengukuran tekstur tanah.....	73
Tabel 31. Hasil pengukuran kompaksi tanah	73

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Nanas, nenas atau ananas (*Ananas comosus* [L.] Merr.) adalah sejenis tumbuhan tropis yang berasal dari Brasil, Bolivia, dan Paraguay. Tumbuhan ini termasuk dalam familia nanas-nanasan (Famili *Bromeliaceae*). Buah nanas mempunyai bentuk seperti *pine* yaitu buah pinus tetapi mempunyai rasa manis seperti apel sehingga dalam bahasa inggris nanas dikenal dengan nama *pineapple* (BEP, 2003).

Pada awalnya nanas di Indonesia hanya dibudidayakan di pekarangan dan belum dibudidayakan secara intensif, oleh sebab itu belum banyak berkembang teknik budidaya nanas dan penelitian tentang hama dan penyakit nanas belum banyak dilakukan (Semangun, 1996). Semenjak tahun 1970 nanas sudah mulai dibudidayakan besar-besaran untuk menjadi komoditas ekspor.

Nanas merupakan buah tropis yang banyak dibudidayakan di Indonesia dan merupakan komoditas ekspor unggulan yang mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Salah satu negara pengeksport nanas terbesar adalah indonesia dengan rata-rata ekspor nanas pertahun mencapai 200.000 ton pertahun. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat bahwa Indonesia selama periode Januari – Juni 2013 telah mengeksport nanas ke pasar dunia mencapai 75,78 ribu ton dengan nilai US\$ 68,43 juta (BPS, 2013) baik dalam bentuk nanas segar maupun dalam bentuk

nanas kaleng. Beberapa subsektor pertanian dibidang hortikultura yang memiliki nilai ekspor tertinggi diantara buah-buah tropis lainnya adalah nanas dengan nilai ekspor sebesar US\$ 13,7 juta. Provinsi Lampung merupakan Provinsi penghasil nanas terbesar di Indonesia dengan nilai investasi sebesar Rp.1,4 triliun (Detikcom, 2012).

Karena permintaan nanas di dunia terus meningkat, maka budidaya nanas secara intensif terus dilakukan agar dapat memenuhi permintaan pasar dunia. Untuk memenuhi permintaan pasar dunia maka dalam budidaya tanaman nanas memerlukan peralatan mekanik untuk mempermudah proses pengerjaan dalam skala yang luas dan dengan waktu yang singkat. Penggunaan mekanisasi untuk budidaya tanaman nanas sendiri tidak hanya dalam pengolahan tanah, tetapi juga dalam proses budidaya antara lain: pengolahan sisa-sisa tanaman nanas dengan cara dicacah (*choping*), penyiraman, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit, dan perangsangan pembungaan (*forcing*). Penggunaan alat-alat berat dalam proses budidaya nanas selama bertahun-tahun dan terus menerus membuat tanah menurun kualitas fisiknya yang menyebabkan pemadatan tanah.

Memadatnya tanah akan mempengaruhi kadar udara didalam tanah sehingga pertukaran O₂ dan CO₂ di dalam tanah terganggu sehingga proses metabolisme mikroorganisme tanah akan terhambat dan proses dekomposisi bahan organik tanah menjadi bahan anorganik yang tersedia bagi tanaman akan terganggu juga. Selain itu banyak pori makro dan mikro tanah yang hilang akibat pemadatan, menyebabkan ruang tampung untuk air tanah berkurang sehingga reaksi-reaksi

kimia tanah yang terdapat di larutan tanah akan terhambat sehingga penyerapan unsur hara melalui aliran massa akan terganggu.

Pemadatan tanah menyebabkan infiltrasi air terganggu sehingga menyebabkan genangan air di kebun. Genangan air yang terlalu lama menyebabkan permasalahan pada perkebunan nanas. Genangan air juga memicu timbulnya penyakit busuk akar dan busuk hati pada nanas yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp.

Untuk menunjang kegiatan dalam proses budidaya nanas, pemberian nutrisi sangat penting dilakukan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Pemberian nutrisi yang dilakukan dalam bentuk unsur hara tanaman dalam bentuk pupuk dan bahan organik. Penambahan bahan organik pada perkebunan nanas selain untuk mempertahankan ketersediaan unsur hara, juga untuk memenuhi kebutuhan substrat bagi organisme tanah. Sehingga di perkebunan nanas PT. GGP (Great Giant Pineapple) Provinsi Lampung melakukan penambahan bahan organik dalam bentuk kompos matang ataupun pengembalian sisa tanaman nanas yang telah dicacah (*choping*) dalam bentuk bahan organik segar ke lahan sebelum ditanami nanas. Tetapi pemberian bahan organik yang tinggi memiliki dampak negatif yaitu munculnya penyakit busuk hati dan busuk akar nanas yang disebabkan oleh *Phytohtora* sp., patogen ini termasuk organisme saprofit fakultatif, serta dapat bertahan pada tanaman yang telah mati dan bahan organik (Shea *et al.*, 1980) dan dapat bertahan selama 6 tahun dengan membentuk miselium, sporangia, klamidia spora dan oospora (Weste, 1971). Sedangkan zoospora hanya bisa bertahan pada kelembaban 5-10 bar selama 6 minggu (McDonald, 1979).

Kekurangan unsur hara pada tanaman nanas dapat ditanggulangi dengan pemupukan, tetapi ketersediaan unsur hara di tanah sendiri dipengaruhi oleh tingkat pH tanah. Nilai pH akan mempengaruhi apakah unsur hara tersebut dapat tersedia bagi tanaman ataupun tidak. Unsur hara P (fosfat), dalam keadaan tanah yang asam, maka P akan terikat oleh Al dan Fe menjadi Al-P/ Fe-P, sedangkan pada kondisi tanah yang alkalis, P akan terikat oleh Ca menjadi Ca-P sehingga tidak dapat tersedia untuk tanaman. Kondisi tanah pada perkebunan nanas cenderung masam sehingga dilakukan pengapuran untuk menaikkan pH agar unsur-unsur hara tanah dapat tersedia bagi tanaman. Kenaikan pH ini ternyata mempunyai efek samping yaitu memicu menyebarnya *Phytophthora* sp. secara luas dan lebih cepat pada saat musim penghujan. Aktifitas *Phytophthora* sp. tertekan pada pH yang masam yaitu pH 3.8 dan ini tidak memberikan dampak yang buruk bagi tanaman nanas, karena nanas lebih toleran pada tanah yang masam (Pegg, 1977).

Menurut Semangun (1996), busuk akar dan busuk hati pada tanaman nanas disebabkan oleh patogen tular tanah *Phytophthora* sp. dengan gejala daun yang klorosis dengan daun ujung yang nekrosis, dan ketika dicabut daunnya terlihat busuk sampai pangkal batang. Salah satu faktor yang mempengaruhi penyakit ini adalah terjadinya genangan air di tanah (Takaya *et al.*, 1980). *Phytophthora* sp. akan membentuk sporangium jika miseliumnya terendam air. Nilai pH tanah yang tinggi, dan kandungan C-organik yang tinggi berpengaruh terhadap keterjadian penyakit busuk hati dan busuk akar yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp. (Sari, 2014). *Phytophthora* sp., dilaporkan oleh Bartholomew *et al.* (2003) lebih sering dijumpai di tanah yang basa serta mempunyai kelembaban

tinggi. Terdapat kemungkinan *Phytophthora* sp. disebarkan secara luas oleh struktur tanah yang remah setelah pengolahan sehingga mudah terpercik serta terjadinya genangan di tanah juga akan memungkinkan terjadinya aliran permukaan yang akan memperluas penyebaran *Phytophthora* sp. ke tempat lain.

Telah banyak upaya yang dilakukan untuk mengendalikan penyakit busuk hati pada tanaman nanas, seperti penerapan kultur teknis, rotasi tanaman, pemilihan bibit unggul, pembuatan drainase, penggunaan bahan kimiawi seperti pencelupan bibit ke dalam larutan fungisida bubuk Burdeaux atau kaptafol (Cook, 1975), sebelum tanam juga telah dilakukan, tetapi berbagai upaya yang telah dilakukan belum bisa sepenuhnya mengatasi penyebaran dari *Phytophthora* sp. Sehingga diperlukan pengamatan serta pengkajian yang lebih mendalam, tidak hanya dari segi patologinya tetapi juga dari segi ilmu tanah, terutama dari segi fisika dan kimia tanah. Keterkaitan sifat tanah dengan keberadaan *Phytophthora* sp. telah didasari, karena *Phytophthora* sp. merupakan patogen tular tanah (Semangun, 1996). Sifat fisik tanah ini diduga mempunyai keterkaitan dengan sifat serta karakter dari *Phytophthora* sp. sehingga jika sifat tanah tersebut dapat diketahui dan dapat dimodifikasi sedemikian sehingga penyebaran *Phytophthora* sp. dapat ditanggulangi dengan menerapkan pengendalian yang terpadu.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mempelajari sifat fisik dan kimia tanah di lahan nanas yang terserang penyakit busuk hati dan busuk akar pada tanaman nanas yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp.

C. Kerangka Pemikiran

Penurunan sifat fisik tanah mempunyai dampak terhadap sifat-sifat tanah yang lainnya. Penurunan sifat fisik tanah seperti pemadatan tanah akan membuat ruang pori antar tanah semakin sempit dan udara di dalam tanah akan semakin sedikit sehingga aerasi antara CO₂ dan O₂ tidak lancar oleh sebab itu membuat proses respirasi mikroorganisme tanah akan terganggu. Terganggunya proses respirasi mikroorganisme tanah akan menyebabkan proses perubahan bahan-bahan organik tanah menjadi unsur anorganik yang tersedia bagi tanaman menjadi terhambat. Selain itu pemadatan tanah juga akan mempengaruhi proses aliran massa didalam tanah sehingga mobilitas unsur hara akan terganggu.

Pemadatan tanah sulit diketahui secara langsung dan penggunaan pertumbuhan tanaman sebagai indikator pemadatan tanah akan sangat sulit dan bias karena bisa saja disebabkan oleh banyak faktor. Pemadatan tanah pada lapisan subsoil akan membuat infiltrasi tanah menjadi lambat sehingga memungkinkan akan terjadinya genangan di tanah pada saat hujan. Terjadinya genangan di tanah akan menyebabkan banyak kerusakan pada tanaman. Nanas tidak terlalu toleran terhadap genangan air karena termasuk tanaman xerofit (BEP, 2003), oleh sebab itu jika genangan terjadi terus menerus maka tanaman busuk karena akar tanaman nanas yang terendam air sehingga akar tidak bisa respirasi. Selain perusakan langsung tanaman nanas oleh genangan air, terjadinya busuk akar dan busuk hati tanaman nanas akibat *Phytophthora* sp. semakin memperparah kerusakan tanaman nanas. *Phytophthora* sp. termasuk patogen tular tanah yang tumbuh dan

berkembang secara optimal pada suhu yang relatif dingin, kelembaban yang tinggi dan tersedia air yang cukup (Semangun, 1996).

Selain faktor fisik yang membuat penyebaran *Phytophthora* sp. semakin meluas, kondisi lingkungan seperti banyaknya sisa tanaman yang terserang dan masih berada disekitaran perkebunan, penambahan bahan organik serta pengapuran dalam jumlah tertentu dapat menjadi faktor pendukung semakin meluasnya penyebaran *Phytophthora* sp. Sisa tanaman nanas di musim sebelumnya yang dicacah dan dikembalikan di lahan serta penambahan bahan organik pada saat sebelum penanaman nanas dapat menjadi sumber inokulum dan inang *Phytophthora* sp. sementara. Karena *Phytophthora* sp. dapat bertahan pada sisa tanaman yang sudah mati ataupun bahan organik (Shea *et al.*, 1980).

Faktor-faktor lain yang mempengaruhi penyakit ini adalah terjadinya genangan pada lahan sehingga *Phytophthora* sp. akan membentuk sporangium jika miseliumnya terendam air (Takaya *et al.*, 1980). Zoospora dari *Phytophthora* sp dapat bergerak bebas pada genangan air dan dapat masuk kedalam tundung akar tanaman karena bersifat khemotaktik terhadap eksudat akar dan dapat berkecambah dipermukaan akar setelah 24 jam (Zentmyer, 1961). Nilai pH dan C-organik berpengaruh terhadap keterjadian penyakit busuk hati dan busuk akar yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp. (Sari, 2014). Dilaporkan juga bahwa *Phytophthora* sp. lebih sering dijumpai di tanah yang basa dan kelembaban tinggi (Bartholomew *et al.*, 2003).

Penyebaran *Phytophthora* sp. erat sekali dengan kondisi tanah di perkebunan. Banyaknya bahan organik, pH yang basa dan terjadinya genangan air akan

membuat *Phytophthora* sp. semakin cepat berkembang. Genangan yang terjadi akibat lambatnya infiltrasi air kedalam tanah dan struktur yang tidak mantab serta tekstur tanah yang cenderung berpasir akan membuat tanah mudah ter-erosi. Erosi membawa partikel tanah ataupun bahan organik yang terdapat struktur tubuh *Phytophthora* sp.(Weste, 1975). Penyebab busuk hati dan busuk akar tersebut lebih cepat tersebar di areal perkebunan selain juga penggunaan alat mekanik seperti bajak dan garu yang masih terdapat tanah yang menempel pada implemen juga akan menjadi agen penyebar *Phytophthora* sp.

D. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah terdapat keterkaitan antara sifat fisik dan kimia tanah terhadap serangan *Phytophthora* sp penyebab penyakit busuk hati yang di perkebunan nanas.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Nanas

Tanaman nanas adalah tanaman tropis yang awalnya ditemukan di Amerika Selatan yaitu Brazil, Argentina Dan Paraguay. Di daerah-daerah tersebut banyak sekali ditemukan nanas liar di sekitar hutan tropisnya (Barholomew, *et al.*, 2003). Nanas dibawa oleh para pelaut spanyol dan portugis pada sekitaran abad 16. Tujuan para pelaut ini adalah untuk menemukan benua baru dan sekaligus berdagang. Dari proses perdagangan dengan sistim barter inilah nanas diperkenalkan ke daerah-daerah seperti China, Filiphina dan Pulau Jawa.

Salah satu buah unggulan Indonesia untuk diperdagangkan di pasar internasional adalah nanas. Nanas telah banyak diperjual belikan sejak tahun 1970-an di pasar internasional, kebutuhan akan nanas baik dalam bentuk nanas kaleng, koktail maupun nanas segar selalu diminati oleh pasar internasional. Tidak hanya di Indonesia nanas menjadi produk buah unggulan, di Hawaii, dan Thailand nanas juga menjadi komoditas unggulan. Saat ini tanaman nanas dibudidayakan tidak hanya di daerah tropis, tetapi juga di daerah subtropis. Nanas telah menjadi ciri yang khas dari daerah tropis yang banyak sekali digemari oleh masyarakat dunia sehingga menjadikan buah ini sebagai buah penting dalam perdagangan internasional (Nakasone *et al.*, 1999).

Klasifikasi tanaman nanas:

Kingdom : *Plantae* (tumbuh-tumbuhan)
Divisi : *Sphermathophyta* (tumbuhan berbiji)
Kelas : *Angiospermae* (tumbuhan berbiji tertutup)
Ordo : *Farinosae* (Bromeliales)
Famili : *Bromiliaceae*
Genus : *Ananas*
Spesies : *Ananas comosus*

Nanas mempunyai habitat yang berbeda dan perbedaan tersebut akan mempengaruhi penampakan fisik nanas sehingga bisa digunakan sebagai bentuk nanas terhadap lingkungan (Bartholomew *et al.*, 2003). Berdasarkan habitus tanaman nanas, terutama bentuk daun dan buah dikenal 4 jenis golongan nanas, yaitu *Cayene* (daun halus, tidak berduri, buah besar), *Queen* (daun pendek berduri tajam, buah lonjong mirip kerucut), *Spanyol/Spanish* (daun panjang kecil, berduri halus sampai kasar, buah bulat dengan mata datar) dan *Abacaxi* (daun panjang berduri kasar, buah silindris atau seperti piramida). Sedangkan untuk Varietas nanas yang banyak ditanam di Indonesia adalah golongan *Cayene* dan *Queen* karena golongan ini mempunyai daya adaptasi yang sesuai dengan lingkungan yang ada di Indonesia. Selain itu, golongan *Cayene* mempunyai karakteristik yang bagus seperti buah yang besar dan daun yang halus akan memudahkan saat pemanenan. Golongan *Spanish* dikembangkan di kepulauan India Barat, Puerte Rico, Mexico dan Malaysia. Golongan *Abacaxi* banyak ditanam di Brazilia.

Dewasa ini ragam varietas nanas yang dikategorikan unggul di Indonesia adalah nanas Bogor, Subang dan Palembang.

Berdasarkan morfologinya nanas mempunyai akar serabut yang mampu tumbuh sampai kedalaman 50 cm, dengan sebaran akar yang vertikal dan horizontal. Nanas mempunyai perakaran yang dangkal dan terbatas oleh sebab itu walaupun dilakukan pengolahan tanah sampai kedalaman lebih dari 50 cm dengan media tanam yang paling baik, akar tanaman nanas tidak bisa memanjang lebih dari 50 cm (Samson, 1980 dalam Gunawan, 2007). Sedangkan untuk daun, nanas mempunyai daun berbentuk pedang memanjang sampai 1m dengan lebar 4-8cm, pinggiran daun berduri, berujung lancip, bagian atas daun yang berdaging, berserat banyak, beralur, tersusun dalam spiral yang tertutup, dan pangkal daun melekat keseluruhan pada poros utama (Bartholomew *et al.*, 2003). Nanas mampu membentuk 70-80 helai daun dalam siklus hidupnya, daun nanas pada lapisan atasnya terlapis oleh lapisan lilin yang berwarna hijau, kecoklatan, atau kemerahan. Bagian bawah daun nanas mempunyai warna putih keperakan dengan terlihat garis-garis linier dan mudah terlepas dari epidermis yang berwarna hijau. Stomata daun nanas tersusun dalam garis yang terputus-putus dengan posisi yang berada dibagian sisi bawah permukaan daun diantara garis-garis linear (Gunawan, 2007 dalam Rahmat 2013).

Persebaran tanaman nanas cukup luas di dunia, rentang lintang yang masih terdapat nanas dari lintang utara sampai lintang selatan adalah 25°LU sampai 25°LS, walaupun nanas pada umumnya tidak tahan dengan suhu yang terlalu dingin karena asal dari tanaman nanas sendiri dari daerah tropis yang mempunyai

suhu hangat. Indonesia adalah negara yang mempunyai iklim tropis dan mempunyai topografi yang bermacam-macam. Oleh sebab itu nanas dapat tumbuh dengan baik di Indonesia, tetapi pada umumnya nanas dibudidayakan di dataran rendah yang mempunyai suhu antara 29°C sampai 32°C dengan curah hujan yang berkisar 1000-3000 mm pertahun dan merata sepanjang tahun. Oleh sebab itu Indonesia termasuk cocok untuk wilayah budidaya nanas, nanas memerlukan curah hujan optimal 1000-1500 mm pertahun atau 83,33-125 mm/bulan atau 2,78-4,17 mm/hari (Naksone *et al.*, 1998).

Daerah tropis dimana pelapukan tanah sudah memasuki tahap lanjut, maka tanah akan cenderung mempunyai sifat masam akibat pencucian dari curah hujan yang tinggi, tetapi tanaman nanas akan tumbuh pada tanah yang relatif lebih masam, yaitu pada rentang pH tanah antara 5,5-6. Tetapi nanas juga masih dapat tumbuh dan toleran pada pH 4 dan tidak toleran pada pH yang basa atau tanah berkapur, pada tanah berkapur nanas akan tumbuh kerdil dengan gejala nekrosis (Sunarjo, 1987).

Nanas merupakan tanaman xerofit yang toleran terhadap kekeringan karena nanas sendiri termasuk tanaman yang membuka stomata pada malam hari untuk menyerap CO₂ dan menutup stomata pada siang hari untuk menghindari transpirasi yang berlebih atau sering disebut tanaman CAM. Oleh sebab itu nanas akan memerlukan penyinaran yang cukup banyak untuk menyelesaikan siklus hidupnya, oleh sebab itu jika terjadi mendung ataupun sering hujan maka pertumbuhannya akan terhambat, mengecilnya buah karena kurangnya hasil fotosintesis yang di transfer ke buah, dan menurunnya kadar gula buah karena

terlalu banyak air. Tetapi jika sinar matahari terlalu terik maka tanaman akan terbakar dan buah akan cepat matang bahkan akan menjadi penyakit seperti *sunburn* (Gunawan, 2007., dalam Rahmat, 2013).

Dalam proses penyiapan lahan untuk budidaya nanas diperlukan pengolahan tanah beberapa kali, pengolahan tanah yang pertama diawali dari pencacahana sisa-sisa tanaman tahun sebelumnya, selanjutnya didiamkan selama 6 bulan sampai proses dekomposisi berlangsung sempurna, setelah itu baru digunakan bajak singkal untuk mengolah tanah, tanah yang masih berbongkah-bongkah dibajak sekali lagi dengan bajak piringan, lalu dihaluskan dengan garu, proses penggaruan dilakukan beberapakali sampai agregat tanah sesuai untuk lahan budidaya tanah.

Penggunaan lahan yang terus-menerus menggunakan alat berat akan menyebabkan pemadatan tanah pada lapisan tanah bawah.

Pada mula penyebaran nanas di nusantara hanya ditanam di pekarangan dan belum dibudidayakan secara luas sehingga budidaya nanas belum banyak dipelajari, begitupula penyakit paada nanas juga belum banyak diteliti karena belum menjadi tanaman yang komersial. Sejak tahun 1970-an dilakukan budidaya nanas secara besar-besaran di Sumatera Utara dan Lampung untuk tujuan ekspor. Dari budidaya tanaman nanas secara masal inilah mulai muncul kendala berupa hama dan penyakit pada tanaman nanas, dan hama serta penyakit pada nanas sudah mulai diteliti (Semangun, 1996).

Pada umumnya hampir semua jenis tanah bisa ditanami nanas, tetapi media tanam yang cocok untuk tanaman nanas adalah tanah yang mempunyai tekstur yang mengandung pasir, gembur & banyak mengandung bahan organik serta

kandungan kapur rendah. Sedangkan kebutuhan air dalam pertumbuhan nanas sangat diperlukan untuk penyerapan unsur-unsur hara yang dapat larut di dalamnya. Akan tetapi kandungan air dalam tanah yang terlalu banyak akan menyebabkan akar tanaman nanas untuk terserang busuk akar. Kelerengan tanah tidak terlalu berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, tetapi topografi yang sedikit berlereng lebih baik untuk pertumbuhan nanas karena kebutuhan air saat hujan turun tidak akan terjadi kejenuhan air dan cepat mengering (Ani, 2015).

B. Penyakit Busuk Hati dan Busuk Akar pada Nanas

Penyakit yang sering dijumpai pada budidaya tanaman nanas yang disebabkan oleh jamur adalah busuk hati dan busuk akar nanas. Busuk Hati pada nanas disebabkan oleh jamur *Phytophthora nicotianae* B. de Haan var. *parasitica* Dast. Waterh atau yang sering disebut sebagai *Phytophthora parasitica* Dast. Sedangkan busuk akar pada tanaman nanas ini disebabkan oleh *Phytophthora cinamomi* (Bartholomew *et al.*, 2003). Akibat dari serangan patogen ini tanaman nanas akan terganggu pertumbuhannya dan bahkan mati sebelum menyelesaikan siklus hidupnya. Gejala busuk akar relatif lebih lambat diketahui dikarenakan ketidakpastian penyebab utama sebelum diamati penyebabnya dibandingkan dengan busuk hati. Kedua patogen tersebut biasanya berkembang baik pada suhu yang dingin lembab dan drainase tanah yang buruk. Tetapi pada kondisi yang kekurangan air pathogen ini tidak bisa menginfeksi, tetapi akan berdampak stress pada nanas dan daun akan berwarna kemerahan.

Nama dari *Phytophthora* sp. berasal dari *Phyto* yang mempunyai arti tumbuhan dan *phthora* yang berarti penghancur (Erwin *et al.*, 1996). Seperti namanya

Phytophthora sp memang menjadi penghancur dibanyak tanaman yang menjadi inangnya. Nanas merupakan salah satu inang dari *Phytophthora cinamomi* maupun *Phytophthora parasitica* atau sinonimnya *Phytophthora nicotianae*. Sedangkan di daerah tropis busuk hati dan busuk akar pada tanaman nanas disebabkan oleh *Phytophthora nicotianae* yang mampu hidup dengan baik pada suhu 30⁰C menurut (Prasetyo dkk.,1997).

Klasifikasi *Phytophthora* adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Chromista*
 Filum : *Chromalveolata*
 Kelas : *Oomycetes*
 Ordo : *Peronosporales*
 Famili : *Pythiaceae*
 Genus : *Phytophthora*
 Spesies : *Phytophthora sp.*

Penyakit busuk hati dan busuk akar pada nanas di daerah tropis disebabkan oleh jamur patogen *Phytophthora nicotianae* B. de Haan var. *parasitica* Dast. Waterh. Dengan gejala daun yang klorosis serta ujung daun yang nekrosis disertai dengan daun muda yang pupus dan mudah dicabut, serta pada bagian pangkal batang tercium bau yang menyengat (Semangun 1996). Tanaman muda dan mempunyai luka akan sangat rentan terhadap penyakit ini, semakin tua maka tanaman akan semakin tahan terhadap serangan. Biasanya serangan *Phytophthora* sp. hanya terbatas pada jaringan yang sekulen. Sedangkan pada busuk akar, jaringan akar

akan busuk dan akan menghambat pertumbuhan tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman akan terhambat. Serangan *Phytophthora* sp. pada tanaman nanas tidak selalu berujung pada kematian, tanaman yang terserang masih bisa membentuk tunas baru maupun membentuk akar-akar baru.

Penyakit busuk hati dan busuk akar pada tanaman nanas yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp. dapat bertahan di tanah selama satu periode dikarenakan inokulum jamur masih dapat bertahan di tanah, ketika tanah tidak ditanami dengan tanaman inang maka *Phytophthora* sp. bertahan di tanah dengan cara saprofit fakultatif dengan mengandalkan sisa-sisa bahan organik ditanah. Tetapi ketika ditanami dengan tanaman inangnya kembali maka pertumbuhan *Phytophthora* sp. akan segera meningkat dengan tajam (Erwin *et al.*, 1996).

Phytophthora sp. merupakan jamur saprofit yang dapat menyerang macam-macam tumbuhan, Tetapi setiap spesies mempunyai inang yang tertentu untuk dapat diserang oleh *Phytophthora* sp. jamur ini merupakan jamur tular tanah dan dapat bertahan lama di tanah dengan mengurai bahan-bahan organik di tanah. Terdapat keterkaitan antara kandungan bahan organik tanah dengan *Phytophthora* sp. sehingga memungkinkan *Phytophthora* sp. bertahan cukup lama pada tanah (Sari, 2014).

C. Faktor yang Mempengaruhi Penyakit

Penyebaran dan perkembangan *Phytophthora* sp. sangat dipengaruhi oleh tingginya curah hujan, kelembaban, dan suhu yang sesuai untuk memungkinkan *Phytophthora* sp. untuk menginfeksi tanaman. Suhu yang relatif sejuk yaitu antara

25⁰C-30⁰C adalah suhu yang sesuai untuk perkembangan *Phytophthora* sp. (Semangun, 1996). Faktor penyebar penyakit busuk hati dan busuk akar ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu proses penyiraman dari air yang terkontaminasi dengan spora *Phytophthora* sp. penggunaan alat-alat pengolah tanah yang tidak bersih dan menyisakan tanah dari tempat yang terdapat *Phytophthora* sp. lalu digunakan pada lahan yang belum terkena *Phytophthora* sp. dan erosi permukaan yang membawa partikel tanah yang terdapat *Phytophthora* sp.

Belum banyak diketahui tentang hubungan antara kelembaban tanah yang sangat tinggi sampai berapa persen yang dapat mempengaruhi penyebaran *Phytophthora* sp. di tanah, tetapi dalam penelitian dilaporkan bahwa *Phytophthora* sp. akan mulai berkecambah dan menginfeksi jaringan tanaman pada kelembaban tanah yang tinggi dan tanah yang mempunyai drainase yang buruk (Bartholomew *et al.*, 2003).

Pada saat kondisi lingkungan tidak menguntungkan, *Phytophthora* sp. bertahan dengan membentuk Oospora. Tetapi pada saat kondisi lingkungan mendukung untuk berkembang, maka *Phytophthora* sp. akan membentuk miselium untuk berkembang dan menyebar dengan bantuan tanah yang terpercik akibat penyiraman maupun hujan. Penyebaran langsung melalui Zoospora dan Sporangium yang terbentuk kurang berperan, karena penyebaran yang luas disebabkan oleh adanya faktor lain seperti terbawanya tanah atau bahan organik yang mengandung *Phytophthora* sp. melalui erosi permukaan, alat pertanian dan air irigasi (Semangun, 1996),.

D. Manajemen Penyakit Busuk Hati

Pengelolaan penyakit lebih mudah dilakukan jika sudah berada di lokasi perkebunan dibanding ketika masih di persemaian. Pemupukan nitrogen yang berimbang dapat mengurangi terjadinya penyakit, tetapi pemupukan nitrogen yang berlebihan akan menyebabkan jaringan tanaman sekulen dan akan lebih mudah terserang *Phytophthora* sp. Penyiraman melalui irigasi tetes untuk menjaga air agar tidak memercik ke tanah dan mengenai daun akan menjaga jamur supaya tidak menyebar dari tanah ke tanaman. Busuk akar dan busuk hati dapat dicegah dengan membuat drainase tanah yang baik agar tidak terjadi genangan air yang lama. Penggunaan jarak tanam yang sesuai untuk menghindari kelembaban yang berlebih, karena *Phytophthora* sp. mudah menginfeksi pada kelembaban yang tinggi. Penggunaan varietas yang unggul yang tahan *Phytophthora* sp. juga sangat berperan untuk mencegah terjadinya penyakit busuk akar dan busuk hati yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp. pemberian fungisida tidak akan menyembuhkan tanaman yang sudah terinfeksi, tetapi akan memberikan perlindungan secara preventif terhadap tanaman (Abbey *et al.*, 2005).

Phytophthora sp. cenderung berkembang dengan baik pada tanah yang relatif lebih basa (Bartholomew *et al.*, 2003). Sehingga penggunaan sulfur dapat menjadi alternatif pengendalian pada lahan yang lebih basa. Penggunaan sulfur pada lahan yang mempunyai pH 5 dapat turun samapai pH 3. Penurunan pH tanah ini diharapkan akan mempengaruhi perkembangan *Phytophthora* sp. yang terdapat didalam tanah. Tetapi penggunaan sulfur untuk mengasamkan tanah sampai pH 3 akan menyebabkan tidak tersedianya unsur hara dalam tanah dan akan menjadikan masalah baru untuk pertumbuhan tanaman.

Tanaman nanas di Hawaii yang terserang *Phytophthora* sp. dapat ditanggulangi dengan menggunakan kombinasi *metalaxyl* dan *fosetil Al* dengan dosis 600ppm dapat menurunkan keterjadian penyakit sebesar 55% (Rohrbach, 1985). Tetapi dalam penerapannya penggunaan bahan aktif tersebut akan menjadi residu di tanaman nanas itu sendiri.

E. Faktor Fisik dan Penyebaran *Phytophthora* sp.

Faktor-faktor fisik lingkungan tanah yang mempengaruhi fisiologis jamur antarlain adalah kelembaban, suhu, cahaya matahari, keasaman tanah, unsur hara dan tekstur tanah (Ginting dkk., 2007). Kelembaban dapat dalam bentuk hujan, air irigasi, embun dan kabut. Kelembaban yang berhubungan dengan pertumbuhan dan perkembangan patogen meliputi kelembaban yang ada udara dan kelembaban tanah. Kelembaban tanah yang tinggi berpengaruh positif terhadap pertumbuhan jamur tular tanah (*soil borne fungi*) dari jenis *Pythium*, *Phytophthora* dan *Rhizoctonia*. Sedangkan untuk suhu, setiap jamur mempunyai rentang toleransi suhu yang variatif. Untuk *Phytophthora* pada suhu 13⁰C membentuk zoospora yang sangat banyak, tetapi sangat sedikit pada suhu 18⁰C. Unsur hara yang berada dalam tanah tidak berpengaruh langsung terhadap penyebaran jamur, tetapi kekurangan atau kelebihan akan berdampak pada ketahanan tanaman terhadap serangan jamur.

Jamur tular tanah akan sangat dipengaruhi oleh keasaman tanah. Keasaman tanah tersebut mempengaruhi penamaan jamur, untuk jamur yang menyukai asam diberi nama “asidofil”, sedangkan yang menyukai basa diberi nama “basidofil”

pengenalan karakteristik jamur berdasarkan reaksi keasaman dapat digunakan sebagai langkah pengendalian.

Tekstur tanah akan mempengaruhi kapasitas air yang dapat ditahan oleh tanah. tekstur liat adalah tekstur yang paling banyak menahan air karena luas permukaan yang semakin luas. Selain itu tekstur tanah juga berhubungan dengan aerasi tanah, tekstur pasir adalah tekstur yang mempunyai aerasi yang paling baik. Beberapa jamur hanya dapat tumbuh ditanah dengan aerasi yang baik.

F. Sifat kimia yang mempengaruhi *Phytophthora* sp.

Derajat keasaman tanah merupakan faktor yang secara langsung bisa mempengaruhi jenis mikroorganisme apa saja yang dapat beradaptasi pada derajat keasaman tertentu, setiap makhluk hidup mempunyai toleransi terhadap derajat keasaman tanah. Derajat keasaman tanah yang dinyatakan dalam nilai pH merupakan jumlah ion H^+ dan ion OH^- yang terdapat dalam larutan maupun cairan. Ion-ion ini akan mempengaruhi derajat besarnya derajat keasaman, ketika semakin banyak ion H^+ maka larutan tersebut akan semakin asam. Dan sebaliknya jika yang banyak adalah ion OH^- , maka larutan tersebut akan cenderung bersifat basa.

Sama dengan makhluk hidup lainnya, *Phytophthora* sp. cenderung hidup di pH yang basa, dan tidak bisa tumbuh dan berkembang di pH dibawah 3,8 (Pegg, 1977).

Phytophthora sp yang biasa berkembang pada suhu yang sejuk yaitu 25-30⁰C dan kelembaban yang tinggi (Semangun, 1996) tetapi akan tertekan jika nilai pH masih di bawah 3,8.

Setiap makhluk hidup mempunyai cara beradaptasinya sendiri-sendiri agar tidak punah. Begitu juga dengan *Phytophthora* sp. dapat bertahan hidup selama 6 tahun dengan membentuk miselium, sporangia, klamidiaspora, dan oospora (Weste, 1970). Selain itu, *Phytophthora* sp juga dapat bertahan di sisa-sisa tanaman yang telah mati sehingga ketika kondisi lingkungan menguntungkan maka dia akan kembali lagi untuk menyerang. Pengembalian sisa tanaman ke lahan pertanaman nanas memang menjadi alternatif untuk menambahkan unsur hara mikro tanaman. tetapi dengan mengembalikan sisa-sisa tanaman nanas yang tidak sehat ke lahan pertanaman nanas akan menjadi tempat yang tepat untuk bertahannya *Phytophthora* sp. sehingga tidak akan terputus siklus hidupnya.

III. BAHAN DAN METODE

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di areal pertanaman nanas (*Ananas comosus*) PT. GGP Provinsi Lampung yang terindikasi terserang oleh penyakit Busuk Hati yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp. pada bulan November 2015 sampai Februari 2016. Analisis sifat fisik dan kimia tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung, sedangkan analisis penyakit dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

B. Bahan dan Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya GPS, buku Munsel, penetrometer, peta situasi lahan, mistar, ring sampel, pisau, cangkul, ember, spidol, mikroskop, cawan petri, pinset, tabung reaksi, buret, shaker, mixer, gelas ukur, *Laminar Air Flow* (LAF), *sand box*, hidrometer, termometer, timbangan digital, oven, gelas beaker, autoclav, kertas label, plastik *warp*, bor gabus, kompor gas, panci, pH meter dan kamera digital.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah plastik, air, calgon, pengestrak Walkey and Black, asam sulfat pekat, Agar batang, Nystatin,

Amphicilin, Rifamicin, Miconazole, gula, jagung, klorok, alkohol 70%, aquadest, sampel tanah dari lapang dan sampel tanaman yang diindikasikan terserang

Phytophthora sp.

C. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode survei. Selanjutnya analisis tanah di laboratorium. Survei dilakukan untuk mengetahui titik lahan tanaman nanas yang terdapat serangan *Phytophthora* sp. serta kondisi di lapang. Setelah dilakukan survei lokasi maka dilakukan identifikasi *Phytophthora* sp. pada tanaman nanas menggunakan Postulat Koch. Jika hasil identifikasi menunjukkan bahwa benar disebabkan oleh *Phytophthora* sp. maka tanah di lokasi tersebut akan dilakukan pengamatan dan analisis lebih lanjut di laboratorium.

Tahap yang selanjutnya adalah pengamatan sifat fisik dan kimia tanah. Sifat fisik yang diamati meliputi kompaksi, tekstur, warna tanah, kadar Air lapang dan Jumlah pori tanah. Sedangkan sifat kimia yang diamati adalah kandungan C-organik tanah, pH tanah.

D. Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati dari penelitian ini adalah:

1. Kompaksi tanah
2. Tekstur tanah
3. Warna tanah
4. Jumlah pori tanah
5. Kadar air tanah di lapang

6. Kandungan C- organik tanah
7. pH tanah
8. Keterjadian Penyakit
9. Identifikasi penyakit dengan Postulat Koch

E. Teknik Pelaksanaan

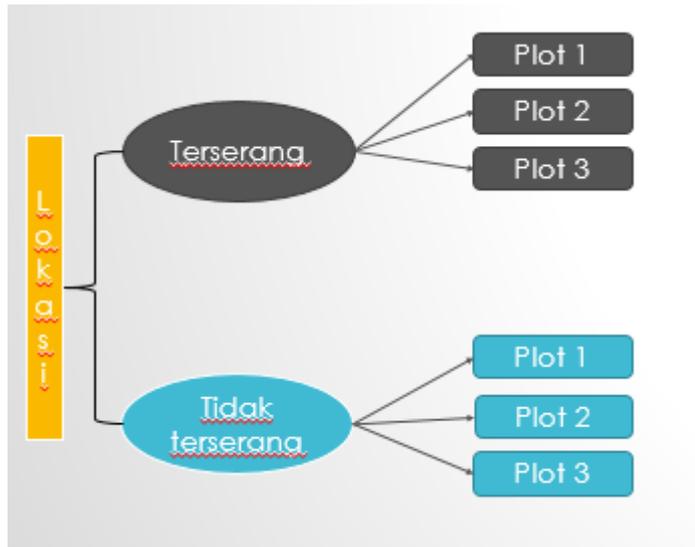
1. Kegiatan Prasurei

Prasurei dilakukan tiga hari sebelum survei dilakukan. Kegiatan prasurei meliputi pendataan alat, bahan dan tenaga kerja yang diperlukan untuk survei pengarahannya serta menentukan kriteria tanaman yang akan dijadikan indikator, penentuan rute dan titik yang akan disurvei menggunakan GPS serta peninjauan lokasi survei.

2. Survei

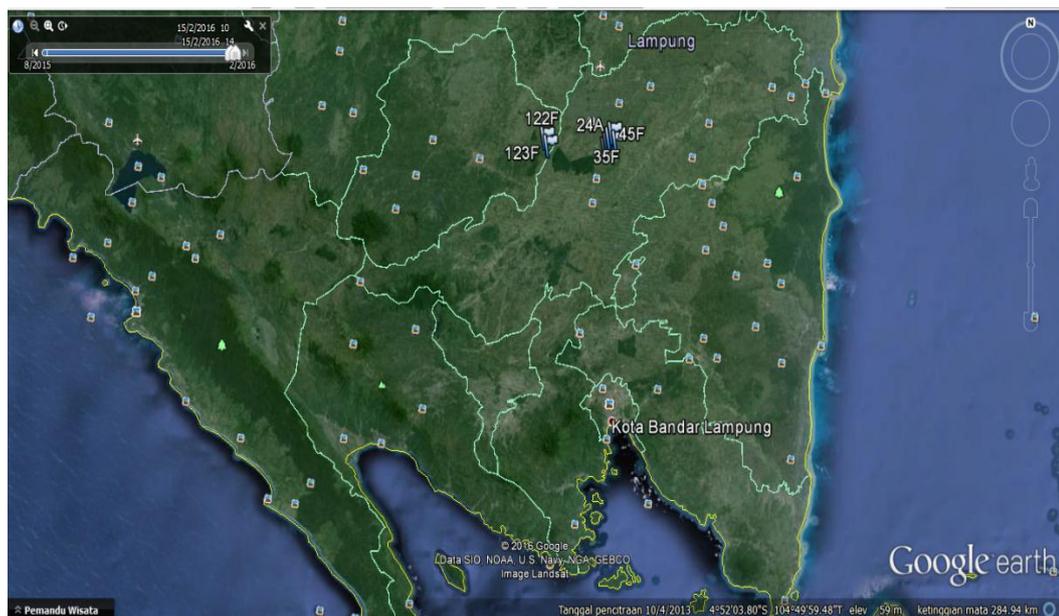
Dalam penelitian ini, survei dilakukan dengan melihat gejala penyakit Busuk Hati secara langsung. Selanjutnya dilakukan pengambilan sampel tanah pada tujuh lokasi yang berbeda, sampel diambil pada titik yang terdapat maupun yang tidak terdapat nanas dengan serangan *Phytophthora* sp. pada masing-masing lokasi diambil tiga titik sampel tanah yang terdapat serangan *Phytophthora* sp. dan tiga titik yang tidak terdapat serangan *Phytophthora* sp. Jadi dalam survei ini terdapat 42 titik yang disurvei. Selanjutnya analisis data dilakukan dengan membandingkan data sifat fisik dan kimia tanah yang sehat dengan sifat fisik dan kimia tanah yang terdapat serangan *Phytophthora* sp.

Berikut ini adalah gambar bagan titik survei yang dilakukan



Gambar 1. Skema pengambilan sampel tanah untuk analisis pada saat survei

Untuk lokasi yang di survei dapat dilihat pada gambar berikut:

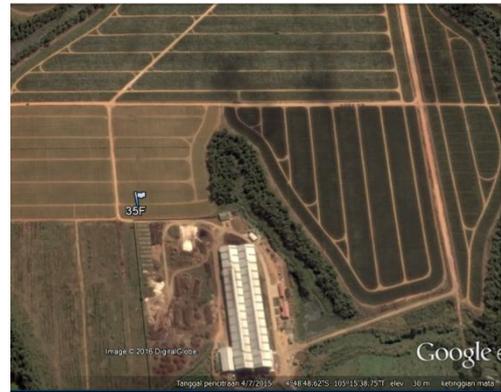


(a)

Gambar 2. (a) citra Provinsi Lampung.



(b)



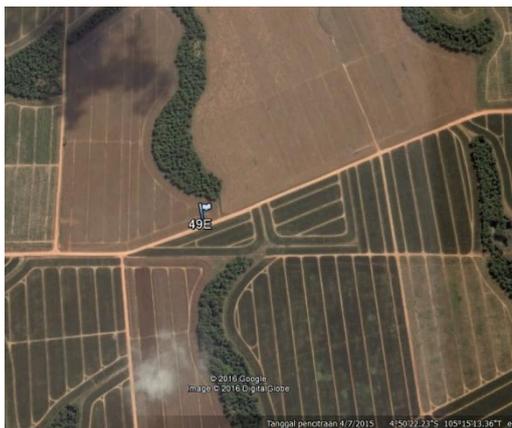
(c)



(d)



(e)



(f)



(g)

Gambar 2. (b) Lokasi 24 A, (c) Lokasi 35 F, (d) Lokasi 36 F, (e) Lokasi 45 F, (f) Lokasi 49 F, (g) Lokasi 122 F.



(h)

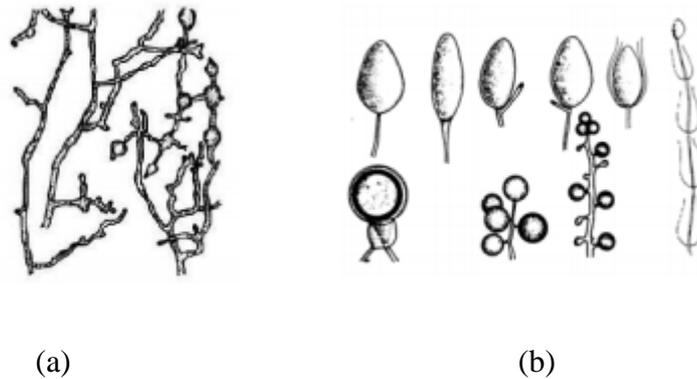
Gambar 2. (h) Lokasi 123F.

3. Identifikasi Penyakit

Identifikasi penyakit ini bertujuan untuk memastikan bahwa tanaman tersebut benar-benar sakit busuk hati yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp. sedangkan untuk mengidentifikasi penyakit ini digunakan Postulat Koch dengan empat tahapan yaitu :

- (1) Pengamatan gejala dan adanya asosiasi antara tanaman nanas dengan patogen *Phytophthora* sp.
- (2) Isolasi dan identifikasi penyakit, dilakukan isolasi pathogen dari tanaman di lapang ke media di laboratorium dengan menggunakan media agar yang spesifik, yaitu NARM (Nystatin, Amphotericin, Rifampicin dan Myconazole). Isolasi dilakukan untuk mendapatkan biakan murni dari patogen, selanjutnya dilakukan identifikasi pathogen yang telah di isolasi. Pengamatan meliputi bentuk struktur

tubuh dari patogen dan ciri khusus, serta untuk pembuktian bahwa yang terdapat dalam biakan adalah *Phytophthora* sp. Berikut ini adalah gambar struktur tubuh dan ciri khusus *Phytophthora* sp.



Gambar 3. Struktur tubuh *Phytophthora* sp. (a) Hifa, (b) spora dan struktur khusus *Phytophthora* sp. (Drenth dkk., 2001)

(3) Inokulasi, yaitu pembuktian bahwa pathogen yang telah di isolasi memang benar dapat menginfeksi tanaman dengan cara menempelkan patogen hasil isolasi ke apel hijau, selanjutnya apel diberi selotip dan dijaga kelembabanya. Selama satu minggu diamati gejala yang terdapat pada apel tersebut. Setelah itu, dilanjutkan ke tahap selanjutnya,

(4) Reisolasi, yaitu isolasi ulang dari tanaman yang sudah diberikan perlakuan inokulasi dengan patogen hasil isolasi. Pada tahap ini juga dilakukan identifikasi ulang untuk membandingkan karakteristik pathogen yang didapat dari hasil isolasi dengan hasil reisolasi.

4. Pengukuran Kompaksi Tanah

Pengukuran kompaksi tanah menggunakan alat penetrometer. Penentuan titik pengukurannya secara acak di lokasi baik untuk yang terdapat serangan

Phytophthora sp. dan yang tidak terdapat serangan *Phytophthora* sp. Dalam satu lokasi ditentukan tiga titik penetrometer secara acak untuk yang tidak terserang dan tiga titik yang terserang.

5. Penentuan Tekstur Tanah

Tekstur merupakan susunan relatif dari pasir (2mm-0.5mm), debu (0.5mm-0.02mm) dan liat (< 0.02mm). Terdapat 13 kelas tekstur tanah, untuk membedakan antar kelas tekstur agar lebih akurat, maka digunakan analisis tekstur dilaboratorium menggunakan metode *Hydrometer*.

Untuk metode yang dilakukan dalam penentuan tekstur di laboratorium ini terdapat beberapa tahapan analisis yaitu: (1) menghilangkan bahan-bahan organik, besi, dan aluminium; (2) pendispersi kimiawi partikel-partikel tanah; dengan larutan calgon; (3) pengukuran dengan *hydrometer*. Sedangkan dalam prosedur pengukuran tekstur dilaboratorium menggunakan metode *hydrometer* diperlukan 50g sampel tanah kering, dicampur dengan 100ml larutan calgon dan di mixer, selanjutnya dimasukkan kedalam gelas ukur 1000ml dan ditambahkan air sampai volumenya 1000 ml. Setelah itu dilakukan pengukuran menggunakan *hydrometer* dan thermometer untuk mendapatkan pengukuran awal, untuk pengukuran selanjutnya dilakukan setelah 24 jam.

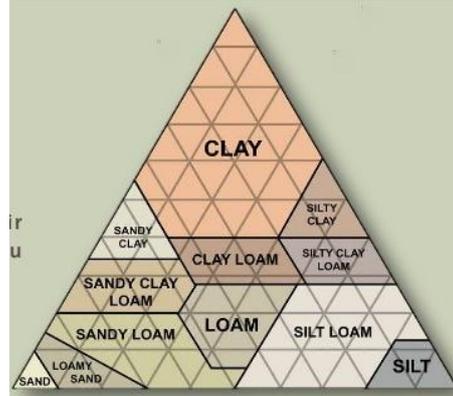
Untuk mengetahui presentase tekstur dipergunakan segitiga tekstur sebagai berikut:

$$\% \text{Debu} * \% \text{Liat} : \frac{(H1-B) + FK1}{BK} \times 100\%$$

$$\% \text{Debu} : \frac{(H2-B) + FK2}{BK} \times 100\%$$

$$\% \text{Liat} : (\% \text{Debu} * \% \text{Liat}) - \% \text{Debu}$$

$$\% \text{Pasir} : 100\% - (\% \text{Debu} + \% \text{Liat})$$



Keterangan:

H : pengukuran dengan hydrometer

BK : berat kering tanah

FK : faktor koreksi (Temperatur-20) x 0.36

Gambar 4. Segitiga Tekstur

6. Warna Tanah

Warna tanah merupakan ciri khusus yang dapat menunjukkan sifat-sifat tertentu dari tanah secara cepat di lapang, warna yang gelap cenderung mempunyai campuran bahan-bahan organik yang lebih banyak, warna yang kelabu menunjukkan bahwa tanah tersebut sering tergenang dan aliran udara di tanah tersebut kurang lancar, warna tanah yang cerah menunjukkan aerasi tanah yang cukup bagus sehingga menyebabkan kandungan logam di tanah dapat ber-oksidasi dan mempengaruhi warna tanah. Dalam penelitian ini, tanah yang diambil dari lapang dilihat warnanya dan dibandingkan dengan buku Munsell dan selanjutnya

dicatat Hue, Value dan Cromanya untuk dibandingkan antara tanah yang terserang *Phytophthora* sp. dan yang tidak terserang.

7. Jumlah Pori Tanah

Pengukuran pF tanah dilakukan dengan menggunakan alat *sand box*. Pengukuran pF ini menggunakan sampel tanah tidak terganggu di dalam ring sampel dari lapang untuk digunakan dalam *sand box* selanjutnya contoh tanah jenuhi dengan air yang selanjutnya disebut dengan keadaan pF 0, kondisi ini merupakan keadaan tanah jenuh air atau. Pada pF 1 air tanah dipaksa keluar dengan menggunakan tekanan air setinggi 10 cm, pF 2 air tanah dikeluarkan dengan tekanan air setinggi 100 cm. Setelah itu, tanah dioven untuk mengetahui berat kering tanah. Pengurangan bobot untuk setiap pengukuran pF selalu diamati agar dapat diketahui kadar air masing-masing pF. Berikut ini rumus-rumus yang digunakan untuk menghitung pori-pori tanah.

Berat kering tanah = Bobot Oven- Bobot ring

% Kadar Air pF = $\frac{\text{Bobot tanah pF} - \text{Bobot tanah oven}}{\text{Bobot tanah oven}} \times 100\%$

Kerapatan isi = $\frac{\text{BK tanah}}{\text{Volume tanah}} \times 100\%$

Ruang pori total (Porositas) = $1 - \frac{\text{Kerapatan isi}}{\text{Kerapatan jenis partikel}} \times 100\%$

Kerapatan jenis partikel tanah mineral (2,65 g/cm³)

Pori aerasi = Porositas – Kadar air pF 1

Pori makro = Porositas – Kadar air pF 2

8. Kadar Air Tanah Sesaat di Lapang

Penentuan kadar air sesaat di lapang ini bertujuan untuk mengetahui kondisi lapang pada saat pengamatan dan pengambilan sampel tanah. Kadar air tanah di lapang ini dipengaruhi oleh curah hujan, kelembaban, kerapatan vegetasi, pori tanah dan kandungan bahan organik tanah secara umum penentuan kadar air tanah adalah dengan membandingkan pengurangan kadar basah dengan kondisi kering sehingga dapat diketahui presentase kadar airnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat rumus kadar air berikut.

$$\text{Rumus \% Kadar Air} = \frac{\text{Bobot tanah} - \text{Bobot tanah oven}}{\text{Bobot tanah oven}} \times 100\%$$

9. Pengukuran C-organik Tanah

Pengukuran bahan organik tanah adalah metode untuk mengetahui kandungan bahan penyusun tanah selain mineral. Bahan organik tanah mempunyai peran yang penting dalam menyediakan media yang ideal bagi tanaman meliputi kelembaban dan aerasi yang baik, pemantap struktur, sumber hara bagi tanaman, peningkatan KTK, dan merupakan sumber substrat bagi mikroorganisme tanah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah berdasarkan jumlah bahan organik yang mudah teroksidasi. Dengan metode Walkey and Black mampu mengoksidasi 77% dari seluruh bahan organik.

$$\% \text{C-organik} = \frac{\text{ml } K_2Cr_2O_7 \times (1-T/S) 0,3886}{\text{berat sampel tanah}}$$

$$\% \text{ Bahan Organik} = \% \text{ C-organik} \times 1,724$$

Keterangan:

T = titrasi blangko

S = titrasi sampel

10. Analisis pH Tanah di Laboratorium

Metode penetapan pH tanah di dalam laboratorium menggunakan metode pH meter dengan nisbah yang 2,5 : 1. Sedangkan pelarut yang digunakan dalam pengukuran pH tanah ini menggunakan H₂O.

11. Keterjadian Penyakit

Keterjadian penyakit merupakan perbandingan antara jumlah tanaman yang terdapat gejala penyakit dengan jumlah tanaman yang diamati dan dikalikan seratus persen. Pengamatan keterjadian penyakit ini dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak tanaman yang terserang dalam luasan tertentu. Berikut ini adalah rumus untuk mengetahui keterjadian penyakit tanaman (Djarifudin, 2001).

$$\text{Keterjadian} = \frac{\text{Jumlah tanaman yang sakit}}{\text{Jumlah tanaman yang diamati}} \times 100\%$$

12. Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil survei dan analisis di laboratorium disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Selanjutnya data hasil analisis tanah yang sehat dibandingkan dengan tanah yang terserang *Phytophthora* sp. untuk mengetahui apa saja perbedaan antara tanah-tanah tersebut. Setelah itu dicari keterkaitannya berdasarkan teori dan pustaka sehingga akan ada keterkaitan antara teori dan keadaan dilapang yang menyebabkan keterjadian suatu permasalahan sampai akhirnya dapat ditarik suatu kesimpulan.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan yang telah dilakukan di perkebunan nanas PT. GGP Provinsi Lampung dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sifat kimia tanah yang terdapat serangan *Phytophthora* sp. mempunyai kandungan C-organik tanah dengan rentang nilai antara 0.91%-1.79%, nilai pH tanah dengan rentang nilai 4,00-4,43.
2. Sifat fisik tanah yang terdapat serangan *Phytophthora* sp. mempunyai kompaksi tanah pada kedalaman 60-70 cm, nilai porositas tanah yang rendah, kadar air sesaat yang tinggi, tekstur tanah lempung liat berpasir dan warna mempunyai warna yang gelap dengan value dan croma (10YR 2/3-3/3).

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka disarankan agar dilakukan penelitian lanjutan untuk mengamati pengaruh sifat biologi tanah terhadap penyebaran *Phytophthora* sp. diperkebunan nanas.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbey.2005.*Phytophthora Dieback dan Busuk Akar Carol Quish.Ekstensi Educator-Nursery UConn*. Rumah dan Taman Pusat Pendidikan : Jakarta.
- Ani. 2015. Media Tanam Nanas. <http://budidayapetani.blogspot.co.id/2013/03/nanas.html>. diakses 7 Oktober 2015.
- Bartholomew, D.P., R.E. Paull, and K.G. Rrohrbach. 2003.*The pineapple botany, production and uses*. CABI. Wallingford, UK.
- BEP (Biology and Ecology Pineapple). 2003. Biology And Ecology Pineapple In Australia. Gene Technology Regulator : Australia.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2013. Luas Budidaya Nanas Lampung dan Budidaya Nanas. <http://bps.go.id>. diakses 7Oktober 2015.
- Buckman, H.O and N.C. Brady. 1982. *Ilmu Tanah*. Diterjemahkan oleh Soegiman. Bhatara Karya Aksara : Jakarta.
- Detikcom. 2012. Prestasi lampung sebagai penghasil nanas terbesar dunia. http://detik.com/finance/authorized_nanas_dunia. Diakses 5 november 2015.
- Defago, G., C. H. Berling, U. Burger, D. Haas, G. Kahr, C. Keel, C. Voisard, D. Hornby, P.Wirthner and B. Wuthrich. 1990. Suppression of black root rot of tobacco and other root diseases by strains of *Pseudomonas fluorescens*: Potential applications and mechanisms. in “*Biological Control of Soil-borne Plant Pathogens*”. CAB International, Wallingford, United Kingdom. 2 (2) : 93-108.

- Djarifudin. 2001, *Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman Umum*. Bumi Aksara : Jakarta.
- Drenth, A. and B. Sendall. 2001. *Practical Guide and Identification of Phytophthora*. CRC Tropical Plant Protection : Australia.
- Erwin, D. C. and O. K. Rebeiro.1996. *Phytophthora diseases worldwide*. American Phythopathology society : United States of America.
- Ginting, C. 2007. *Jamur Pathogen*. Materi Perkuliahan Jamur Pathogen Fakultas Pertanian.Unila : Lampung.
- Gunawan, E. 2007. *Kajian Pertumbuhan dan Produksi Nenas pada Lahan Gambut dan Lahan Aluvial di Kalimantan Barat*. Tesis IPB : Bogor.
- Hasyim, Ismail. and Azaldin, M.Y. 1985. Interaction of sulphur with soil pH and root disease of havea rubber. *Jurnal of the Rubber Reseach Institute of Malaysia*. 33 (2) : 19-85.
- Hardiyatmo, H. C. 2004. *Mekanika Tanah 1*. Gramedia : Jakarta.
- Hillel, D. 1980. *Introducion to Soil Physics*. Diterjemahkan oleh Rohiyanto, H. S. Dan Rahmad, H.P. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya : Indralaya.
- Sari G. S. 2014. Pengaruh Pemberian Kompos Terhadap Perkembangan Penyakit Busuk Hati (*Phytophthora sp.*) Pada Tanaman Nanas (*Ananas comosus*). *Jurnal HPT*. Malang. 2 (4) : 4-11
- MacDonald, J.D., J.M. Duniway. 1978. Influence of matric and osmotic components of water potential on zoospore discharge in *Phytophthora*. *Phytophatology. American Phythopathology society*. United States of America 6 (8) : 751-757.
- Naksone, H.Y. And R.E. Paull. 1999. *Tropical fruit*. CAB International, Wallingford : United Kingdom.
- Pegg, K.G. 1977. Soil Application of elemental sulphur as a control of *Phytophthora cinnamomy* root rot and heart rot of pineapple. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 1 (7) : 19-30.

- Rahmat, A. 2013. *Pengaruh Irigasi Dan Mulsa Organik Terhadap Kadar Air Tanah Serta Pertumbuhan Tanaman Nanas (Ananas comosus) Di Perkebunan Nanas Provisi Lampung*. Skripsi Universitas Lampung : Bandar Lampung.
- Semangun, H.1996. *Penyakit-Peyakit Hortikultura Di Indonesia*. Edisi kedua. Universitas Gajah Mada : Jogjakarta.
- Shea, S.R., K.J. Gillen, W.I. Leppard. 1980. Seasonal variation in population levels of *Phytophthora cinnamomy* Rands in soil in diseased, freely-drained *Eucaliptus marginata* Sm. Sites in the northen jarrah forest of south-western Australia. *Protection ecology*. Australia. 2 (1) : 135-156.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Departemen Ilmu-ilmu Tanah. Fakultas Pertanian IPB : Bogor.
- Sunarjo,H. 1987. *ilmu produksi Tanaman Buah-Buahan*. Sinar Bima : Bandung.
- Weste, G. 1975. The distribution of *Phytophthora cinnamomy* within the National Park, Wilson Promontory. *Australian Jurnal of Botany*. Victoria. 23 (1) : 67-76.
- Weste, G., P. Taylor. 1971. The invansion of native forest by *Phytophthora cinnamomy* 1. Bisbane Ranges. *Australian Journal of Botany*. Victoria. 19 (2) : 281-294.
- Wood, R., and J.N. Moll. 1981. Result obtained in 1980 from avocado root rot field trials. *Assoc Yearbook*. USA. 4 (2) : 105-108.
- Zentmyer, G.A. 1961. Avocado disease in the America. *Cheiba*. America. 9 (1) : 61-79.