MENGUJI TINGKAT TOLERANSI TANAMAN NANAS (*Ananas comosus* [L] Merr.) TERHADAP KONSENTRASI Fe PADA MEDIA TUMBUH HIDROPONIK

(Skripsi)

Oleh

DEFRY AGUSTIAN

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019

ABSTRAK

MENGUJI TINGKAT TOLERANSI TANAMAN NANAS (*Ananas comosus* [L] Merr.) TERHADAP KONSENTRASI Fe PADA MEDIA TUMBUH HIDROPONIK

Oleh

DEFRY AGUSTIAN

Tanaman nanas memiliki prospek agribisnis yang cukup baik. Peningkatan kebutuhan tanaman nanas semakin meningkat tiap tahunnya seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan kesadaran terhadap kebutuhan gizi di Indonesia. Provinsi Lampung termasuk ke dalam sentra produksi nanas. Tanah di Lampung didominasi oleh tanah dengan jenis ultisol. Tanaman nanas di Lampung sebagian besar ditanam di tanah ultisol. Tanah ultisol memiliki beberapa karakteristik salah satunya memiliki drainase yang buruk. Apabila drainase buruk, maka kandungan Fe^{2+} akan meningkat sehingga menyebabkan tanaman menjadi keracunan Fe. Salah satu cara untuk mengatasi keracunan Fe pada tanaman yaitu dengan mengaplikasikan kapur dolomit pada lahan tersebut. Namun sayangnya, harga kapur dolomit ini cukup mahal. Selain itu, informasi tentang tingkat toleransi tanaman nanas terhadap keracunan Fe belum banyak

diketahui. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan tingkat toleransi tanaman nanas terhadap keracunan Fe agar kita dapat menjaga kandungan Fe dalam tanah supaya tetap stabil dan mencegah terjadinya keracunan Fe pada tanaman. Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Gedong Meneng, Bandar Lampung pada bulan Desember 2018 hingga Maret 2019. Perlakuan pada penelitian ini berupa konsentrasi Fe yang terdiri dari lima taraf, yaitu: 0 (F_0), 5 (F_1), 10 (F_2), 15 (F_3), dan 20 ppm (F_4). Penelitian disusun dengan menggunakan Rancangan Kelompok Teracak Sempurna (RKTS). Homogenitas ragam diuji dengan uji Bartlett, aditivitas data diuji dengan uji Tukey, data dianalisis ragam dan dilanjutkan dengan uji polinomial ortogonal pada taraf α 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Pada perlakuan konsentrasi di atas 5 ppm mengakibatkan penurunan yang signifikan terhadap semua variabel pengamatan. Pada perlakuan 0 ppm hingga 5 ppm, mengakibatkan peningkatan pada panjang akar tanaman nanas sebesar 0,6 cm; (2) Tingkat toleransi tanaman nanas yang ditumbuhkan dalam sistem hidroponik terhadap konsentrasi Fe berkisar 5 ppm. Hal ini dibuktikan dengan kualitas akar bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Kata kunci: besi, bibit, hidroponik,keracunan, nanas, toleransi.

MENGUJI TINGKAT TOLERANSI TANAMAN NANAS (*Ananas comosus* [L] Merr.) TERHADAP KONSENTRASI Fe PADA MEDIA TUMBUH HIDROPONIK

Oleh

DEFRY AGUSTIAN

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019

Judul Skripsi : **MENGUJI TINGKAT TOLERANSI TANAMAN NANAS (*Ananas comosus* [L] Merr.) TERHADAP KONSENTRASI Fe PADA MEDIA HIDROPONIK**

Nama Mahasiswa : Defry Agustian

Nomor Pokok Mahasiswa : 1514121162

Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Ir. Yohannes C. Ginting, M.P.
NIP 195901221986061001

Dr. Ir. Paul B. Timotiwu, M.S.
NIP 196209281987031001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Pembimbing Utama : **Ir. Yohannes C. Ginting, M.P.** .....

Anggota Pembimbing : **Dr. Ir. Paul B. Timotiwu, M.S.** .....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Ir. Setyo Widagdo, M.Si.** .....

2. Dekan Fakultas Pertanian

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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **9 Oktober 2019**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **"Menguji Tingkat Toleransi Tanaman Nanas (*Ananas comosus* [L] Merr.) terhadap Konsentrasi Fe pada Media Tumbuh Hidroponik"** 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. Bila 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, 2 Desember 2019

METERAI TEMPEL

Defry Agustian
1514121162

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Magelang, 11 Agustus 1997, merupakan anak ke lima dari lima bersaudara pasangan Bapak Sarip Rifai dan Ibu Tina Sulaiman.

Penulis mengawali pendidikan formalnya di Taman Kanak-kanak (TK) Pertiwi Muntilan pada tahun 2002, kemudian pada 2003 melanjutkan Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 1 Muntilan, Kabupaten Magelang dan lulus pada tahun 2009. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2012. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 13 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2015.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2015 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah aktif sebagai Kepala Bidang Kesekretariatan pada organisasi Japanila periode 2017/2018.

Sebagai wujud pengabdian kepada masyarakat, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Neki, Kecamatan Banjit, Way Kanan pada bulan Januari-Februari 2019. Untuk meningkatkan kemampuan sebagai mahasiswa

pertanian, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Lampung pada bulan Juli-Agustus 2018.

Bismillahhirohmanirrohim

Dengan mengucap rasa syukur dan bangga atas rahmat Allah SWT

Ku persembahkan karyaku kepada:

Keluargaku tersayang,
Ibu Tina Sulaiman dan Ayah Sarip Rifai
serta kakak-kakakku: Erik, Debi, Dedi, dan Dodi
Kalian adalah semangat terbesar dalam hidupku.

Karya ini juga ku persembahkan untuk Almamaterku tercinta,
Universitas Lampung

“Great ambition is the passion of a great character”

- Napoleon Bonaparte -

“Jangan katakan pada Allah bahwa kita punya masalah, tapi katakan pada masalah bahwa kita punya Allah”

- Sultan Muhammad Al-Fatih –

“I don’t care that they stole my idea, I care that they don’t have any of their own”

- Nikola Tesla -

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan berkah, rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Pada kesempatan ini penulis berterima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., Selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc., selaku Ketua Bidang Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian.
4. Bapak Ir. Yohannes C. Ginting, M.S., selaku Pembimbing Utama atas bimbingan, bantuan, kesabaran, dan motivasi selama penelitian hingga skripsi ini terselesaikan. .
5. Bapak Dr. Ir. Paul B. Timotiwu, M.S., selaku Pembimbing Kedua, atas segala saran, motivasi, masukan, dan bimbingannya dalam penyusunan skripsi.
6. Bapak Ir. Setyo Widagdo, M.Si., selaku Pembahas atas ilmu yang telah diberikan serta saran dalam penyusunan skripsi.
7. Ibu Yuyun Fitriana, S.P., M.P., Ph.D., selaku pembimbing akademik yang selalu memberikan bimbingan, dukungan, dan nasehat selama di bangku perkuliahan.

8. Kedua orangtuaku tercinta Bapak Sarip Rifai dan Ibu Tina Sulaiman serta kakak-kakakku Eri Sukandar, Debi Irawan, Dedi Candra, dan Dodi Purnomo yang selalu memberikan do'a, dukungan, motivasi, dan saran kepada Penulis.
9. Teman seperjuanganku, Haitomi, Khoirul Akbar, dan Reza Sasmita.
10. Sahabatku, Faiz Rabbani, Bagas Dewantara, Ramanda Nicolas, Indra Kusuma, Yuda Indra, Malikdinansyah Mokoagow, Irfan Dwikinanda, Juniko Dwi Cahyo, dan Riski Firmanto.
11. Uut Dwi Ulfa yang telah memberikan dukungan moril, waktu dan motivasi selama penelitian hingga skripsi ini terselesaikan.
12. Keluarga besar Agroteknologi kelas C, keluarga besar Agroteknologi 2015 serta senior-seniorku yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.
13. Kru rumah kaca Fakultas Pertanian dan Kru Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung atas bantuan dan keramahan dalam melaksanakan penelitian ini.

Penulis berharap semoga Allah SWT membalas semua kebaikan dan semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi para pembaca. Amiin.

Bandar Lampung, 11 Agustus 2019
Penulis,

Defry Agustian

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL ..... **iii**

DAFTAR GAMBAR ..... **v**

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Tujuan Penelitian 4

1.3 Landasan Teori 4

1.4 Kerangka Pemikiran 6

1.5 Hipotesis 7

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Nanas 8

2.2 Teknik Budidaya Nanas 9

2.3 Tanah Ultisol 10

2.4 Fungsi Fisiologis Fe 12

2.5 Keracunan Besi 13

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat 16

3.2 Bahan dan Alat 16

3.3 Metode Penelitian 16

3.4 Pelaksanaan Penelitian 17

3.4.1 Pembibitan 17

3.4.2 Penanaman ke media hidroponik 18

3.4.3 Panen 18

3.5 Pengamatan 18

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian 20

4.1.1 Panjang akar 20

4.1.2 Jumlah akar 21

4.1.3 Warna akar 22

4.1.4 Bobot segar tanaman 23

4.1.5 Pengamatan akar secara mikroskopis 24

4.2 Pembahasan 26

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan 31

5.2 Saran 31

DAFTAR PUSTAKA 32

LAMPIRAN 35

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Tanggapan panjang akar terhadap peningkatan konsentrasi Fe. 21

2. Pengaruh konsentrasi Fe terhadap pertambahan jumlah akar tanaman nanas pada umur 1 bulan setelah pindah tanam. 22

3. Tanggapan bobot basah crown terhadap peningkatan konsentrasi Fe 24

4. Koefisien perbandingan dan polinomial ortogonal untuk pengaruh pemberian konsentrasi Fe terhadap pertumbuhan bibit nanas. 37

5. Data pengamatan panjang akar. 38

6. Uji homogenitas ragam panjang akar. 38

7. Pengaruh konsentrasi Fe terhadap pertambahan panjang akar tanaman nanas pada umur 1 bulan setelah pindah tanam. 39

8. Data pengamatan jumlah akar. 39

9. Uji homogenitas ragam jumlah akar. 40

10. Tanggapan jumlah akar terhadap peningkatan konsentrasi Fe. 40

11. Data peningkatan bobot basah. 41

12. Uji homogenitas ragam bobot basah. 41

13. Pengaruh konsentrasi Fe terhadap pertambahan bobot basah tanaman nanas pada umur 1 bulan setelah pindah tanam. 42

14. Data pengamatan diameter crown. 42

15. Uji homogenitas ragam diameter crown. 43

16. Tanggapan diameter crown terhadap peningkatan konsentrasi Fe. ... 43

Tabel Halaman

17. Komposisi larutan A (unsur hara makro dan mikro) dan B (Ca) menurut Neil dan Carl (2013) 44

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. Tata letak percobaan. 18

2. Hubungan antara konsentrasi Fe dan panjang akar nanas pada umur 1 bulan setelah pindah tanam. 22

3. Hubungan antara konsentrasi Fe dan jumlah akar nanas pada umur 1 bulan setelah pindah tanam. 23

4. Akar tanaman nanas. 24

5. Hubungan antara konsentrasi Fe dan bobot basah tanaman pada umur 1 bulan setelah pindah tanam. 25

6. Anatomi akar tanaman 26

7. Akar tanaman nanas secara mikroskopis. 26

8. Endapan besi pada endosperm akar tanaman nanas. 27

9. Daun nanas. 27

10. Pengaruh konsentrasi Fe terhadap pertumbuhan tanaman nanas. 28

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nanas memiliki prospek agribisnis yang cukup bagus, baik di pasar dalam negeri maupun luar negeri. Permintaan pasar dalam negeri terhadap buah nanas cenderung meningkat seiring dengan pertambahan penduduk dan peningkatan kesadaran masyarakat terhadap kebutuhan gizi dan meningkatnya permintaan bahan baku industri pengolahan buah-buahan (Sunarjono, 2000).

Nanas merupakan buah asli Amerika Selatan. Para penjelajah Spanyol dan Portugis mendistribusikan tanaman Nanas ke seluruh dunia. Hawaii adalah tempat pertama untuk mengolah buah secara komersial. Saat ini jumlah diproduksi secara global sekitar 24,8 juta ton per tahun yang tersebar dihasilkan oleh beberapa negara. Harga nanas dalam 1 kg berkisar antara 1-3 dollar, tergantung dengan jenis buah dan kelas buah. Negara Indonesia pada tahun 2018 menempati peringkat ke-9 dunia dengan jumlah produksi nanas sebesar 1,396,153 ton (Pariona, 2018).

Berdasarkan Badan Pusat Statistik, produksi buah nanas di Indonesia selama lima tahun terakhir, terhitung sejak tahun 2012 hingga 2017 mengalami peningkatan yang kurang signifikan yaitu tidak lebih dari 1%. Pada tahun 2012, produksi

nanas sebanyak 1.781.899 ton per tahun, sedangkan pada tahun 2017 produksi nanas hanya mencapai angka 1.795.985 ton per tahun. Produksi tersebut berasal dari beberapa daerah di Indonesia, salah satunya di Provinsi Lampung yang memiliki jenis tanah ultisol dengan produksi buah nanas terbesar di Indonesia pada tahun 2012 sebesar 585.608 ton (BPS, 2018).

Tanah di Lampung pada umumnya didominasi dengan jenis tanah ultisol dengan luas 1522.336 ha dan sebagian besar budidaya nanas ditanam di tanah ultisol. Tanah ultisol memiliki ciri-ciri pH cenderung rendah, kapasitas tukar kation rendah, dan kejenuhan basa rendah.

Sebagian besar lahan perkebunan nanas PT. Great Giant Pineapple didominasi oleh Ultisol yang memiliki karakteristik sebagai tanah masam dengan drainase yang buruk (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Drainase yang buruk pada tanah berdampak pada perubahan sifat kimia tanah dan menghambat pertumbuhan tanaman. Tanah yang tergenang akan terjadi reaksi reduksi yang menjadi lebih dominan. Apabila genangan air terjadi secara terus menerus dapat menyebabkan terjadinya reduksi besi (Fe) yang berdampak pada pengikatan fosfor di dalam tanah sehingga mengakibatkan fosfor tidak tersedia untuk pertumbuhan tanaman (Sudaryono, 2009).

Besi berperan dalam berbagai proses redoks diantaranya respirasi, fotosintesis, dan reduksi nitrat. Selain itu, besi juga berperan sebagai katalis dalam tanaman. Zat besi penting dalam pembentukan hijau daun (klorofil), pembentukan karbohidrat, protein, lemak, dan enzim. Besi merupakan unsur hara mikro yang

memiliki manfaat bagi tanaman pada jumlah sedikit tetapi dapat menyebabkan keracunan pada tanaman jika kandungannya dalam tanah sangat banyak (Connolly dan Guerinot, 2002).

Tanaman menyerap besi dalam bentuk Fe^{3+} dan Fe^{2+}, tetapi lebih banyak diserap dalam bentuk ion Fe^{2+}. Tersedianya zat besi secara berlebihan dapat menyebabkan keracunan pada tanaman. Tanaman dengan kandungan besi yang tinggi dicirikan dengan pertumbuhan kerdil, bercak daun berkarat, tepi daun bernoda, dan sistem perakaran yang buruk (Audebert dan Fofana, 2009).

Menurunkan kadar Fe yang bebas dalam tanah umumnya dilakukan dengan aplikasi kapur. Pemberian kapur dalam tanah dapat meningkatkan pH tanah sehingga kadar Fe yang bebas dapat berkurang. Sayangnya biaya aplikasi kapur cukup mahal. Menurut Wahyudi (2011), untuk menaikkan satu point pH tanah diperlukan 2 ton kapur dolomit per hektar. Harga yang diperlukan untuk 2 ton kapur adalah Rp. 3.200.000,-. Oleh karena itu, perlu diketahui batas toleransi tanaman dalam menyerap kadar Fe agar dalam praktik pengendalian konsentrasi Fe dalam tanah dapat tepat.

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan maka perlu diketahui konsentrasi Fe yang dapat ditoleransi oleh tanaman nanas. Penelitian dilakukan untuk menjawab masalah yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi Fe terhadap perakaran dan pertumbuhan bibit nanas?
2. Bagaimana tingkat toleransi tanaman nanas terhadap konsentrasi Fe?

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi Fe terhadap perakaran dan pertumbuhan bibit nanas.
2. Mengetahui tingkat toleransi tanaman nanas terhadap konsentrasi Fe.

1.3 Landasan Teori

Lahan budidaya nanas di PT Great Giant Pineapple merupakan jenis tanah ultisol. Tanah ultisol pada umumnya memiliki warna kuning kecoklatan hingga berwarna merah. Tanah ultisol merupakan tanah podsoik merah kuning (PMK), yaitu tanah yang memiliki horizon *agrilik* dengan berbagai variasi. Kandungan hara pada tanah Ultisol umunya rendah karena adanya pencucian basa yang berlangsung secara intensif, sedangkan pada bahan organik yang rendah disebabkan karena proses dekomposisi yang berjalan sangat cepat dan sebagian terbawa oleh erosi. Hal tersebut jika dilakukan pada tanah ultisol secara terus menerus dapat menyebabkan tingginya kandungan Fe di dalam tanah (Prasetyo dan Suridiakarta, 2006).

Jika tanaman menyerap Fe^{2+} berlebihan, maka akan mengakibatkan kerusakan tanaman dan menurukan penyerapan hara lain contohnya P dan K (Genon dkk, 1994). Pada tanah ultisol, kandungan Fe-dd sangat tinggi, yaitu sebesar 57,32 ppm (Hervianti dkk, 2005).

Besi merupakan unsur hara mikro yang memiliki manfaat bagi tanaman pada jumlah sedikit tetapi dapat menyebabkan keracunan pada tanaman jika kandungannya dalam tanah sangat banyak. Besi berperan dalam berbagai proses redoks seperti respirasi, fotosintesis, dan reduksi nitrat. Selain itu, besi juga berperan sebagai katalis dalam tanaman. Zat besi penting dalam pembentukan hijau daun (klorofil), pembentukan karbohidrat, protein, lemak, dan enzim (Parulian, 2009).

Salah satu permasalahan pada budidaya tanaman nanas adalah genangan air pada lahan perkebunan yang berdampak pada perubahan sifat kimia tanah dan menghambat pertumbuhan tanaman. Tanah tergenang dapat mengakibatkan perubahan sifat-sifat kimia tanah yaitu reaksi reduksi yang menjadi lebih dominan dan unsur fosfor menjadi lebih tersedia. Namun, apabila penggenangan terjadi secara terus menerus dapat menyebabkan kadar Fe dalam tanah menjadi tinggi (Sudaryono, 2009).

Tersedianya unsur besi secara berlebihan dapat menyebabkan keracunan pada tanaman. Tanaman dengan kandungan besi yang tinggi dicirikan dengan pertumbuhan kerdil, bercak daun berkarat, tepi daun bernoda, dan sistem perakaran yang buruk. Keracunan besi diakibatkan oleh pH tanah yang rendah sehingga ion unsur Fe, Al, dan Mn mendominasi dan mengikat unsur hara lainnya. Keracunan besi dapat menghambat kegiatan respirasi, fotosintesis, reduksi nitrat, serta sintesis klorofil (Audebert dan Fofana, 2009).

Terjadinya keracunan besi pada umumnya berhubungan dengan kelebihan besi tereduksi dalam tanah yang terjadi pada kondisi tanah tereduksi Fe, pH masam, KTK rendah dan K-dd yang rendah, defisiensi P dan Zn, dan juga keracunan H_2S. Reduksi tanah pada kondisi tergenang mengubah bentuk besi tidak-larut menjadi besi terlarut (Fe^{2+}) yang mengakumulasi dalam larutan tanah. Keracunan besi disebabkan oleh kelebihan Fe^{2+} terlarut, yang dapat diperburuk oleh suhu rendah, dan defisiensi P dan K (Ponnamperuma, 1994).

Keracunan besi dapat diatasi dengan cara pemberian kapur dolomit pada lahan pertanian agar pH tanah meningkat. Apabila pH tanah meningkat, maka kandungan Fe tersedia menjadi lebih sedikit, sehingga tidak terjadi keracunan Fe. Toleransi konsentrasi Fe pada tanah yang masih dianggap normal berkisar antara 12 - 30 ppm. Pada tanaman padi, akar tanaman yang keracunan besi terlihat berwarna merah dan menggumpal dan keriting. Untuk saat ini belum ada penelitian yang membahas tentang perubahan fisik akar pada tanaman nanas.

1.4 Kerangka Pemikiran

Tanaman nanas memiliki prospek agribisnis yang cukup baik. Peningkatan kebutuhan tanaman nanas semakin meningkat tiap tahunnya seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan kesadaran akan kebutuhan gizi di Indonesia. Provinsi Lampung termasuk ke dalam sentra produksi nanas. Hal ini dibuktikan dengan tingkat produksi per tahun yang cukup tinggi dan adanya PT Great Giant Pineapple yang merupakan perusahaan nanas terbesar di Asia Tenggara. Selain itu juga terdapat daerah penghasil nanas seperti desa Punggur.

Tanah di Lampung didominasi oleh tanah dengan jenis ultisol. Tanaman nanas di Lampung sebagian besar ditanam di tanah ultisol. Tanah ultisol memiliki beberapa karakteristik salah satunya memiliki drainase yang buruk. Tanah ultisol apabila disiram atau turun hujan akan menciptakan genangan karena drainase yang buruk. Apabila tanah tergenang, maka ion Fe^{3+} akan tereduksi menjadi Fe^{2+}. Apabila kandungan Fe^{2+} dalam tanah tinggi, maka hal tersebut dapat berbahaya bagi tanaman. Pertumbuhan tanaman akan terhambat dikarenakan tanaman tersebut terlalu banyak menyerap Fe (keracunan Fe).

Salah satu cara untuk mengatasi keracunan Fe pada tanaman yaitu dengan mengaplikasikan kapur dolomit pada lahan tersebut. Namun sayangnya, harga kapur dolomit ini cukup mahal. Selain itu, informasi tentang tingkat toleransi tanaman nanas terhadap keracunan Fe belum banyak diketahui. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan tingkat toleransi tanaman nanas terhadap keracunan Fe agar kita dapat mengontrol kandungan Fe dalam tanah dan mencegah terjadinya keracunan Fe pada tanaman.

1.5 Hipotesis

Berdasarkan landasan teori dan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan, dapat disusun hipotesis sebagai berikut:

1. Pemberian Fe dengan konsentrasi tertentu dapat menghambat perakaran pertumbuhan bibit nanas.
2. Toleransi tanaman nanas terhadap Fe berkisar antara 5-20 ppm.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Nanas

Nanas (*Ananas comosus* [L]. merr) merupakan tanaman buah tropika dengan famili Bromeliacceae. Tanaman nanas termasuk kedalam tanaman semak dan memiliki habitus herba menahun dengan 30 atau lebih daun yang panjang, tajam, dan mengelilingi batang yang tebal. Buah nanas biasanya berwarna hijau sebelum masak dan berubah menjadi hijau kekuning-kuningan apabila masak. Kulit buahnya bersisik dan bermata banyak (Juansah dkk, 2009).

Tanaman nanas (*Ananas comosus* [L.] Merr) merupakan tanaman yang berasal dari Brazil, Amerika Selatan yang dibawa oleh Columbus ke Amerika. Tanaman nanas masuk ke Indonesia pada tahun 1599. Penanaman nanas di dunia berpusat di negara-negara tropis seperti Brazil, Kenya, Pantai Gading, Puerto Rico, dan Meksiko. Di Asia, tanaman ini banyak ditanam di Indonesia, Malaysia, Filipina, dan Thailand. Daerah penghasil nanas di Indonesia selain terkenal selain Lampung antara lain Subang, Bogor, Palembang, Riau, dan Blitar (Rukmana, 1995).

Kultivar nanas yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah golongan Cayenne dan Queen. Tanaman nanas jenis Cayenne dicirikan dengan daun halus, tidak

berduri, dan buah besar, sedangkan nanas jenis Queen memiliki daun pendek berduri tajam dan buah lonjong mirip kerucut. Nanas Cayenne bukan nanas asli Indonesia, melainkan hasil introduksi dari Eropa. Nanas ini cocok ditanam di Indonesia sehingga sekarang telah menyebar di Indonesia. Ukuran buahnya sangat besar yaitu sekitar 2,5 kg per buah. Bila matang, kulit buah berwarna kuning orange berbelang hijau dan bermata buah datar. Daging buah ini agak masam, serat buahnya lebih kasar, dan kandungan airnya lebih banyak sehingga jenis ini cocok untuk dijadikan nanas kaleng (Widyastuti, 2000).

Tanaman nanas merupakan tanaman semak dan bersifat tahunan (*perennial*). Tanaman nanas terdiri dari akar, batang, daun, bunga, dan tunas-tunas. Akar nanas dapat dibedakan menjadi akar tanah dan akar samping dengan sistem perakaran terbatas. Akar-akar melekat pada pangkal batang dan termasuk kedalam akar serabut. Kedalaman perakaran pada media tumbuh yang baik tidak lebih dari 50 cm, sedangkan di tanah biasa jarang mencapai 30 cm (Rocky, 2009).

Pada umumnya sebuah tanaman atau sebuah tangkai buah hanya tumbuh satu buah saja. Akan tetapi, karena pengaruh lingkungan dapat pula membentuk lebih dari satu buah pada satu tangkai yang disebut *mutiple fruit* (buah ganda). Pada ujung buah biasanya tumbuh tunas mahkota tunggal, tetapi ada pula tunas yang Tumbuh lebih dari satu yang biasa disebut *mutiple crown* (mahkota ganda) (Rocky, 2009).

Pada kondisi tanah yang lembab, nanas akan berbung secara alami setelah berumur 12 - 15 bulan. Pada saaat proses pembungaan, titik tumbuh tanaman

nanas akan berubah dan masa prtumbuhan vegetatif nanas akan berhenti dan batangnya akan menghasilkan buah. Buah nanas terdiri dari banyak bunga dan menampakkan struktur bunga. Buah nanas yang normal tidak menghasilkan biji, tetpai jika nanas mengalami persilangan dengan varietas lain maka buah nanas akan bisa menghasilkan biji (Sastrahidayat dan Soemarno, 1991).

Tanaman nanas toleran terhadap kekeringan karena mempunyai sel-sel penyimpan air yang efektif (sukulenta) dan kisaran curah hujan antara 1.000 - 1.500 mm per tahun. Kondisi bawaan pada musim hujan menyebabkan pertumbuhan terhambat, buah menjadi kecil, kualitas menurun serta kadar gula menjadi berkurang. Tanaman nanas cocok pada tanah liat berpasir karena mudah dikeringkan dan mengandung bahan organik tinggi dengan pH 4,5 - 6,5 serta mempunyai drainase yang baik karena tanaman yang terendam air akan mudah mengalami pembusukan akar. Akan tetapi, tanaman nanas dapat dibudidayakan pada tipe tanah yang bervariasi, seperti tanah gambut yang mempunyai pH 3 - 5 (Verheij dan Cornel, 1997).

2.2 Teknik Budidaya Nanas

Tanaman nanas diperbanyak dengan menggunakan bibit vegetatif. Bibit diambil dari tunas anakan yang tumbuh pada bagian batang dibawah tanah(shout), tunas samping yang tumbuh pada batang(sucker), tunas mahkota atas buah (*crown*), dan tunas-tunas yang tumbuh di tangkai buah (slip). Tanah sebelum ditanami harus dibersihkan dan diolah tanah terlebih dahulu. Kepadatan tanaman berkisar antara 40.000 - 50.000 tanaman per hektar. Biasanya bibit ditanam didalam bedengan

dengan jarak tanam 75 - 90 cm dengan dua baris setiap bedengannya. Pupuk yang diberikan adalah ZA 100 kg/ha, diberikan 3 bulan setelah tanam dan diulangi lagi 3-6 bulan. Selain itu juga diberikan Potassium Sulfat 225 - 450 kg/ha, dan amonium sulfat sebanyak 170 - 280 kg/ha (Ashari, 1995).

Pada kondisi tanah yang lembab, nanas akan berbunga setelah berumur 12 - 15 bulan. Pada saaat proses pembungaan, titik tumbuh tanaman nanas akan berubah dan masa prtumbuhan vegetatif nanas akan berhenti dan batangnya akan menghasilkan buah. Buah nanas terdiri dari banyak bunga dan menampakkan struktur bunga. Buah nanas yang normal tidak menghasilkan biji, tetapi jika nanas mengalami persilangan dengan varietas lain maka buah nanas akan bisa menghasilkan biji (Sastrahidayat dan Soemarno, 1991).

2.3 Tanah Ultisol

Tanah ultisol pada umumnya memiliki warna kuning kecoklatan hingga berwarna merah. Seperti pada klasifikasinya tanah ultisol merupakan tanah podsoik merah kuning (PMK), yaitu tanah yang memiliki horizon agrilik dengan berbagai variasi. Kandungan hara pada tanah Ultisol umunya rendah karena adanya pencucian basa yang berlangsung secar intensif, sedangkan pada bahan organik yang rendah disebabkan karena proses dekomposisi yang berjalan sangat cepat dan sebagian terbawa oleh erosi (Prasetyo dan Suridiakarta, 2006).

Menurut Notohadiprawiro (2006), tanah masam dapat menimbulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Keracunan Al dan Mn terkadang juga keracunan Fe.
2. Laju proses penguraian bahan organik sangat lambat (proses daur nitrogen dalam sistem tanah tanaman terganggu, ketahanan bahan organik dalam ameliorasi struktur tanah akan menurun).
3. Kekahatan Cu (terutama tanah organik) dan Mo (terutama untuk tanaman legum).
4. Kekahatan Ca, Mg, dan P akibat terikat oleh Al dan Fe.

Salah satu contoh tanah masam yaitu tanah Ultisol. Ultisol mendominasi dataran Indonesia dan umumnya dimanfaatkan sebagai lahan pertanian. Tanah ultisol memiliki kadar hara, kejenuhan basa dan kapasitas tukar kation yang rendah, serta konsentrasi Al, Fe dan Mn yang cukup tinggi. Logam dalam bentuk larut dengan jumlah yang berlebihan dapat merusak akar dan mengurangi hasil pertanian (Setiawati dkk, 2000).

2.4 Fungsi Fisiologis Fe

Nanas adalah salah satu buah tropis yang banyak ditanam di Indonesia. Permintaan pasar dalam negeri terhadap buah nanas cenderung meningkat seiring dengan peningkatan penduduk dan peningkatan kesadaran masyarakat terhadap kebutuhan gizi. Selain dikonsumsi dalam keadaan segar, nanas juga dapat diolah menjadi produk makanan dan minuman seperti selai, koktail, dan lain-lain (Sunarjono, 2000).

Besi berperan dalam berbagai proses redoks seperti respirasi, fotosintesis, dan reduksi nitrat. Selain itu, besi juga berperan sebagai katalis dalam tanaman. Zat besi penting dalam pembentukan hijau daun (klorofil), pembentukan karbohidrat, protein, lemak, dan enzim. Besi diserap tanaman dalam bentuk ion Fe^{3+}, tetapi lebih banyak diserap dalam bentuk ion Fe^{2+} (Utomo dkk, 2016).

Mineral Fe sangat melimpah di dalam tanah dalam bentuk mineral primer, bagian dari lempung, oksida dan hidroksida. Kelarutan mineral Fe sangat rendah, mineral amorf $Fe(OH)_3$ mengatur kadar Fe dalam larutan tanah. Kelarutan Fe^{3+} berkurang 1.000 kali jika pH meningkat 1 unit. Pada tanah dengan drainase baik, kondisinya teroksidasi sehingga kadar $Fe^{3+} > Fe^{2+}$, sebaliknya pada tanah jenuh air Fe^{3+} mengalami reduksi menjadi Fe^{2+} (Nasih 2010).

2.5 Keracunan Besi

Menurut Sahrawat dan Diatta (1995), beberapa faktor di dalam tanah yang dapat mengakibatkan keracunan besi adalah mineralogi (kaolinit) dan kandungan liat tanah, jumlah Fe yang dapat dipertukarkan di dalam tanah, pH tanah, dan adanya faktor stres hara. Lahan-lahan yang paling potensial keracunan besi dari segi kondisi psiko-kimianya adalah tanah sulfat masam, tanah liat masam,tanah rawa, lahan sawah yang menerima aliran runoff dari lahan di atasnya.

Menurut Dobermann dan Fairhurst (2000), prinsip terjadinya keracunan Fe pada tanaman antara lain:

1. Konsentrasi Fe^{+2} yang tinggi dalam larutan tanah yang disebabkan oleh kondisi reduksi yang kuat dalam tanah dan atau pH yang rendah.
2. Status hara yang rendah & tidak seimbang di dalam tanah.
3. Kurangnya oksidasi akar dan rendahnya daya ekslusi Fe^{+2} oleh akar yang disebabkan karena defisiensi hara P, Ca, Mg atau K.
4. Kurangnya daya oksidasi akar (eksklusi Fe^{+2}) akibat terjadinya akumulasi bahan-bahan yang menghambat respirasi (H_2S, FeS, asam organik).
5. Aplikasi bahan organik dalam jumlah besar yang belum terdekomposisi.
6. Suplai Fe secara terus menerus dari air bawah tanah atau rembesan secara lateral dari tempat yang lebih tinggi.

Pada tanah dengan drainase baik kondisi Fe^{3+} yang teroksidasi lebih besar daripada Fe^{2+}. Sebaliknya, pada tanah jenuh air Fe^{3+} mengalami reduksi menjadi Fe^{2+}. Fe bergerak menuju akar dengan cara difusi dan aliran massa. Total Fe tersedia dalam tanah terlalu rendah untuk mencukupi kebutuhan tanaman. Khelasi diperlukan untuk meningkatkan bentuk terlarut dan meningkatkan Fe yang terbawa difusi dan aliran massa. Khelasi adalah ikatan kompleks antara ion logam dan senyawa organik (Guangjie, 2016).

Mekanisme keracunan Fe yang terjadi pada tanaman ditandai dengan adanya pembentukan plak pada permukaan akar. Pembentukan plak di permukaan akar berhubungan dengan oksidasi Fe^{2+} di akar. Oksidasi besi dipengaruhi oleh difusi oksigen ke dalam rhizosfer melalui *aerenchyma* akar. Perkembangan aerenchyma

akar dipengaruhi oleh produksi etilen di akar. Semakin besar ukuran *aerenchyma* yang terbentuk, difusi udara semakin lancar sehingga oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} semakin cepat dan pembentukan plak besi semakin meningkat. Adanya plak besi ini yang menyebabkan penyerapan nutrisi lain menjadi terhambat (Harahap, 2014).

Semakin tinggi jumlah besi yang terakumulasi pada akar, maka daya oksidasi akar tersebut akan semakin tinggi, hal ini merupakan salah satu mekanisme tanaman untuk mencegah besi pada rizhosfer dalam meracuni tanaman. Namun saat terdapat endapan besi terakumulasi dalam jumlah besar pada jaringan akar, serapan air dan hara akan terganggu bahkan dalam kasus berat dapat menghilangkan fungsi akar. Mekanisme yang terlibat dalam resistensi tanaman terhadap toksisitas besi yaitu adanya pembentukan lapisan besi pada permukaan akar atau umum disebut dengan istilah *iron plaque* (Effendi dkk, 2015).

III. BAHAN DAN METODE

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung dari bulan Desember 2018 hingga Maret 2019.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah Tanah, pupuk kandang Bibit *Crown* Nanas Varietas GP 2, dan larutan nutrisi. Alat yang digunakan adalah cangkul, bak, penggaris (100 cm), jangka sorong, *polybag*, gembor mini, label, mikroskop, timbangan elektrik, alat dokumentasi, dan alat tulis.

3.3 Metode Penelitian

Perlakuan pada penelitian ini berupa konsentrasi Fe yang terdiri atas lima taraf, yaitu: 0 (F_0), 5 (F_1), 10 (F_2), 15 (F_3) dan 20 ppm (F_4). Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Perlakuan diterapkan pada petak percobaan dalam Rancangan Kelompok Teracak Sempurna (RKTS). Homogenitas ragam antar perlakuan diuji dengan Uji Barlett dan kemenambahan data diuji dengan Uji Tukey. Apabila asumsi terpenuhi, data dianalisis ragam dan dilanjutkan dengan uji polinomial ortogonal. Semua pengujian dilakukan pada taraf α 5%.

Ulangan

I	II	III
F_1	F_0	F_4
F_2	F_1	F_3
F_0	F_4	F_1
F_3	F_3	F_2
F_4	F_2	F_0

Gambar 1. Tata Letak Percobaan

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan kegiatan antara lain pembibitan, penanaman media ke hidroponik model wick, aplikasi Fe, panen, dan pengamatan.

3.4.1 Pembibitan

Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah dan pupuk kandang. Media tanam dimasukkan ke dalam polibag. Selanjutnya *crown* nanas ditanam dan diletakkan di rumah kaca. Bibit nanas ditumbuhkan pada media tanam ± 2,5 bulan hingga tumbuh akar.

3.4.2 Penanaman ke Media Hidroponik

Crown nanas yang telah muncul akar lalu dipindahkan ke media hidroponik. Setiap bak hidroponik ditanam sebanyak empat *crown* nanas sebagai sampel dan setiap satu bak mewakili satu perlakuan. Nutrisi sudah disiapkan sebelum

dilakukannya penanaman nanas di hidroponik. Nutrisi yang disiapkan yaitu larutan A (unsur hara makro dan mikro), larutan B (Ca), dan Larutan C (Fe). Ketiga larutan tersebut kemudian dicampurkan dan dilarutkan di dalam bak sesuai dengan perlakuan dosis Fe yang telah ditentukan.

Gambar 2. Sistem hidroponik *wick*

3.4.3 Panen

Pemanenan dilaksanakan pada saat pertumbuhan nanas terhambat dan sudah terlihat gejala, yaitu pada umur tanaman 1 bulan setelah pindah tanam.

3.5 Pengamatan

Untuk menguji kesahihan kerangka pemikiran dan hipotesis dilakukan pengamatan terhadap komponen pertumbuhan akar tanaman nanas sebagai berikut:

Panjang akar. Pengukuran panjang akar dimulai dari pangkal akar yang menempel pada batang nanas hingga ujung akar nanas. Pengamatan panjang akar

dilakukan pada saat awal pindah ke media hidroponik dan pada saat akhir pengamatan (satu bulan setelah pindah tanam).

Jumlah akar. Penghitungan jumlah akar dilakukan pada saat bersamaan dengan pengukuran panjang akar.

Warna akar. Pengamatan warna akar dilakukan setiap seminggu sekali. Dilihat dan difoto warna akar yang keracunan Fe mengalami perubahan atau tidak dengan cara membandingkan dengan perlakuan tanpa Fe.

Bobot segar tanaman. Bobot segar dilakukan saaat hari terakhir pengamatan. *Crown* nanas ditimbang dengan menggunakan neraca elektrik.

Pengamatan akar secara mikroskopis. Akar diamati dengan menggunakan mikroskop untuk melihat penampakan akar yang menyerap Fe dan dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan:

1. Pada perlakuan konsentrasi di atas 5 ppm mengakibatkan penurunan yang signifikan terhadap semua variabel pengamatan. Pada perlakuan 0 ppm hingga 5 ppm, mengakibatkan peningkatan pada panjang akar tanaman nanas sebesar 0,6 cm.
2. Tanaman nanas toleran terhadap keracunan Fe pada konsentrasi 5 ppm. Hal ini dibuktikan dengan kualitas akar bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

5.2 Saran

Penelitian mengenai tingkat toleransi tanaman nanas terhadap konsentrasi Fe pada media hidroponik yang dilakukan di rumah kaca menghasilkan tanaman toleran terhadap konsentrasi Fe pada kisaran 5 ppm, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian serupa namun dilakukan pada kondisi lapang dan perlu meneliti lebih lanjut bercak coklat yang muncul pada daun tanaman yang diberikan perlakuan 20 ppm Fe.

DAFTAR PUSTAKA

Agustriana, R. dan T. Tripeni. 2006. *Fisiologi Tumbuhan 1: Buku Ajar*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 156 hlm.

Ashari, S. 1995. *Hortikultura: Aspek Budidaya*. UI Press. Jakarta. 481 hlm.

Audebert, A. and M. Fofana. 2009. Rice yield gap due to iron toxicity in West Africa. *Journal of Agronomy and Crop Science* 195(1): 66-76.

Badan Pusat Statistik. 2017. *Produksi Tanaman Buah-Buahan: Nanas*. Badan Pusat Statistik Indonesia. Jakarta.

Connolly, E.L. dan M.L. Guerinot. 2002. Iron stress in plants. *Genome Biology* 3(8): 1021-1024.

Dobermann, A., T. Fairhurst. 2000. Iron toxicity. Dalam *Rice: Nutrient Disorders and Nutrient Management*. International Rice Research Institute. Manila. 190 hlm.

Effendi, M.I., P. Cahyono, dan B. Prasetya. 2015. Pengaruh toksisitas besi terhadap pertumbuhan dan hasil biomassa pada tiga klon tanaman nanas. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 2(2): 179-189

Genon J.G., N. de Hepcee, J.E. Duffu, B. Delvaux dan P.A. Hennebert. 1994. Iron toxicity and other chemical soil constraints to rice in highlandswamps of Burundi. *Plant and Soil* 166: 109-115.

Guangjie, L., H.J. Kronzucker, W. Shi. 2016. Root developmental adaptation to Fe toxicity: Mechanisms and management. *Plant Signal Behave* 11(1): e1117722.

Green, M.S. and Etherington, J.R. 1977. Oxidation of ferrous by rice (Oryza sativa) roots: mechanism for waterlogged tolerance. *Journal of Experimental Botany* 28: 211-245

Harahap, S.M. 2014. Mekanisme Adaptasi dan Penekanan Akumulasi Fe dan Al untuk Meningkatkan Produktivitas Padi di Lahan Pasang Surut. (*Disertasi*). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 115 hlm.

Herviyanti, T, B. Prasetyo, T. Agita, dan A. Alif. 2005. *Upaya pengendalian keracunan besi (fe) dengan asam humat dan pengelolaan air untuk meningkatkan produktifitas tanah sawah bukaan baru*. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing*. Oktober 2005.

Juansyah, J., K. Dahlan, dan F. Huriati. 2009. Peningkatan mutu sari buah nanas dengan memanfaatkan sistem filtrasi aliran *dead-end* dengan membran selulosa asetat. *Makara Sains* 13(1): 94-100.

Kabata, A. 2011. *Trace Elements in Soils and Plants, 4th ed. London*. Taylor & Francis. New York. 505 hlm.

Malcolm B.W. 1989. *Physiology of Plant Growth and Development*. Disunting oleh Kartasapoetra, A.G. Bina Aksara. Jakarta. 695 hlm.

Nasih. 2010. *Bertanam Kedelai*. Penebar Swadaya. Jakarta. 74 hlm.

Neil, S.M. dan P. Carl. 2013. *A Recipe for Hydroponic Success*. Cornell University. Pennylvania. 3 hlm.

Notohadiprawiro, T., 2006. *Persoalan Tanah Masam Dalam Pembangunan Pertanian Di Indonesia* . Ilmu Tanah Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 3 hlm.

Pariona, Amber. 2018. *https://www.worldatlas.com/articles/top-pineapple-producing-countries.html*. Diakses pada tanggal 19 Januari 2019 pukul 5:50.

Parulian, A. 2009. Monitoring dan Analisis Kadar Aluminium (Al) dan Besi (Fe) Pada Pengolahan Air Minum PDAM Tirtanadi Sunggal. (*Tesis*). Universitas Sumatra Utara. Medan. 57 hlm.

Prasetyo, B.H. dan D.A Suriadikarta. 2006. Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di indonesia. *Litbang Pertanian* 2(25): 39 hlm.

Ponnamperuma, F.N. 1994. Evaluation and improvement of lands for wetland rice production. p: 3-19. Disunting oleh Seradhira, D. Dalam *Rice and Problem Soils in South and Southeast Asia: IRRI Discussion Paper Series No. 4.* International rice research Institute. Manila. Philippines. Hlm 3-19.

Rocky. 2009. *Sejarah Morfologi dan Klasifikasi Nanas*. *http://rocky16amelungi.wordpress.com/2009/08/26/74/*. Diakses pada 12 Oktober 2018 pukul 23.39.

Rukmana, R. 1995. *Nanas Budidaya dan Pascapanen*. Kanisius. Yogyakarta. 60 hlm.

Sahrawat, K.L. dan S. Diatta. 1995. Nutrient management and season affect soil iron toxicity. *Annual Report 1994*. West Africa Rice Development Association. Côte d'Ivoire. hlm 34-35.

Sastrahidayat, Ika. R., dan Soemarmo. D.S. 1991.*Budidaya Tanaman Tropika.* Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. 524 hlm.

Sudaryono. 2009. Tingkat kesuburan tanah Ultisol pada lahan pertambangan batu bara Sangatta, Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Lingkungan.* 10(3): 337-346.

Sunarjono, H.H. 2000. *Prospek Perkebunan Buah*. Penebar Swadaya. Jakarta. 176 hlm.

Setiawati, M.R., B.N. Fitratin, dan P. Suryatmana. 2000. Pengaruh mikoriza dan pupuk fosfat terhadap derajat infeksi mikoriza dan komponen pertumbuhan tanaman kacang tanah. *Prosiding Seminar Nasional Mikoriza I*. IPB. Bandung. Hlm 92 – 99.

Utomo, M., Sudarsono, B. Rusman, T. Sabrina, J. Lumbanraja, Wawan. 2016. *Ilmu Tanah: Dasar-Dasar dan Pengelolaan*. Kencana. Jakarta. 434 hlm.

Verheij, E.W.M. dan R.E. Cornel. 1997. *Sumber Daya Nabati Asia Tenggara 2 Buah-Buahan yang Dapat Dimakan*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Wahyudi. 2011. *Panen Cabai Sepanjang Tahun*. Agro Media Pustaka. Jakarta. 180 hlm.

Widyastuti, Y.E. 2000. *Mengenal Buah Unggul Indonesia*. Penebar Swadaya. Jakarta. 256 hlm.