

**PENGARUH APLIKASI ZEOLIT TERHADAP KANDUNGAN UNSUR
HARA NITROGEN (N), FOSFOR (P) DAN PERTUMBUHAN VEGETATIF
TANAMAN NANAS (*Ananas comosus* L. Merr)
DI ULTISOL, LAMPUNG TENGAH**

Oleh:
ELDA KURNIAWATI

**MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG**

2016

**PENGARUH APLIKASI ZEOLIT TERHADAP KANDUNGAN UNSUR
HARA NITROGEN (N), FOSFOR (P) DAN PERTUMBUHAN VEGETATIF
TANAMAN NANAS (*Ananas comosus* L. Merr)
DI ULTISOL, LAMPUNG TENGAH**

Oleh:
ELDA KURNIAWATI
125040201111261

**MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG**

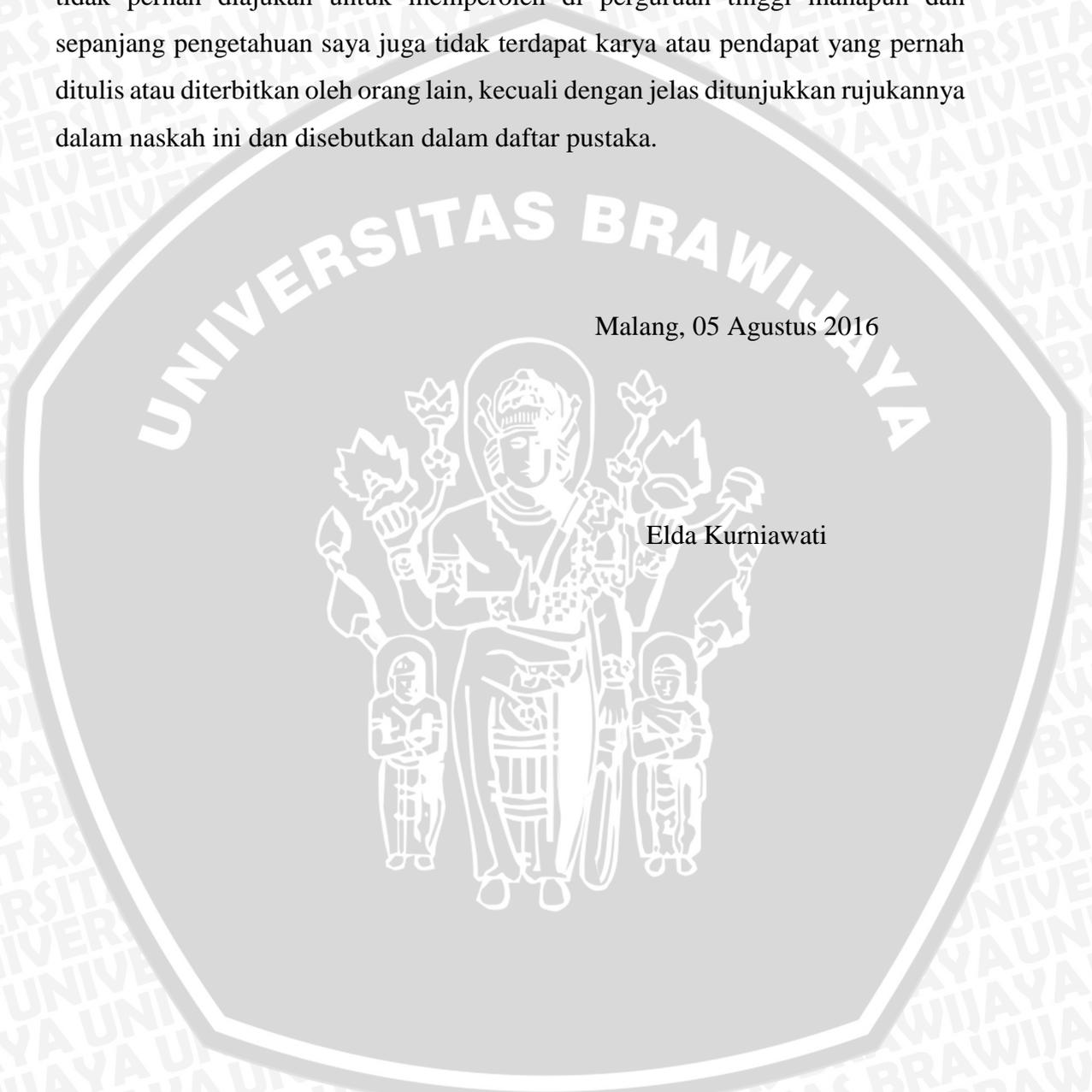
2016

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan dosen pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 05 Agustus 2016

Elda Kurniawati



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Pengaruh Aplikasi Zeolit Terhadap Kandungan Unsur Hara Nitrogen (N), Fosfor (P) Dan Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Nanas (*Ananas Comosus* L. Merr) di Ultisol, Lampung Tengah

Nama Mahasiswa : Elda Kurniawati

NIM : 125040201111261

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui,

Pembimbing Utama,

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU
NIP. 19540501 198103 1 006

Mengetahui,
a.n. Dekan
Ketua Jurusan Tanah

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU
NIP. 19540501 198103 1 006

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU
NIP. 19540501 198103 1 006

Syahrul Kurniawan, SP. MP. Ph. D
NIP. 19791018 200501 1 002

Penguji III

Penguji IV

Ir. Sri Rahayu Utami, MSc. Ph. D
NIP. 19611028 198701 2 001

Dr. Ir. Retno Suntari, MS
NIP. 19580503 198303 2 002

Tanggal Lulus :

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Skripsi ini saya persembahkan untuk:

*Alm. Kakek dan Nenek, Kedua orang tua tercinta
Bapak Edi Siswanto & Ibu Binti Kodarsih, adiknya Fitri Rahmawati,
Tante Viky Natalia, Om Tri, THE GRAGAS dan CEMARA'S Family, serta
semua pihak yang telah membantu dalam bentuk apapun
untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.*

RINGKASAN

Elda Kurniawati. 125040201111261. **Pengaruh Aplikasi Zeolit Terhadap Kandungan Unsur Hara Nitrogen (N), Fosfor (P) Dan Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) di Ultisol, Lampung Tengah.** Dibawah bimbingan Zaenal Kusuma.

Sebaran tanah di Indonesia sekitar 25% didominasi oleh jenis tanah Ultisol. Salah satu pemanfaatan lahan tersebut yaitu sebagai perkebunan nanas. Produsen nanas terbesar di Indonesia yang berperan dalam proses produksi nanas yaitu PT. Great Giant Pineapple (GGP), yang terletak di Provinsi Lampung dengan sebaran jenis tanah didominasi oleh tanah Ultisol. Karakteristik tanah tersebut merupakan tanah masam dan kandungan hara rendah. Sehingga, permasalahan yang sedang dihadapi yaitu penurunan kesuburan tanah yang mengakibatkan kandungan hara tanah rendah seperti unsur hara nitrogen dan fosfor. Upaya penyelesaian yang telah dilakukan adalah aplikasi pemupukan. Aplikasi pupuk yang diberikan pada awal tanam menjadi salah satu penentu pertumbuhan vegetatif tanaman, namun jenis pupuk dasar yang diberikan dapat cepat mengalami pencucian hara. Sehingga, perlu adanya upaya pengikatan hara untuk mencegah terjadinya pencucian unsur hara bagi tanaman. Salah satu upaya penyelesaian yang dapat dilakukan yaitu aplikasi zeolit. Zeolit merupakan salah satu pembenah tanah yang bersifat *slow release fertilizer* yaitu sebagai berperan menyimpan sementara unsur hara dan melepaskan kembali saat dibutuhkan tanaman. Tujuan penelitian ini adalah (1) Mempelajari peran zeolit terhadap pH, kandungan N dan P tanah, kandungan N dan P tanaman, serta pertumbuhan vegetatif tanaman nanas. (2) Mengetahui hubungan kandungan N dan P tanah terhadap N dan P tanaman, serta pertumbuhan vegetatif tanaman nanas.

Penelitian ini dilaksanakan bulan Oktober 2015-Februari 2016 di rumah kaca dan Laboratorium Sentral PT. Great Giant Pineapple. Metode penelitian yaitu menggunakan RAL dengan 6 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan pada penelitian ini yaitu dosis zeolit, dengan rincian sebagai berikut: P0: kontrol, P1: 1 ton ha⁻¹, P2: 2 ton ha⁻¹, P3: 3 ton ha⁻¹, P4: 4 ton ha⁻¹, dan P5: 5 ton ha⁻¹. Parameter tanah yang diukur yaitu nilai pH, N, P, dan KTK. Parameter tanaman yang diukur yaitu luas daun, jumlah daun, panjang akar, jumlah akar dan bobot total tanaman. Data hasil penelitian dianalisa secara uji statistik dengan analisis ragam. Apabila berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT (taraf 5%).

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan, aplikasi zeolit tidak berbeda nyata dalam meningkatkan pH dan N-total tanah, tetapi berbeda nyata meningkatkan P-tersedia tanah yaitu 0,23 sampai 0,85 ppm. Aplikasi zeolit menunjukkan pengaruh nyata terhadap luas daun, jumlah akar halus dan panjang akar, dibandingkan perlakuan kontrol (tanpa aplikasi zeolit). Pengaruh aplikasi zeolit terhadap kandungan hara N, P, yaitu berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol, namun berbeda tidak nyata pada aplikasi zeolit P2 sampai P5, sehingga aplikasi zeolit 2 ton ha⁻¹ atau 5 ton ha⁻¹, yang memberikan pengaruh sama terhadap kandungan hara dan pertumbuhan tanaman.

SUMMARY

Elda Kurniawati. 125040201111261. **Effect of Zeolite Application on Nitrogen (N), Phosphorus (P) and Vegetative Plant Growth of Pineapple Plant (*Ananas comosus* L. Merr) in Ultisols, Central Lampung.** Supervised by Zaenal Kusuma.

The distribution at 25% of soil in Indonesia is dominated by Ultisol. One of the land explore can use pineapple plantation. The largest pineapple plantation in Indonesia that play a role in the process of production of pineapple, PT. Great Giant Pineapple (GGP), which is located in Lampung with a distribution of soil types dominated by Ultisol. The characteristics of the soil is acid soil and low nutrient content. The problem of acid soils of the settlement that has been done is the application of fertilizer. Types of fertilizer is applied to vegetative phase for plant become leaching and evaporate. One of the remedies made with fertilizer management effort that is by adding zeolite. However, this time in the land fertilization management pineapple plants in acid soil application of zeolites has not been optimal, so that the study was conducted as one of the considerations to determine the effect of various doses of the zeolite application of nutrients N, P and plant growth pineapple (*Ananas comosus* L. Merr). The purpose of this study is (1) Studying the role of zeolite in soil pH, nutrient content of NP soil and plant growth pineapple. (2) Determine the relationship of nutrient content of NP soil and pineapple plant growth.

This study was conducted form November 2015 until February 2016 in PT. Great Giant Pineapple. The basic analysis and the results of analysis conducted at the Laboratory chemical properties Risert PT. Great Giant Pineapple. The research method that will be used the method completely randomized design (CRD) with 6 treatments and repeat 3 randoms. The treatment in this study is a dose of zeolite, with details as follows: P0: kontrol, P1: 1 ton ha⁻¹, P2: 2 ton ha⁻¹, P3: 3 ton ha⁻¹, P4: 4 ton ha⁻¹, dan P5: 5 ton ha⁻¹. Variable in this observation including soil parameters (pH, N, P, CEC, N uptake of plant, and P uptake of plant) and plant parameters (leaf areas, number of leaves, root length, number of roots and the total weight of the plant). Data were analyzed by statistical tests. Analysis of statistical tests by analysis of variance and then followed by LSD test (5% level).

Based on this results can be concluded that the effect of zeolite application shows not real effect on soil pH and Nitrogen soil. Zeolite application shows the real effect of the increase in leaf area, number of leaf, number of roots and the total weight of the plants, compared to the control treatment (without application of zeolites). Effect of application of zeolites to the content of N, P, and plant growth that is significantly different from the control treatment, but no significant effect on the application of zeolites P2(2 ton ha⁻¹)to P5 (5 ton ha⁻¹).

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Aplikasi Zeolit Terhadap Kandungan Unsur Hara Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) di Ultisol, Lampung Tengah”. Penulis pada kesempatan ini ingin mengucapkan terima kasih kepada:

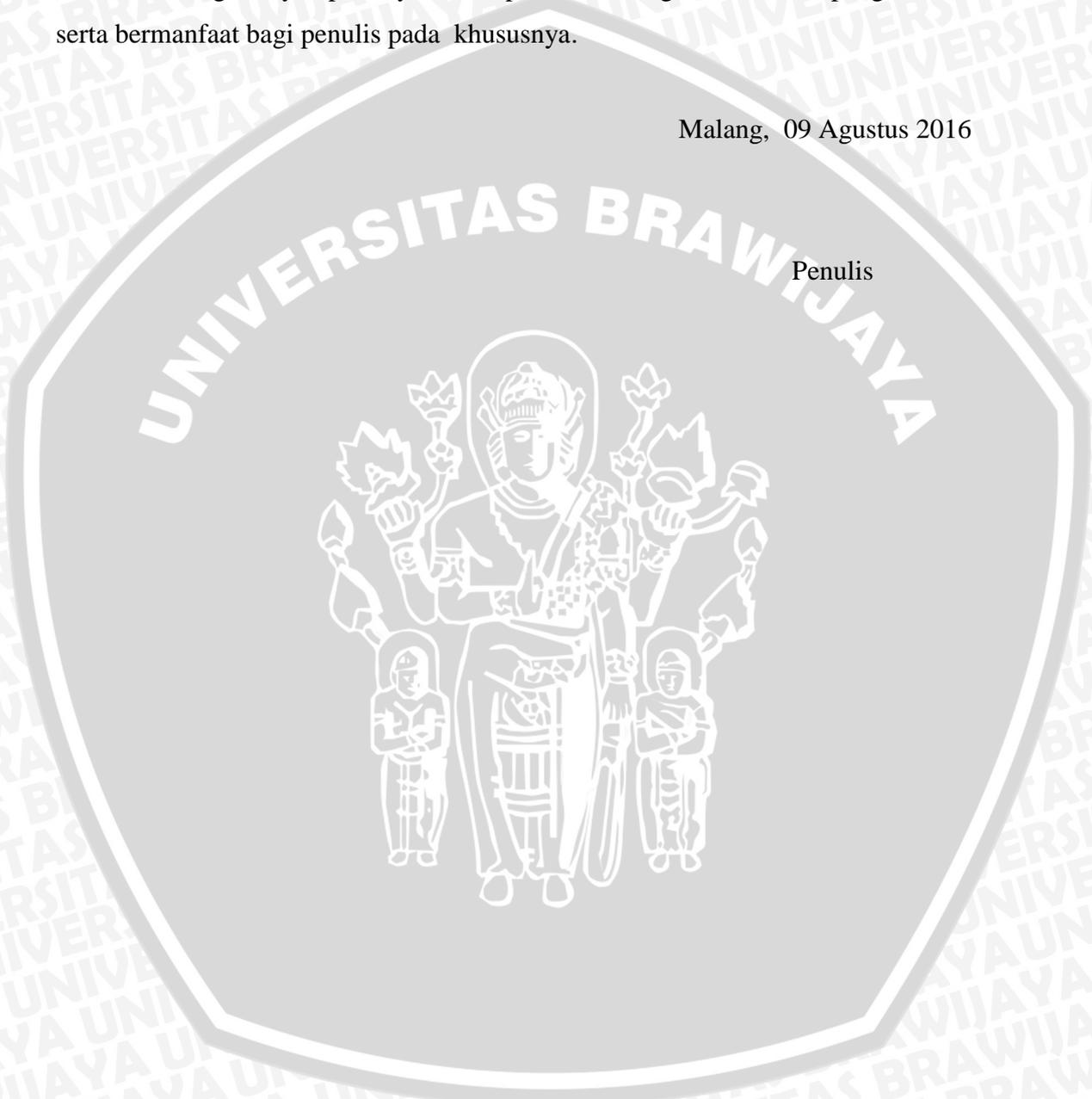
1. Ayah dan ibu tercinta yang selalu memberikan dukungan secara moril dan materil, do’a, serta semangat yang tiada henti.
2. Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU selaku pembimbing utama dan Ketua Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya yang telah mengizinkan penulis untuk melaksanakan penelitian ini, memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan laporan skripsi, serta menyetujui skripsi ini.
3. Ir. Priyo Cahyono, MMP sebagai pembimbing lapang, yang telah memberikan arahan dan saran selama pelaksanaan penelitian.
4. Mas Maman, Mbak Nungki, Bu Rini, Mbak Nifi dan seluruh staff /karyawan Departemen Riset, yang telah banyak memberikan pengarahan dan ilmu dalam pelaksanaan penelitian.
5. Seluruh staf dan karyawan Laboratorium Central PT. GGP, Pak Achmad, Pak Mufron, Pak Didik, Pak Jailani, Pak Dikun, Pak Budi, Bu Yeti, Mbak Linda, Mbak Niko, Mas Dedi, Bu Leli, Mbak Oni, Om Riko, Mas Gema, Harun, Ade, yang telah membantu dan mengarahkan selama kegiatan analisis di laboratorium.
6. Seluruh mandor dan tenaga kerja Departemen Riset PT. GGP, mandor Pak Supri, Pak Kasan, Pak Sugeng, Pak Nain, Mas Raffi, Mas Samsul, Mas Andi, Pak Amad, Mas Anggi, Mbah Giran, Pak Sisu yang selalu membantu dalam kegiatan penelitian, dan Pak Sutris, Pak Yono, Pak Yatno, Pak Latin, Pak Trubus, Om Bobi, Bu Kajol, Om Wah yang telah memudahkan akses selama penelitian.
7. Teman-teman magang GGP 2015 (Sepernanasan 2015): Winih Sekaringtyas R, Farid Habibi, Rizal Primadhani, Rere Erlambang, Syarifuddin, Indika Dwi P, Istiqomah, Adis Permatasari, Retie Suwitasari, Cantika Mega P.

8. Keluarga, sahabat dan teman-teman SOILER 2012, serta Cemara's Family dan The Gragas (Fanni, Hana, Sike, Pay) atau semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini.

Demikian laporan skripsi ini penulis susun, semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak yaitu dan pembaca sebagai bahan ilmu pengetahuan serta bermanfaat bagi penulis pada khususnya.

Malang, 09 Agustus 2016

Penulis



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Purworejo, pada tanggal 16 Desember 1994 sebagai putri pertama dari dua bersaudara dari Bapak Edi Siswanto dan Ibu Binti Kodarsih. Penulis memulai jenjang pendidikan pada tahun 1999 di TK Aisyiah Bustanul Athfal (ABA) Purwodadi, Purworejo. Tahun 2000, penulis masuk SD Negeri Rawong, Purwodadi dan lulus pada tahun 2006. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 8 Purworejo dan lulus tahun 2009. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke SMA Negeri 3 Purworejo dan lulus pada tahun 2012. Tahun 2012, penulis terdaftar menjadi mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya melalui jalur prestasi akademik dan pada tahun 2015 terdaftar menjadi mahasiswa Jurusan Tanah Minat Manajemen Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

Selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif dalam kegiatan kepanitiaan baik skala fakultas atau universitas. Kegiatan skala fakultas penulis aktif dalam kepanitiaan Pasca rantai III, Rantai IV, Rantai V, Agro Fair 2014, sedangkan skala universitas penulis aktif dalam kepanitiaan BET (*Brawijaya English Tournament*) 2014 dan Olimpiade Brawijaya (OB) 2014. Selain itu, penulis juga melaksanakan magang kerja di PT. Great Giant Pineapple (GGP), Lampung Tengah tahun 2015.

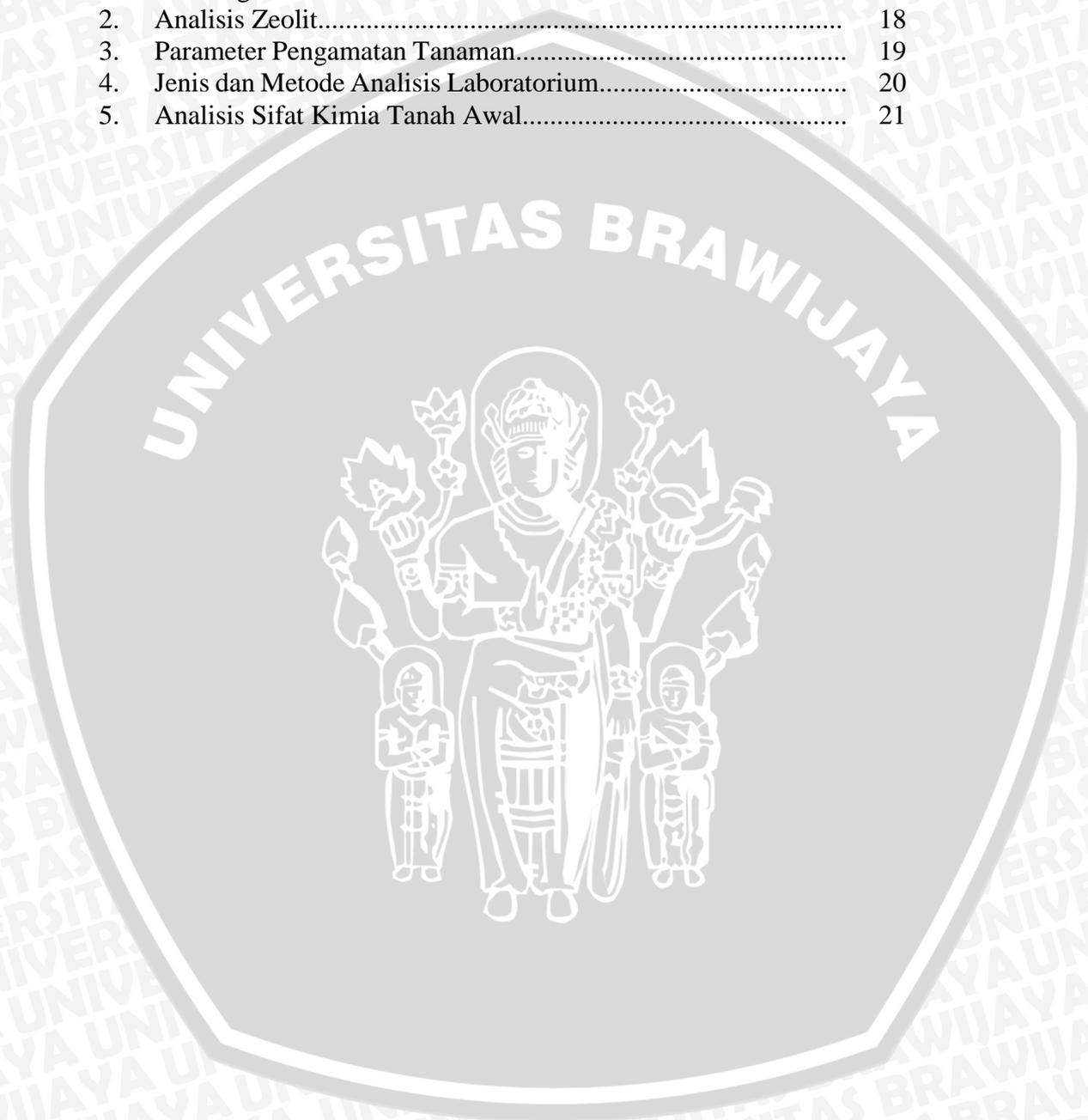


DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Hipotesis	3
1.5. Manfaat	3
1.6. Alur Pikir	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Karakteristik Ultisol.....	5
2.2. Karakteristik Hara Nitrogen (N) dan Fosfor (P)	6
2.3. Karakteristik Zeolit	8
2.4. Aplikasi Zeolit Terhadap Unsur N dan P Tanah.....	10
2.5. Aplikasi Zeolit Terhadap pH dan Kapasitas Tukar Kation (KTK)	11
2.6. Aplikasi Zeolit Terhadap Pertumbuhan Tanaman	12
2.7. Tinjauan Tanaman Nanas (<i>Ananas comosus</i> L. Merr).....	12
III. METODE PENELITIAN	16
3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian	16
3.2. Alat dan Bahan.....	16
3.3. Rancangan Penelitian.....	16
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	17
3.5. Analisis Data.....	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1. Hasil Analisis Contoh Tanah Awal.....	21
4.2. Aplikasi Zeolit terhadap Kandungan Unsur Hara Nitrogen dan Fosfor (P) Tanah.....	22
4.3. Aplikasi Zeolit terhadap pH dan Kapasitas Tukar Kation (KTK)	24
4.4. Aplikasi Zeolit Terhadap Kandungan Unsur Hara NP Tanaman	27
4.5. Aplikasi Zeolit Terhadap Pertumbuhan Tanaman	28
4.6. Pembahasan Umum	35
V. KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1. Kesimpulan	38
5.2. Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	43

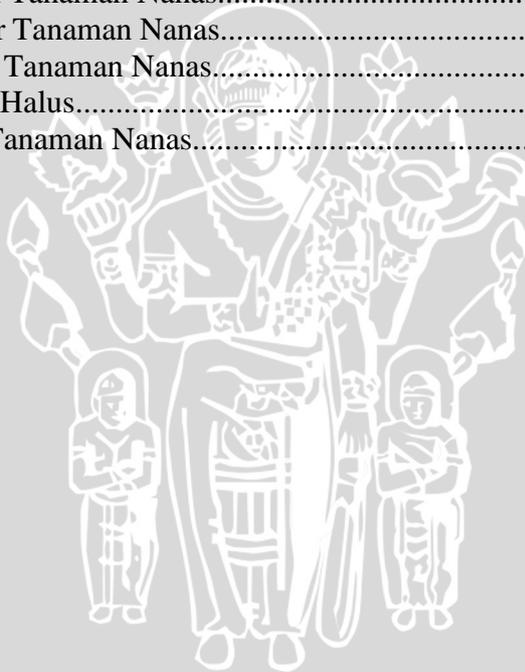
DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Rancangan Penelitian.....	17
2.	Analisis Zeolit.....	18
3.	Parameter Pengamatan Tanaman.....	19
4.	Jenis dan Metode Analisis Laboratorium.....	20
5.	Analisis Sifat Kimia Tanah Awal.....	21



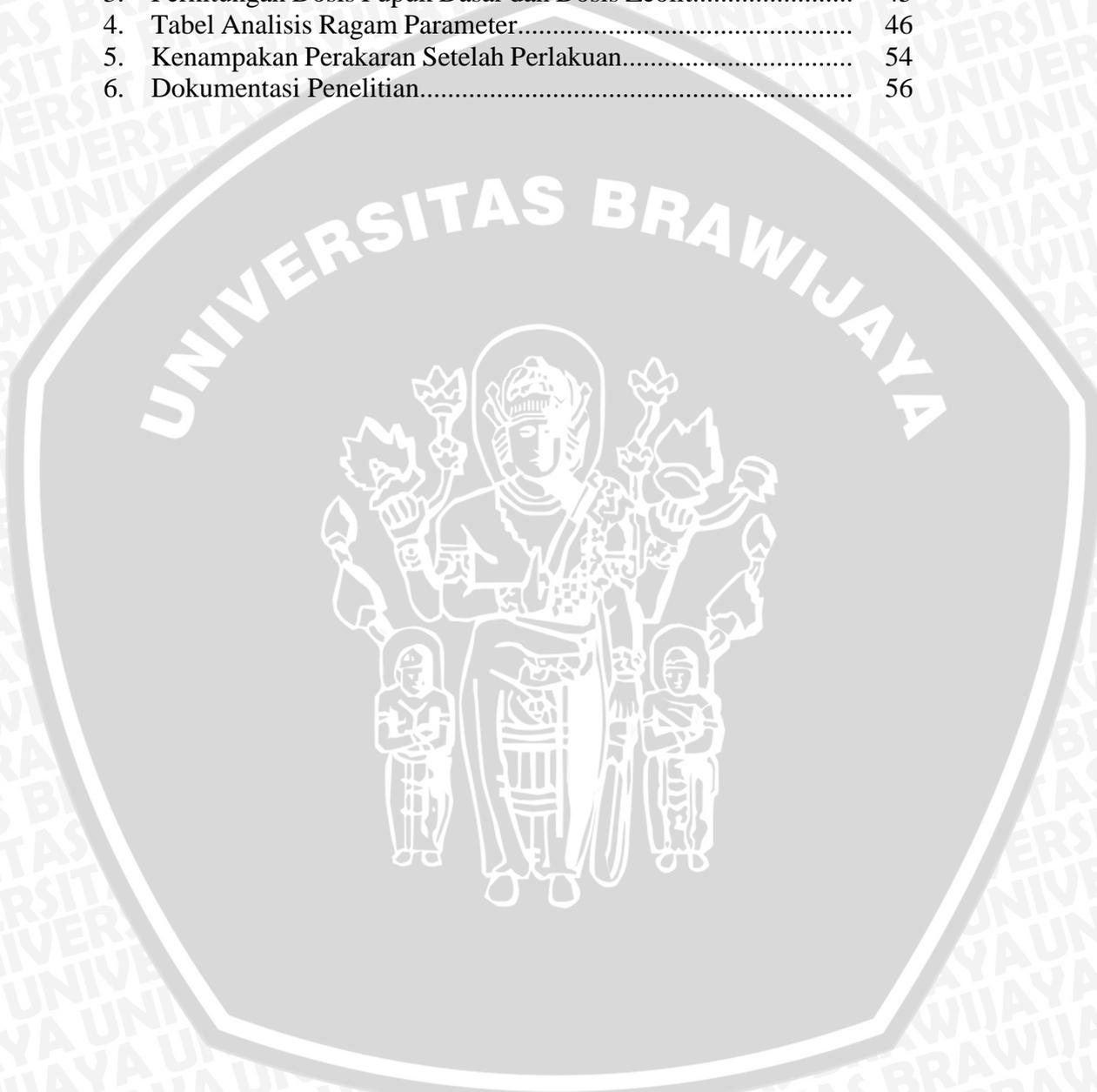
DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Alur Pikir Penelitian.....	4
2.	Struktur Zeolit.....	9
3.	Interaksi zeolit dan unsur hara dalam tanah.....	10
4.	Morfologi Tanaman Nanas.....	13
5.	Bibit <i>Crown</i> GP3 dan Zeolit.....	18
6.	Kandungan N-total.....	22
7.	Kandungan P-tersedia.....	23
8.	Nilai pH tanah.....	25
9.	Nilai Kapasitas Tukar Kation (KTK).....	26
10.	Kandungan N-daun.....	27
11.	Kandungan P-daun.....	28
12.	Luas Daun Tanaman Nanas.....	29
13.	Jumlah Daun Tanaman Nanas.....	30
14.	Panjang Akar Tanaman Nanas.....	31
15.	Jumlah Akar Tanaman Nanas.....	32
16.	Jumlah Akar Halus.....	34
17.	Berat Total Tanaman Nanas.....	34



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Denah Rancangan Percobaan.....	43
2.	Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah.....	44
3.	Perhitungan Dosis Pupuk Dasar dan Dosis Zeolit.....	45
4.	Tabel Analisis Ragam Parameter.....	46
5.	Kenampakan Perakaran Setelah Perlakuan.....	54
6.	Dokumentasi Penelitian.....	56



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemanfaatan lahan di Indonesia sebagian besar merupakan lahan pertanian, selain itu juga dimanfaatkan sebagai lahan perkebunan. Hal penting yang dapat menjadi faktor pembatas pemanfaatan lahan adalah karakteristik tanah. Menurut Mulyani *et al.* 2010, sebaran tanah di Indonesia sebagian besar didominasi oleh jenis tanah Ultisol. Ultisol mempunyai sebaran luas, mencapai 41.919.293 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia, sebagian besar tersebar di Kalimantan, Sumatra, dan Sulawesi.

Menurut Munir (1996), karakteristik Ultisol memiliki pH tanah kurang dari 5,5 dengan kandungan bahan organik tergolong rendah sampai sedang, kejenuhan basa kurang dari 35%, serta kapasitas tukar kation (KTK) kurang dari 24 cmolk⁻¹. Ultisol juga miskin kandungan hara lainnya terutama P dan kation-kation dapat bertukar lainnya, seperti Ca, Mg, Na dan K, dengan kadar Al tinggi, dan KTK rendah (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Ultisol merupakan jenis tanah yang berpotensi untuk pengembangan lahan perkebunan salah satunya di daerah Sumatra. PT. Great Giant Pineapple (GGP), merupakan perkebunan dan produsen nanas skala ekspor terbesar di Indonesia yang terletak di daerah Sumatra tepatnya di kota Lampung yang sebaran jenis tanah didominasi oleh tanah tersebut.

Tanaman nanas (*Ananas comosus* L. Merr) merupakan salah satu tanaman buah tropika yang dapat dibudidayakan di Indonesia sesuai dengan syarat tumbuhnya. Awalnya tanaman ini dibudidayakan sebagai tanaman pekarangan, tetapi saat ini nanas berkembang menjadi tanaman perkebunan yang sangat potensial. PT. Great Giant Pineapple (GGP), mengembangkan nanas sebagai tanaman perkebunan dan setiap tahunnya dapat memproduksi buah nanas mencapai lebih dari 500.000 ton. Perkembangan buah nanas menjadi salah satu komoditas ekspor meningkat sesuai dengan kebutuhan pasar, sehingga proses budidaya nanas sangat menentukan kualitas buah yang didapatkan. Perkebunan ini mengembangkan tanaman nanas dengan sistem budidaya monokultur secara terus-menerus dalam jangka waktu yang lama dengan pengolahan tanah intensif yang dapat mengakibatkan pemadatan tanah dan penurunan kesuburan tanah yaitu ketersediaan unsur hara tanah rendah seperti unsur hara nitrogen dan fosfor.

Upaya penyelesaian yang telah dilakukan perusahaan dari permasalahan tersebut adalah aplikasi pemupukan. Aplikasi pupuk yang diberikan pada awal tanam menjadi salah satu penentu pertumbuhan vegetatif tanaman nanas, namun jenis pupuk dasar yang diberikan dapat cepat mengalami pencucian hara. Sehingga, perlu adanya upaya pengikatan hara untuk mencegah terjadinya pencucian unsur hara bagi tanaman.

Salah satu upaya penyelesaian yang dapat dilakukan yaitu aplikasi zeolit. Zeolit merupakan salah satu pembenah tanah yang bersifat *slow release fertilizer*. Menurut Noviarthy dan Nugroho (2009), komposisi mineral zeolit rata-rata di Indonesia hampir sama yaitu SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , TiO_2 , MgO , CaO , NaO . Umumnya zeolit tersusun oleh satuan unit pembangun primer yang merupakan satuan unit terkecil oktahedral SiO_4 dan AlO_4 , yang memiliki kapasitas tukar kation tinggi yaitu lebih dari 80 cmolkg^{-1} . Menurut Estiaty *et al.* (2005), zeolit mempunyai KTK tinggi yang dapat mengikat dan menyimpan sementara unsur-unsur hara kemudian melepaskan kembali saat tanaman membutuhkan unsur tersebut, sehingga mengurangi kehilangan unsur hara melalui penguapan dan pencucian.

Pemberian zeolit diharapkan mampu mempertahankan keberadaan unsur hara dalam tanah dan mengurangi kehilangan unsur hara untuk mengoptimalkan pertumbuhan vegetatif tanaman nanas. Namun, saat ini dalam manajemen pemupukan tanaman nanas di tanah masam pengaplikasian zeolit belum optimal, sehingga penelitian ini dilakukan sebagai salah satu pertimbangan untuk mengetahui pengaruh aplikasi zeolit berbagai dosis terhadap kandungan unsur hara N dan P tanah, N dan P tanaman, serta pertumbuhan vegetatif tanaman nanas (*Ananas comosus* L. Merr).

1.2. Rumusan Masalah

1. Apakah aplikasi zeolit dapat meningkatkan pH, kandungan hara N dan P tanah, kandungan N dan P tanaman, serta pertumbuhan vegetatif tanaman nanas.
2. Apakah kandungan N dan P tanah berhubungan dengan kandungan N dan P tanaman, serta pertumbuhan vegetatif tanaman nanas (*Ananas comosus* L. Merr).

1.3. Tujuan

1. Mempelajari peran zeolit terhadap pH, kandungan hara N dan P tanah, kandungan hara N dan P tanaman, serta pertumbuhan vegetatif tanaman nanas.
2. Mengetahui hubungan kandungan N dan P tanah terhadap N dan P tanaman, serta pertumbuhan vegetatif tanaman nanas.

1.4. Hipotesis

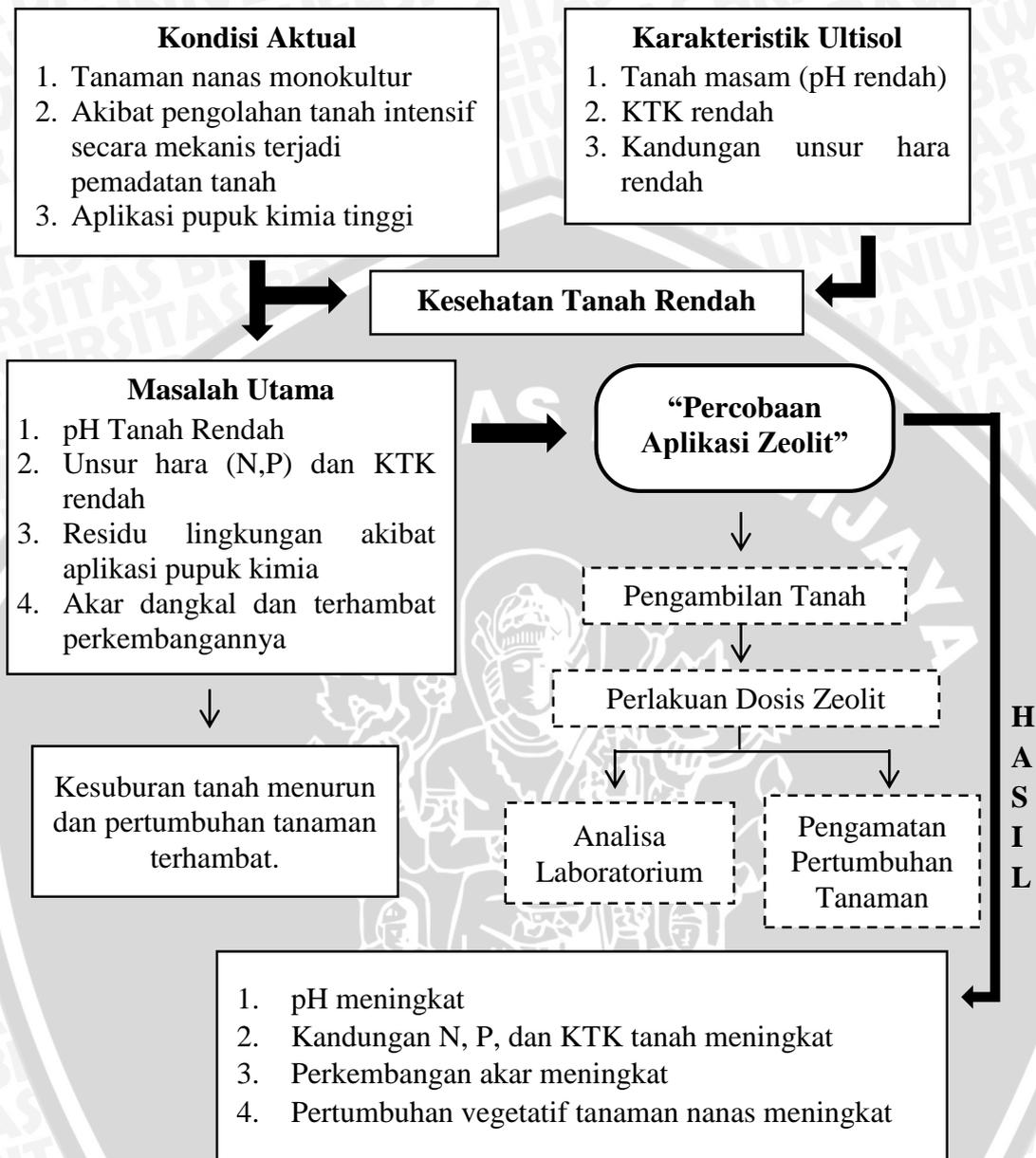
1. Aplikasi zeolit diduga dapat meningkatkan pH, kandungan hara N dan P tanah, kandungan N dan P tanaman, serta pertumbuhan vegetatif tanaman nanas.
2. Kandungan N dan P tanah diduga berhubungan dengan kandungan N dan P tanaman, serta pertumbuhan vegetatif tanaman nanas (*Ananas comosus* L. Merr).

1.5. Manfaat

Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengelolaan pemupukan tanah masam dengan aplikasi zeolit sebagai salah satu pembenah tanah yang berfungsi menyimpan sementara unsur hara dan melepaskan kembali unsur tersebut saat dibutuhkan tanaman, sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman nanas.

1.6. Alur Pikir

Penelitian ini dilakukan berdasarkan permasalahan tanah masam dan penggunaan pupuk kimia, dengan tingkat pencucian unsur hara yang tinggi, sehingga terjadi penurunan kandungan unsur hara nitrogen (N) dan fosfor (P) yang memerlukan adanya upaya penyelesaian. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengoptimalkan kandungan unsur hara tanah dan mengurangi pencucian hara yaitu dengan cara aplikasi zeolit. Penambahan bahan tersebut digunakan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pH, kandungan unsur hara N dan P tanah, serta pertumbuhan vegetatif tanaman nanas. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini dapat meningkatkan kandungan hara nitrogen (N) dan fosfor (P), pH tanah, KTK, dan pertumbuhan vegetatif tanaman nanas. Alur pikir dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik Ultisol

Ultisol merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas, mencapai 41.919.293 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Mulyani *et al.* 2010). Ultisol merupakan tanah mineral yang mempunyai horison argilik atau kandik dengan lapisan liat tebal. Ultisol dapat berkembang dari bahan induk berasal dari tuff masam, batu pasir, serta bahan-bahan endapan dari pasir masam. Ultisol dicirikan oleh kadar bahan organik yang rendah, membentuk KTK yang sangat rendah (kurang dari 24 cmol kg⁻¹), pH masam, miskin kandungan hara dan kation-kation dapat tertukar lainnya, seperti Ca, Mg, Na dan K, serta kadar Al tinggi (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Umumnya Ultisol memiliki beberapa lapisan horison tanah dengan susunan horison A, E, BE, Bt, dan C, tanah ini memiliki horison A yang dicirikan warna gelap (coklat) dengan adanya akumulasi bahan organik tanah, horison E memiliki warna yang lebih terang karena adanya material yang berpindah, horison B yang memiliki kandungan liat serta konsentrasi besi (Fe) dan aluminium (Al) oksida dan pada horison C sebagai bahan induk tanah (Buol *et al.* 1997).

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan tahun 2015, sebagian besar jenis tanah di areal perkebunan PT. Great Giant Pineapple didominasi oleh Ultisol. Ultisol memiliki ketebalan lapisan olah antara 50 cm sampai 70 cm, solum tanah antara 100 cm sampai 120 cm, dengan batas setiap horison yang nyata, tanah bertekstur *sandy clay loam* (lempung liat berpasir) hingga *sandy clay* (liat berpasir). Warna tanah kemerahan hingga kekuning-kuningan, konsistensi gembur hingga agak teguh di bagian atas (*top soil*) dan teguh di lapisan bawah tanah (*sub soil*). Kandungan bahan organik di lapisan tanah atas antara kurang dari 1% sehingga kesuburan tanah tergolong rendah.

Kelemahan tanah ini adalah kemasaman yang tinggi karena kation basa-basa pendukung kesuburan tanah seperti Ca, K, dan Mg sudah tercuci selama perkembangan Ultisol atau diserap oleh tanaman yang tumbuh di atasnya. Cara menghadapi tanah berkemampuan rendah dan berkendala seperti Ultisol ini, ada 2 sistem pemanfaatan yang dapat dipilih. Pertama, membenahi kemampuan tanah sehingga sesuai dengan macam pemanfaatan atau bentuk penggunaan yang

diinginkan dengan menggunakan bahan pembenah tanah. Kedua, memilih macam pemanfaatan atau bentuk penggunaan yang dapat diaplikasikan pada kemampuan asli tanah (Notohadiprawiro, 2006).

2.2. Karakteristik Hara Nitrogen (N) dan Fosfor (P)

2.2.1. Nitrogen (N)

Nitrogen adalah unsur hara yang memiliki peran utama dalam pertumbuhan vegetatif tanaman merupakan komponen dari asam amino, asam nukleid, klorofil, enzim dan hormon, serta sifat dasar unsur N yang *mobile* mengakibatkan mudah hilangnya unsur ini dari tanah sehingga pupuk yang diberikan tidak dapat dimanfaatkan secara optimal oleh tanaman (Soemarno, 2014). Menurut Hanafiah (2007), sebagian besar N tanah berada dalam bentuk N organik, maka pelapukan N organik merupakan proses yang menjadikan N tersedia bagi tanaman. Nitrogen dibebaskan dalam bentuk ammonium, dan bila keadaan baik ammonium (NH_4^+) dioksidasikan menjadi nitrit kemudian nitrat (NO_3^-). Sehingga, unsur N diserap tanaman dalam bentuk ion ammonium (NH_4^+) dan ion nitrat (NO_3^-).

Pembentukan nitrogen di alam dalam bentuk terikat, yang disebut fiksasi nitrogen, hal ini terjadi di dalam tanah terutama oleh aktivitas mikroba. Menurut Hanafiah (2007), unsur hara nitrogen dimulai dari fiksasi N_2 atmosfer secara fisik atau kimiawi yang menyuplai tanah bersama presipitasi (hujan), dan sisa-sisa tanaman atau hewan. Sisa tanaman akan menjadi bahan organik yang kemudian terdekomposisi dan melalui serangkaian proses mineralisasi (aminisasi, amonifikasi dan nitrifikasi) akan melepaskan N-mineral (NH_4^+ dan NO_3^-) yang kemudian diimmobilisasikan oleh tanaman atau mikrobia. Gas amoniak hasil proses aminisasi apabila tidak segera mengalami amonifikasi akan segera menguap ke udara, begitu pula dengan gas N_2 atmosfer. Kehilangan nitrat dan ammonium melalui mekanisme pencucian (*leaching*) merupakan salah satu penyebab penurunan kadar N dalam tanah.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengambilan nitrogen adalah respirasi, pemadatan tanah, konsentrasi unsur hara, kerapatan dan penyebaran akar, pH tanah dan daya serap tanaman. Penambahan pupuk nitrogen dapat merangsang pertumbuhan akar dan meningkatkan kemampuan akar dalam menyerap unsur hara, terutama N yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan vegetatif termasuk

pertumbuhan daun. Lapisan olah tanah umumnya mengandung sekitar 0,02 – 0,40 % N. Banyaknya kandungan N tanah tersebut tergantung dari keadaan lingkungannya seperti iklim dan macam vegetasi. Vegetasi yang tumbuh di atas tanah dan kecepatan dekomposisinya merupakan faktor penyebab perubahan terhadap kandungan N dalam tanah (Soemarno, 2014).

Tanaman yang tumbuh pada tanah yang cukup N, berwarna lebih hijau dan daun tanaman lebih luas. Umumnya gejala kekurangan N akan menyebabkan tanaman menjadi kerdil, pertumbuhan tanaman terbatas, daun-daun menguning dan gugur. Sedangkan, gejala kelebihan N menyebabkan keterlambatan kematangan tanaman yang diakibatkan terlalu banyaknya pertumbuhan vegetatif, batang lemah dan mudah roboh, serta mengurangi daya tahan tanaman terhadap penyakit (Hanafiah, 2007).

2.2.2 Fosfor (P)

Fosfor (P) termasuk unsur hara makro yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman, namun kandungannya di dalam tanaman lebih rendah dibanding nitrogen (N) dan kalium (K). Unsur fosfor bersifat *mobile* dalam tanaman, sehingga kekurangan fosfor pada daun-daun muda akan diimbangi oleh transfer fosfor dari daun tua (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Mobilitas hara P dalam tanah sangat rendah karena reaksi dengan komponen tanah maupun dengan ion-ion dalam tanah seperti Ca, Al, Fe dan lain-lain. Reaksi tanah (pH) memegang peranan sangat penting dalam mobilitas unsur ini. Umumnya pada tanah bereaksi masam menyebabkan unsur P dalam bentuk Al-P dan Fe-P, sedangkan pada tanah bereaksi basa umumnya P bersenyawa sebagai Ca-P. Adanya pengikatan-pengikatan P tersebut menyebabkan pupuk P yang diberikan menjadi tidak efisien, sehingga perlu diberikan dalam takaran tinggi (Hanafiah, 2007).

Tanaman menyerap P dari tanah dalam bentuk ion fosfat, terutama H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} yang terdapat dalam larutan tanah. Ion H_2PO_4^- lebih banyak dijumpai pada tanah yang lebih masam, sedangkan pada pH 6,5 sampai 7,0 bentuk HPO_4^{2-} lebih dominan (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Menurut Soemarno (2014), unsur P berperan dalam proses pemecahan karbohidrat untuk energi, penyimpanan dan peredarannya ke seluruh bagian

tanaman dalam bentuk ADP dan ATP, serta menentukan pertumbuhan akar, dan mempercepat kematangan buah. Ketersediaan P-tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: pH, pemadatan tanah, aerasi tanah, kadar air tanah, suhu tanah, tekstur tanah, BOT dan sistem perakaran tanaman. Gejala defisiensi unsur fosfor mengakibatkan pertumbuhan terhambat (kerdil) karena pembelahan sel terganggu dan warna daun menjadi gelap.

2.3. Karakteristik Zeolit

Zeolit merupakan mineral yang terbentuk dari bahan tuff vulkan yang terjadi jutaan tahun lalu. Indonesia memiliki kaya bahan mineral zeolit karena banyak gunung api yang mengeluarkan bahan piroklastik berbutir halus (tuff) bersifat asam. Menurut Oste, Lexmond, dan Riemsdij (2002), zeolit umumnya terbentuk di alam ketika air pH tinggi dan garam berinteraksi dengan abu vulkanik menyebabkan pembentukan kristal yang cepat dan selanjutnya mengalami pelapukan karena pengaruh suhu panas dan dingin yang terjadi dalam lubang-lubang dari batuan lava basal dan butiran halus dari batuan piroklastik.

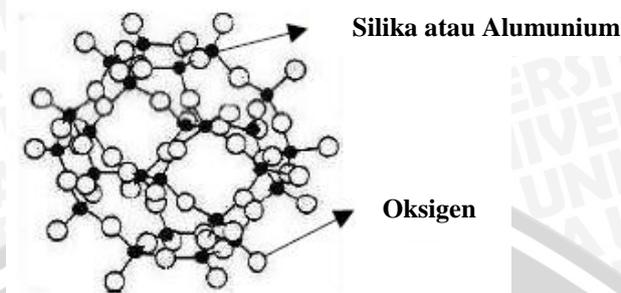
Menurut Noviarthy dan Nugroho (2009), Komposisi mineral zeolit rata-rata dari Indonesia hampir sama yaitu SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , TiO_2 , MgO , CaO , NaO . Menurut Akdeniz (1999), secara umum mineral zeolit adalah senyawa Alumino silikat hidrat dengan logam alkali tanah yang mempunyai rumus sebagai berikut :



Keterangan : M adalah kation yang dipertukarkan; n adalah valensi kation; x adalah jumlah atom Al dan y adalah jumlah atom Si; w adalah jumlah molekul air.

Umumnya perbedaan antara sumber/deposit yang satu dengan yang lain adalah dalam jumlah kandungan, porositas, serta KTK. Zeolit alam mempunyai struktur kristal dengan pori-pori yang banyak. Struktur zeolit yang dibangun oleh tetrahedral-tetrahedral yaitu SiO_4 dan AlO_4 (Gambar 2) yang tersusun oleh 4 anion oksigen yang menyebar mengelilingi ion silikon dan ion aluminium yang berpori dengan cairan di dalamnya mudah lepas karena pemanasan sehingga sifatnya spesifik, yaitu dapat menyerap bahan lain yang ukuran molekulnya lebih kecil dari ukuran porinya, kemampuan menukar ion tanpa berubah strukturnya (Bozorgi *et al.* 2012). Zeolit alam memiliki tingkat penyerapan yang tinggi, kapasitas pertukaran

ion, sebagai katalisis, dan struktur mudah *shapeable* atau strukturnya tidak berubah membuat penting dalam meningkatkan karakteristik tanah (Polat *et al.* 2004).



Gambar 2. Struktur Zeolit (Azarpour *et al.* 2011)

Secara umum fungsi zeolit bagi lahan pertanian adalah meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air irigasi lahan persawahan, menjaga keseimbangan pH tanah, mengikat logam berat yang bersifat meracuni tanaman misalnya Pb dan Cd, mengikat kation dari unsur dalam pupuk (ramah lingkungan karena menetralkan unsur yang mencemari lingkungan), memperbaiki struktur tanah karena kandungan Ca dan Na, meningkatkan KTK tanah dan meningkatkan hasil padi sawah (Jamilah dan Nuryulsen, 2012).

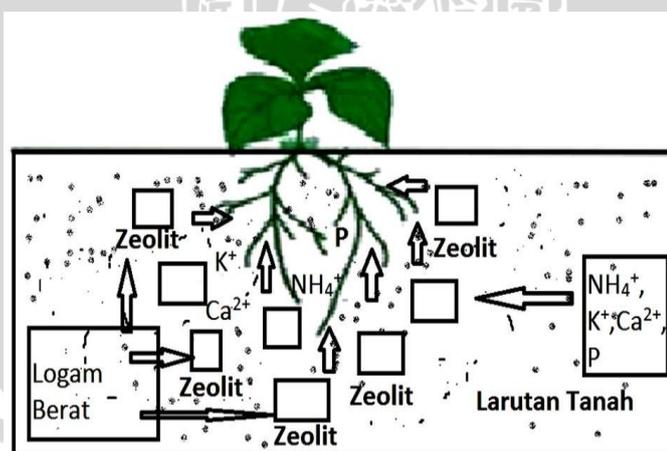
Menurut Suwardi (2002), zeolit memiliki struktur fisik berongga, apabila ditambahkan pada tanah bertekstur liat dapat memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan pori-pori udara tanah, dan apabila ditambahkan pada tanah berpasir, zeolit dapat meningkatkan daya pegang air, sehingga sesuai untuk perkembangan akar tanaman. Selain itu Menurut Estiaty *et al.* (2005), kemampuan zeolit sebagai penyerap molekul dan penukar ion dapat digunakan dalam bidang pertanian untuk meningkatkan efisiensi unsur hara pada pemupukan pupuk kandang, meningkatkan KTK tanah, meningkatkan ketersediaan ion Ca, K, dan P, menurunkan kandungan Aluminium, mempertahankan mineral-mineral yang berguna untuk tanaman, dan menyerap air untuk menjaga kelembaban tanah.

Menurut Prihatini *et al.* (1987), pemberian zeolit memberikan pengaruh terhadap peningkatan pH tanah, yaitu dengan dosis aplikasi zeolit 1-1,5 ton ha⁻¹ dapat diberikan pada tanah dengan pH kurang dari 5,5. Aplikasi zeolit sebagai pembenah tanah dapat meningkatkan kesuburan tanah, menurut Arryanto *et al.* (2010), zeolit dapat meningkatkan akumulasi N karena konversi NH₄⁺ menjadi NO₃ sebanyak 30-40 % dapat dihambat oleh zeolit pada dosis 3 sampai 6 ton ha⁻¹.

2.4. Aplikasi Zeolit Terhadap Unsur N dan P Tanah

Zeolit merupakan mineral alam yang mengandung kation-kation alkali tanah seperti Ca, Mg, K, dan Na, bahan ini meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan hara, sehingga pelepasan amonium dari zeolit bersifat lambat dan dapat mengurangi kehilangan N dari tanah. Zeolit dapat mempertahankan sementara unsur hara nitrogen di zona perakaran yang akan dilepaskan saat dibutuhkan oleh tanaman. Sehingga, pemberian zeolit lebih efisien menjerap hara setelah pemberian pupuk, serta akan meningkatkan pertumbuhan tanaman dan mengurangi hilangnya hara dalam tanah (Polat *et al.* 2004). Selain itu, Wulansari (2013) menambahkan zeolit berfungsi efektif mengabsorpsi NH_4^+ pada Ultisol, Sulawesi Selatan dan sebagai pupuk *slow release* karena kemampuannya dalam menjerap unsur nitrogen sehingga tidak mudah tercuci dan menguap.

Menurut Bartholomew, Paul, dan Rohrbach (2003), selain unsur hara nitrogen, unsur makro yang penting dan utama, yaitu unsur fosfor meskipun dibutuhkan tanaman nanas dalam jumlah sedikit, kekahatan P tidak hanya disebabkan oleh kandungan P tanah yang rendah akan tetapi juga karena sebagian besar P terikat oleh unsur-unsur logam seperti Al dan Fe, sehingga P tidak tersedia di dalam tanah untuk pertumbuhan tanaman. Interaksi pengikatan zeolit terhadap unsur hara nitrogen dan fosfor dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Interaksi zeolit dan unsur hara dalam tanah (Bany, 2016)

Berdasarkan Gambar 3, interaksi antara zeolit dengan unsur hara nitrogen dan fosfor di dalam tanah dengan mekanisme yang hampir sama, karena zeolit yang memiliki sifat mengikat sementara unsur hara dan akan melepaskan kembali jika dibutuhkan oleh tanaman. Mekanisme pengikatan zeolit terhadap unsur N tanah

yaitu nitrogen akan terurai menjadi ion amonium (NH_4^+) dan ion nitrat (NO_3^-). Kemampuan zeolit menjerap ion amonium menyebabkan perubahan ion amonium menjadi ion nitrat yang biasanya tercuci bersama air perkolasi akan terhambat sehingga kehilangan N dapat dikurangi. Ion NH_4^+ yang terjerap oleh zeolit menyebabkan konsentrasi ion tersebut dalam larutan tanah menjadi rendah yang berdampak pada rendahnya kandungan N-total tanah. Ion NH_4^+ yang dijerap tersebut akan dilepaskan kembali ke dalam tanah saat konsentrasi ion tersebut dalam larutan tanah semakin rendah, dengan penambahan dosis zeolit yang semakin meningkat, efisiensi pupuk N pada tanaman cabai hibrida juga meningkat (Bako *et al.* 2010).

Mekanisme peningkatan P diduga karena Ca dalam zeolit mengikat P dalam tanah yang semula diikat oleh Fe dan Al, dan karena Ca dalam zeolit mudah dilepaskan dalam bentuk dapat dipertukarkan, maka P yang diikat Ca menjadi tersedia. Pemberian zeolit merangsang pemecahan ikatan-ikatan P dengan Al, Ca, dan Mg. Akibatnya P yang semula tidak tersedia di dalam tanah lambat-laun dapat tersedia bagi tanaman, sehingga tanah yang mengandung residu pada penanaman pertama dengan aplikasi zeolit dan pupuk kandang memberikan hasil produksi kangkung darat lebih baik (Estiaty *et al.* 2006).

2.5. Aplikasi Zeolit Terhadap pH dan Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Salah satu faktor yang menentukan kualitas tanah adalah pH tanah, sebagai ukuran intensitas kemasaman. Nilai pH tanah tidak sekedar menunjukkan tingkat kemasaman tanah, tetapi memberikan informasi tentang sifat-sifat tanah yang lain, seperti ketersediaan fosfor (P), status kation-kation basa, atau unsur beracun, serta aktivitas mikroorganisme tanah yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Nilai pH akan meningkat akibat jumlah ion hidroksil hidrogen bertambah. Hal ini terjadi, jika ion hidrogen dan aluminium yang terjerap tanah masam akan digantikan oleh kalsium (Ca), magnesium (Mg) dan kalium (K) sehingga kepekatan ion dalam larutan tanah akan berkurang (Hanafiah, 2007).

Berdasarkan hasil penelitian Milosevic, T dan Milosevic, N (2009), zeolit sebagai pembenah tanah dapat meningkatkan pH tanah pada kebun apel dari 4,91 menjadi 5,93, selain itu, aplikasi zeolit pada tanah yang mempunyai KTK rendah seperti tanah Oxisol, Ultisol, dan sebagian Inceptisol dapat meningkatkan KTK

tanah, karena zeolit mempunyai kapasitas penyerapan hara tinggi dikarenakan muatan negatif tinggi pada dinding struktur ruang berpori yang dimiliki zeolit maka kemampuan tanah dalam mengikat unsur-unsur tersebut dapat meningkat (Suwardi, 2002).

2.6. Aplikasi Zeolit Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Aplikasi zeolit berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, dengan analisis jaringan tanaman. Daun merupakan bagian tanaman yang digunakan untuk analisis unsur hara karena kadar hara dalam daun diasumsikan sebagai refleksi dari status hara dalam tanah, yaitu kadar hara tanaman berkorelasi secara nyata dengan kadar hara tanah, hasil tanaman dan beberapa faktor kualitas tanaman (Soemarno, 2014).

Pemberian zeolit berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman melalui parameter pengamatan luas daun dan jumlah daun. Berdasarkan hasil penelitian Noertjahyani dan Sondari (2009), aplikasi zeolit dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun, bobot segar tanaman. Sundahri (2004), menambahkan bahwa pemberian 2 sampai 3 ton ha⁻¹ zeolit tanah berpengaruh nyata pada pertumbuhan tomat, seperti berat basah daun, dan luas daun, diameter batang.

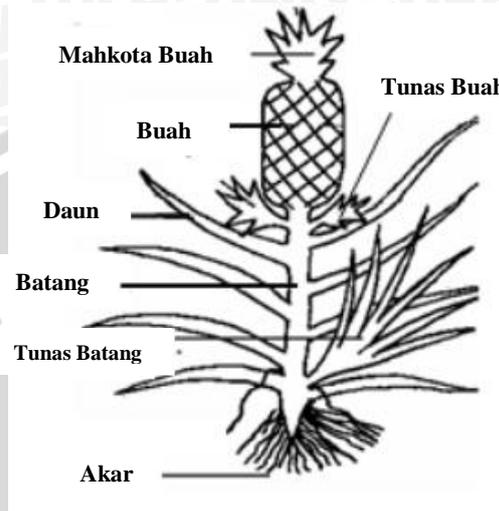
Hasil penelitian Estiaty *et al.* 2005, perlakuan zeolit nyata meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun pada umur 4 MST pada periode pertama, serta pupuk yang tersisa dijerap sementara oleh zeolit dan dilepaskan kembali untuk pertumbuhan tanaman. Hal ini ditunjukkan dengan penambahan zeolit menghasilkan produksi yang lebih tinggi daripada perlakuan tanpa zeolit.

Menurut Bakrie (2008), aplikasi zeolit menunjukkan struktur perakaran *Dendrobium* lebih baik dibandingkan tanpa aplikasi zeolit, unsur hara yang berada di media dan sebagai hasil pelepasan dari zeolit akan diserap oleh akar tanaman kemudian digunakan untuk proses metabolisme yang hasilnya digunakan untuk penambahan tinggi, jumlah daun, panjang daun tiga teratas, dan terakhir digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan sistem perakaran tanaman.

2.7. Tinjauan Tanaman Nanas (*Ananas comosus* L. Merr)

Tanaman nanas merupakan tanaman tropis yang salah satunya cocok dibudidayakan di Indonesia. Perkebunan nanas terbesar di Indonesia yang mengelola dan membudidayakan tanaman ini, berada di Provinsi Lampung yaitu PT. Great Giant Pineapple (GGP). Menurut Bartholomew, Paul, dan Rohrbach

(2003), tanaman nanas merupakan tanaman buah berupa semak yang klasifikasinya termasuk dalam divisi Spermatophyta, kelas Angiospermae, ordo Farinosae, famili Bromeliaceae, genus *Ananas*, species *Ananas comosus* L. Merr. Morfologi tanaman nanas dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Morfologi Tanaman Nanas (Bartholomew, Paul, dan Rohrbach, 2003)

Tanaman nanas memiliki morfologi terdiri dari akar, batang, daun, buah, mahkota, tunas batang, dan tunas tangkai, susunan daun berkumpul dalam roset akar, bagian pangkalnya melebar menjadi pelepah. Daun nanas berbentuk pedang dan lancip pada ujungnya berwarna hijau atau hijau kemerahan, daun lebih tua terletak di bagian dasar tanaman dan daun muda terletak di bagian tengah. Tanaman nanas yang berusia satu sampai dua tahun, umumnya tinggi tanaman antara 50-150 cm, mempunyai tunas yang merayap pada bagian pangkalnya (Dalimartha, 2001).

Daun nanas merupakan daun majemuk, umumnya memiliki panjang daun 80-120 cm dengan lebar 2-6 cm. Bagian batang nanas berisi node dan ruas dan akan berbunga setelah memproduksi 70-80 daun. Sistem perakaran nanas termasuk dalam perakaran yang dangkal dan terbatas. Akar tanaman nanas tumbuh dari buku-buku batang, kemudian masuk kedalam ruang antara batang dan daun (Bartholomew, Paul dan Rohrbach, 2003).

Syarat tumbuh tanaman nanas adalah dapat tumbuh di dataran rendah hingga dataran tinggi 1.200 m di atas permukaan laut dengan curah hujan 1.000-2.500 mm per tahun, beriklim kering (4-6 bulan kering). Kelembaban tanah yang berlebihan pada awal pembungaan dapat menghambat pertumbuhan buah dan

menghasilkan daun yang berlebihan, suhu yang sesuai untuk budidaya tanaman nanas sekitar 29-32 °C, serta jenis tanah yang cocok yaitu mengandung pasir, subur, gembur, dan banyak mengandung bahan organik (Sunarjono, 2004).

Secara umum jenis tanah yang ada di PT. Great Giant Pineapple adalah Ultisol dan Inceptisol dengan kemiringan datar (0-3%), ketebalan lapisan olah 50-70 cm dan solum tanah 100-120 cm serta memiliki batas antar horison tanah yang nyata. Tanah yang datar atau memiliki kemiringan tanah kurang dari 5% lebih disukai tanaman nanas. Nilai pH tanah yang dikehendaki oleh tanaman nanas di Ultisol sesuai pada kisaran nilai antara 4,5-5,0 (Setyorini, 2014).

Tanaman nanas dapat diperbanyak secara vegetatif dan generatif, tetapi umumnya dilakukan secara vegetatif karena biji yang dihasilkan sedikit, sulit tumbuh, dan sering terjadi segregasi. Secara vegetatif tanaman nanas dapat diperbanyak dengan menggunakan mahkota buah (*crown*), tunas buah (*slip*), tunas batang (*sucker*), dan makan (Sunarjono, 2004).

Pertumbuhan vegetatif tanaman nanas tidak terlepas dari ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Keberadaan daun berperan penting dalam proses fotosintesis yang akan menghasilkan senyawa organik untuk pertumbuhan tanaman. Salah satu yang menyebabkan bertambahnya jumlah daun pada tanaman adalah adanya kecukupan suplai hara tanaman tersebut. Unsur hara yang berperan penting mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman nanas yaitu nitrogen dan fosfor.

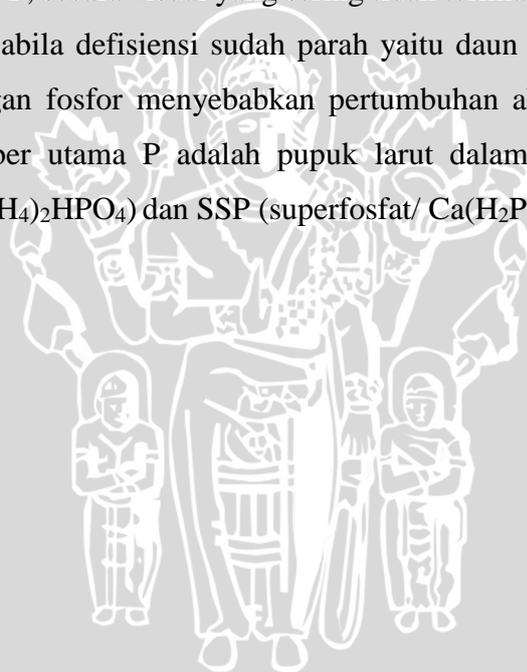
Menurut Nakasone dan Paull (1999), aplikasi pemupukan dalam mencukupi kebutuhan unsur hara tanaman nanas yaitu unsur nitrogen berkisar 225 sampai 350 kg ha⁻¹, unsur fosfor diaplikasikan berkisar 150 sampai 225 kg ha⁻¹, dan unsur kalium diaplikasikan berkisar 225 sampai 450 kg ha⁻¹, dengan dosis tersebut tanaman nanas dapat berproduksi sebanyak 52 ton ha⁻¹. Sehingga kecukupan unsur hara sangat menentukan tingkat produksi tanaman khususnya pada fase vegetatif.

Menurut Bartholomew, Paul, dan Rohrbach (2003), tidak adanya N baik dalam bentuk organik atau mineral, hampir selalu menjadi faktor penentu peningkatan pertumbuhan tanaman nanas, dengan penampilan gejala khas defisiensi N yaitu daun kuning kehijauan berukuran kecil dan sempit, tanaman lemah dengan pertumbuhan lambat. Gejala seperti ini adalah umum di tanah yang miskin bahan organik, tanpa pemupukan dan dalam kondisi panas. Sumber yang

paling umum untuk N untuk tanaman nanas adalah urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) dan amonium sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$).

Unsur hara P merupakan unsur makro yang mendukung pertumbuhan tanaman nanas yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit jika dibandingkan dengan unsur N. Namun, kandungan unsur ini tetap memiliki peran kunci dalam menentukan pertumbuhan tanaman nanas Menurut Rosmarkam dan Yuwono (2002), unsur hara P setelah diserap oleh akar, mula-mula diangkut ke daun muda, kemudian dipindahkan ke daun yang lebih tua, sehingga kekurangan fosfor pada daun-daun muda akan diimbangi oleh transfer fosfor dari daun tua.

Menurut Bartholomew, Paul, dan Rohrbach (2003), kekurangan P pada tanaman nanas dicirikan adanya penurunan pertumbuhan semua bagian tanaman. Gejala defisiensi unsur P, secara visual yang sering tidak terlihat dan tidak spesifik gejala baru muncul apabila defisiensi sudah parah yaitu daun tanaman berwarna hijau gelap. Kekurangan fosfor menyebabkan pertumbuhan akar terhambat dan tanaman kerdil. Sumber utama P adalah pupuk larut dalam air, seperti DAP (diamonium fosfat/ $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$) dan SSP (superfosfat/ $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$).



III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Oktober 2015 sampai Februari 2016, bertempat di rumah kaca Departemen Riset dan kegiatan analisis kimia tanah bertempat di Laboratorium Central PT. Great Giant Pineapple, Lampung Tengah.

3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan kegunaannya dalam setiap kegiatan penelitian. Kegiatan penelitian ini dimulai dengan penentuan lokasi pengambilan sampel tanah, pengambilan tanah, pelaksanaan percobaan, dan analisa laboratorium.

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain cangkul untuk mengambil contoh tanah, timbangan untuk mengukur berat tanah per polybag, mengukur berat awal bibit *crown* sebagai bahan tanam, berat tanaman total pada kegiatan destruktif tanaman dan berat zeolit untuk setiap dosis perlakuan, penggaris untuk mengukur panjang dan lebar daun, ayakan tanah untuk mengayak tanah agar kondisi tanah homogen sebelum dilakukan perlakuan, alat tulis untuk mencatat hasil pengukuran parameter pengamatan, kamera berfungsi untuk dokumentasi kegiatan penelitian, dan alat laboratorium digunakan dalam kegiatan analisis laboratorium sifat kimia tanah.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain contoh tanah sebagai media tanam, zeolit sebagai bahan perlakuan dosis, bibit *crown* sebagai bahan tanam, polybag sebagai wadah media tanam, dan bahan kimia digunakan dalam kegiatan analisis laboratorium.

3.3. Rancangan Penelitian

Pemilihan lokasi pengambilan contoh tanah dilakukan dengan penentuan berdasarkan rekomendasi dari pihak Departemen Riset PT. Great Giant Pineapple mempertimbangkan perbaikan kesuburan tanah yang akan dilakukan dengan penambahan aplikasi pembenah tanah dan jenis tanah yang digunakan sebagai contoh tanah dalam penelitian ini yaitu sebagai perwakilan jenis Ultisol di lahan

perkebunan nanas, kemudian dilakukan proses inkubasi contoh tanah. Rancangan pada penelitian ini digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan rincian 6 perlakuan dosis zeolit dengan 3 kali ulangan yang disajikan pada Tabel 1 dan denah pengacakan percobaan disajikan pada Lampiran 1.

Tabel 1. Rancangan Penelitian

Perlakuan	Ulangan (U)		
	U1	U2	U3
P0	P0U1	P0U3	P0U3
P1	P1U1	P1U3	P1U3
P2	P2U1	P2U3	P2U3
P3	P3U1	P3U3	P3U3
P4	P4U1	P4U3	P4U3
P5	P5U1	P5U3	P5U3

Keterangan : P0: kontrol (tanpa aplikasi zeolit), P1: 1 ton ha⁻¹, P2: 2 ton ha⁻¹, P3: 3 ton ha⁻¹, P4: 4 ton ha⁻¹, P5: 5 ton ha⁻¹, U1: ulangan pertama, U2: ulangan kedua, dan U3: ulangan ketiga.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Pengambilan Contoh Tanah dan Persiapan Media Tanam

Pengambilan tanah sebagai media tanam yang digunakan untuk penelitian ini dilakukan secara komposit pada kedalaman 0-20 cm (lapisan olah). Persiapan media tanam dimulai dengan mengayak tanah lolos ayakan 0,5 mm yang bertujuan untuk menyeragamkan media tanam. Tanah hasil ayakan kemudian ditimbang sebanyak 10 kg, kemudian dimasukkan ke dalam polybag (Lampiran 6a). Jumlah polybag yang digunakan sebanyak 72 polybag yaitu 6 perlakuan dengan 3 kali ulangan, dengan polybag pada masing-masing ulangan diperbanyak 4 buah yang digunakan untuk pengamatan destruktif tanaman.

3.4.2. Penyiapan Bibit Tanaman dan Zeolit

Bahan yang digunakan yaitu bibit tanaman yang berasal dari mahkota (*crown*) nanas dan zeolit disajikan pada Gambar 5. Ukuran bibit yang digunakan termasuk kelas sedang dengan berat 200 gram-250 gram. Selain itu, persiapan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu zeolit. Aplikasi zeolit pada penelitian ini ditempatkan di daerah perakaran, hal ini sesuai dengan Arryanto *et al.* (2010), untuk meningkatkan efisiensi penggunaan zeolit. Analisis zeolit yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 2.



Gambar 5. a. Bibit *Crown GP3* dan b. Zeolit
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2015)

Tabel 2. Analisis Zeolit

No.	Parameter	Satuan	Persyaratan	Nilai
1.	pH Zeolit**	-	4-8**	5,97 [#]
2.	Kadar Air*	%	Maksimal 10*	8,4 [#]
3.	Ukuran Butir*	Mesh	Minimal 90*	99,13 % [#]
4.	KTK **	me/100gram	> 80**	129,81***

Keterangan :

Kriteria berdasarkan *: SNI 13-3494-1994; **: Permentan Nomor:02/Pert/HK.060/2/2006

***: Al-Jabri (2010); dan [#]: Laboratorium Central PT. GGP (2015)

3.4.3. Penanaman dan Pemeliharaan

Penanaman tanaman dilakukan bersamaan dengan aplikasi pupuk dasar dengan dosis yang sama untuk semua perlakuan dan aplikasi zeolit dengan dosis yang berbeda berdasarkan perlakuan yang telah ditentukan. Berdasarkan standar pemupukan PT. Great Giant Pineapple, dosis pupuk dasar yang diberikan yaitu DAP 200 kg ha⁻¹, KCl 100 kg ha⁻¹, dan Kieserite 300 kg ha⁻¹. Pemeliharaan yang dilakukan dengan menjaga agar tanah dalam keadaan kapasitas lapang, untuk mempertahankan keadaan tersebut dilakukan penyiraman setiap hari. Pemeliharaan dengan penyiraman dan pembersihan gulma dilakukan agar menjaga perlakuan tetap stabil.

3.4.4. Pengamatan Penelitian

Pengamatan penelitian terhadap pertumbuhan tanaman dilakukan pada awal penanaman, bulan ke-1, bulan ke-2, bulan ke-3, dan bulan ke-4 setelah penanaman. Pengamatan ini dilakukan selama 4 bulan pada masa vegetatif awal tanaman nanas, sehingga dapat mengetahui pengaruh pemberian zeolit terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman nanas. Parameter pertumbuhan yang diamati yaitu parameter non-destruktif (Lampiran 6b) dan destruktif (Lampiran 6c). Pengamatan non-destruktif tanaman berdasarkan standar kegiatan pengamatan Departemen Riset,

PT. GGP yang diamati yaitu jumlah daun dan luas daun. Sedangkan, pengamatan destruktif pada penelitian ini yaitu panjang akar, jumlah akar dan berat total tanaman. Parameter pengamatan tanaman disajikan pada Tabel 3.

a. Pengamatan Non-Destruktif

1) Luas Daun

Luas daun diukur pada daun D tanaman dengan mengukur panjang daun dan lebar daun.

2) Jumlah Daun

Jumlah daun diukur mulai dari daun D (daun ke 4) sampai dengan daun terakhir yang tumbuh di atas permukaan tanah. Daun D merupakan daun termuda di antara daun dewasa dan yang paling aktif secara fisiologis dan digunakan untuk mengevaluasi pertumbuhan dan status hara tanaman.

b. Pengamatan Destruktif

1) Panjang Akar

Panjang akar diukur dengan menggunakan penggaris pada akar terpanjang.

2) Jumlah Akar

Jumlah akar diketahui dengan menghitung berapa jumlah akar pada tanaman untuk mengetahui respons jumlah akar terhadap perlakuan yang diberikan.

3) Berat Total Tanaman

Pengukuran berat tanaman dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman setelah diberi perlakuan dengan menggunakan timbangan analitik.

Tabel 3. Parameter Pengamatan Tanaman

Pengamatan	Parameter Pengamatan	Waktu Pengamatan (MST)/ (BST)*
Non-Destruktif	- Luas Daun - Jumlah Daun	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, dan 16 MST
Destruktif	- Panjang Akar - Jumlah Akar - Berat Total Tanaman	2 BST dan 4 BST

Keterangan : * MST: Minggu Setelah Tanam dan BST: Bulan Setelah Tanam

3.4.5. Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi analisis tanah dan tanaman. Analisis tanah pada sampel awal sebelum dilakukan aplikasi zeolit dan setelah aplikasi zeolit pada bulan ke-2 dan bulan ke-4 setelah tanam. Sifat

kimia tanah yang dianalisis meliputi pH (H₂O), konsentrasi N, P, KTK, dan Jumlah kation basa (K-dd, Ca-dd, Na-dd, Mg-dd). Metode yang digunakan dalam analisis kimia tanah disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Jenis dan Metode Analisis Laboratorium

Analisis	Jenis Analisis	Metode
Tanah	pH H ₂ O	-
	N	Kjeldahl
	P	Bray-1
	K-dd	Amonium Asetat 1 N (pH=7)
	Ca-dd	Amonium Asetat 1 N (pH=7)
	Na-dd	Amonium Asetat 1 N (pH=7)
	Mg-dd	Amonium Asetat 1 N (pH=7)
	KTK	Amonium Asetat 1 N (pH=7)
	Tekstur	Hydrometer

Sumber : Laboratorium Central, PT. Great Giant Pineapple (2015)

3.5. Analisis Data

Data hasil penelitian yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam uji F dengan taraf nyata 5% menggunakan program *software* Minitab 17.0. Selanjutnya, jika analisis yang diperoleh berbeda nyata maka dilakukan pengujian dengan menggunakan uji BNT pada taraf 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Analisis Contoh Tanah Awal

Hasil analisis sifat kimia tanah contoh tanah awal penelitian sebelum perlakuan memiliki kandungan hara rendah dengan kriteria penilaian disajikan pada Lampiran 2 dan nilai sifat kimia tanah dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah Awal

No	Parameter	Satuan	Nilai
1.	pH	-	4,33
2.	N-total	%	0,15
3.	P-tersedia	ppm	18,8
4.	K	cmol kg ⁻¹	0,18
5.	Ca	cmol kg ⁻¹	0,30
6.	Na	cmol kg ⁻¹	0,36
7.	Mg	cmol kg ⁻¹	0,19
8.	Kejenuhan Basa	%	9,45
9.	KTK	cmol kg ⁻¹	10,90
10.	Tekstur Tanah		
	- Pasir	%	49
	- Debu	%	12
	- Liat	%	39

Tabel 5 menunjukkan tanah Ultisol yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan kriteria penilaian sifat kimia tanah Balai Penelitian Tanah (2009), memiliki tingkat kesuburan yang rendah (Lampiran 2) dengan pH tanah sangat masam, kandungan N-total dan KTK rendah, kandungan basa-basa dapat ditukar (K, Ca, Na, dan Mg) tergolong sangat rendah sampai sedang, namun memiliki kandungan P-tersedia yang tergolong sangat tinggi dan tekstur tanah tergolong lempung liat berpasir terdiri dari fraksi pasir sebesar 49%, kandungan liat 39 %, dan kandungan debu 12 %. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Zulputra, Wawan, dan Nelvia (2014), sifat kimia tanah Ultisol Lampung yang digunakan memiliki pH tanah sangat masam (4,4), kandungan N-total sedang (0,27 %), dan KTK rendah (12,70 cmol kg⁻¹).

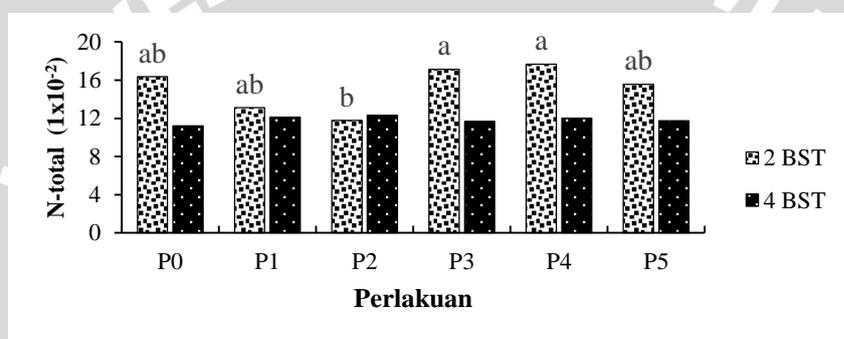
Ultisol memiliki pH masam karena berkembang dari berbagai bahan induk yang bersifat masam, yang mengakibatkan KTK yang sangat rendah (kurang dari 24 cmol kg⁻¹), miskin kandungan hara dan kation-kation dapat tertukar lainnya, seperti Ca, Mg, Na dan K. Nilai KTK tanah yang tergolong rendah selain dipengaruhi oleh reaksi tanah yang masam, juga dapat dipengaruhi oleh tekstur

tanah dengan kadar liat rendah atau dominan pasir. Semakin tinggi jumlah liat yang terdapat dalam tanah, maka KTK tanah tinggi. Sebaliknya, tekstur tanah yang didominasi fraksi pasir atau debu, nilai KTK tanah relatif lebih kecil dibandingkan dengan tanah yang teksturnya halus (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006),

4.2. Aplikasi Zeolit terhadap Kandungan Unsur N dan P Tanah

4.2.1. Nitrogen (N)

Nitrogen merupakan unsur hara esensial bagi tanaman sehingga kekurangan nitrogen menyebabkan tanaman tidak dapat tumbuh dengan normal. Unsur nitrogen merupakan salah satu unsur hara yang sangat *mobile*, sehingga mudah hilang dari tanah melalui pencucian maupun penguapan. Hasil kandungan N-total setelah aplikasi zeolit disajikan pada Gambar 6 dan Lampiran 4a.



Keterangan: P0 : Kontrol (tanpa aplikasi zeolit), P1: Aplikasi zeolit dosis 1 ton ha⁻¹, P2 : Aplikasi zeolit dosis 2 ton ha⁻¹, P3: Aplikasi zeolit dosis 3 ton ha⁻¹, P4 : Aplikasi zeolit dosis 4 ton ha⁻¹, P5: Aplikasi zeolit dosis 5 ton ha⁻¹, BST: Bulan Setelah Tanam

Gambar 6. Kandungan N-total pada perlakuan dosis zeolit

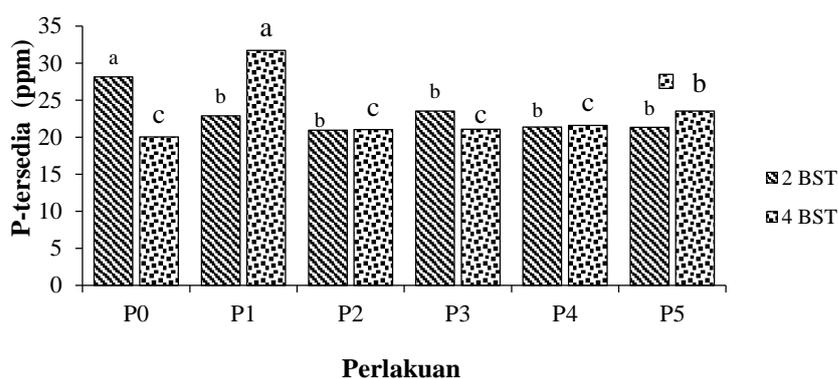
Gambar 6, menunjukkan kandungan N-total tanah pada 2 BST dari semua perlakuan yaitu nilai tertinggi pada perlakuan P4 (4 ton ha⁻¹) yaitu 0,18 % dan nilai terendah pada perlakuan P2 (2 ton ha⁻¹) yaitu 0,13 %. Aplikasi zeolit 2 BST dari masing-masing perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol (Lampiran 4a). Perlakuan aplikasi zeolit dosis P1 (1 ton ha⁻¹) sampai P5 (5 ton ha⁻¹), menunjukkan hasil berbeda nyata pada perlakuan P3 (3 ton ha⁻¹) serta P4 (4 ton ha⁻¹) dibandingkan dengan perlakuan P2 (2 ton ha⁻¹). Perbedaan kandungan N-total tanah antar perlakuan pada 2 BST dari aplikasi zeolit dari masing-masing perlakuan yaitu P4 > P3 > P5 > P1 > P2, sehingga aplikasi dosis P3 sampai P5 memiliki kandungan N-total lebih tinggi dibandingkan aplikasi dosis P1 dan P2. Kandungan N-total pada perlakuan kontrol nilainya lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan P2 (2 ton ha⁻¹), hal ini diduga karena adanya

penambahan N dari aplikasi pupuk dasar dalam tanah pada perlakuan kontrol sehingga jumlah N-total tanah bertambah dan tidak adanya pengikatan oleh zeolit.

Hasil aplikasi zeolit pada 4 BST dengan berbagai dosis menunjukkan tidak berpengaruh nyata dalam meningkatkan kandungan N-total tanah (Lampiran 4a). Secara umum, kandungan N-total tanah dari semua perlakuan mengalami penurunan kecuali perlakuan P2 (2 ton ha⁻¹), jika dibandingkan dengan 2 BST. Hal ini diduga kandungan N-total pada 2 BST akibat pemberian pupuk dasar pada awal tanam telah terjerap zeolit, sehingga kandungan N-total tanah menurun, tetapi kandungan N tersebut terjerap sementara dan dilepaskan saat dibutuhkan tanaman, sehingga N-total tanah bertambah pada 4 BST untuk meningkatkan penyerapan unsur hara oleh akar tanaman. Dosis zeolit yang tinggi menunjukkan nitrogen lebih banyak dijerap oleh mineral zeolit sehingga untuk sementara waktu kadar N tanah menjadi rendah. Menurut Munir (1996), pada kondisi tertentu N menjadi tidak tersedia karena terikat atau terfiksasi, perubahan-perubahan yang terjadi pada dasar menentukan sifat ketersediaannya.

4.2.2. Fosfor (P)

Fosfor merupakan unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman nanas dalam mendukung pertumbuhan vegetatif. Kandungan fosfor dalam tanah menjadi salah satu parameter kimia tanah yang digunakan untuk mengetahui ketersediaan fosfor dalam tanah untuk pertumbuhan tanaman. Hasil analisis P-tersedia dalam tanah setelah aplikasi zeolit disajikan pada Gambar 7.



Keterangan: P0 : Kontrol (tanpa aplikasi zeolit), P1: Aplikasi zeolit dosis 1 ton ha⁻¹, P2 : Aplikasi zeolit dosis 2 ton ha⁻¹, P3: Aplikasi zeolit dosis 3 ton ha⁻¹, P4 : Aplikasi zeolit dosis 4 ton ha⁻¹, P5: Aplikasi zeolit dosis 5 ton ha⁻¹, BST: Bulan Setelah Tanam

Gambar 7. Kandungan P-tersedia pada perlakuan dosis zeolit

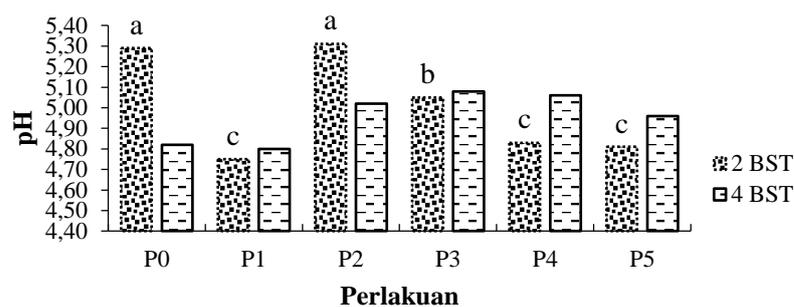
Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 4b), perlakuan berbagai dosis zeolit berpengaruh nyata terhadap kandungan P-tersedia dalam tanah dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P0). Hasil analisis P-tersedia pada 2 BST menunjukkan hasil tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol (P0) yaitu 28,11 ppm dan nilai terendah pada perlakuan P2 (2 ton ha⁻¹) yaitu 20,94 ppm, tetapi perlakuan aplikasi zeolit berbagai dosis 2 BST menunjukkan tidak berbeda nyata dari semua perlakuan aplikasi zeolit. Kandungan P-tersedia pada perlakuan kontrol tinggi diduga karena pada analisis awal kandungan fosfor tanah termasuk tinggi ditambah dengan adanya pengaplikasian pupuk dasar, sedangkan pada perlakuan aplikasi zeolit kandungan fosfor lebih rendah dikarenakan unsur P dijerap sementara oleh zeolit karena adanya rongga pada struktur zeolit yang memungkinkan pertukaran ion serta pengikatan ion-ion.

Hasil analisis kandungan P-tersedia pada 4 BST, menunjukkan perlakuan aplikasi zeolit berpengaruh nyata jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P0) (Lampiran 4b), hal ini ditunjukkan dengan kandungan P-tersedia tertinggi pada P1 (1 ton ha⁻¹) yaitu 31,71 ppm dan kandungan terendah pada perlakuan kontrol (P0) yaitu 20,02 ppm (Gambar 7). Secara umum kandungan P-tersedia dalam tanah, pada perlakuan aplikasi zeolit P1 sampai P5 menunjukkan peningkatan P-tersedia dalam tanah yaitu 0,23 sampai 0,85 ppm, kecuali pada perlakuan kontrol. Hal ini diduga, pada 4 BST unsur hara tanaman nanas mulai dilepaskan oleh zeolit secara perlahan untuk membantu pemanjangan akar tanaman sehingga kandungan P-tersedia dalam tanah meningkat.

Selain itu, dengan peningkatan pH tanah (Gambar 8) maka kandungan P-tersedia di dalam tanah juga meningkat karena adanya zeolit unsur P berikatan dengan ion-ion yang ada pada rongga zeolit seperti Ca sehingga P menjadi tersedia. Pemberian zeolit merangsang pemecahan ikatan-ikatan P dengan Al, Ca, dan Mg. Akibatnya P yang semula tidak tersedia di dalam tanah lambat-laun dapat tersedia bagi tanaman (Estiaty *et al.* 2006).

4.3. Aplikasi Zeolit terhadap pH dan KTK

Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen (H⁺) yang terdapat di dalam tanah. Hasil analisis pH tanah karena pengaruh pemberian zeolit terhadap pH tanah dapat dilihat pada Gambar 8 dan Lampiran 4c.



Keterangan: P0 : Kontrol (tanpa aplikasi zeolit), P1: Aplikasi zeolit dosis 1 ton ha⁻¹, P2 : Aplikasi zeolit dosis 2 ton ha⁻¹, P3: Aplikasi zeolit dosis 3 ton ha⁻¹, P4 : Aplikasi zeolit dosis 4 ton ha⁻¹, P5: Aplikasi zeolit dosis 5 ton ha⁻¹, BST: Bulan Setelah Tanam

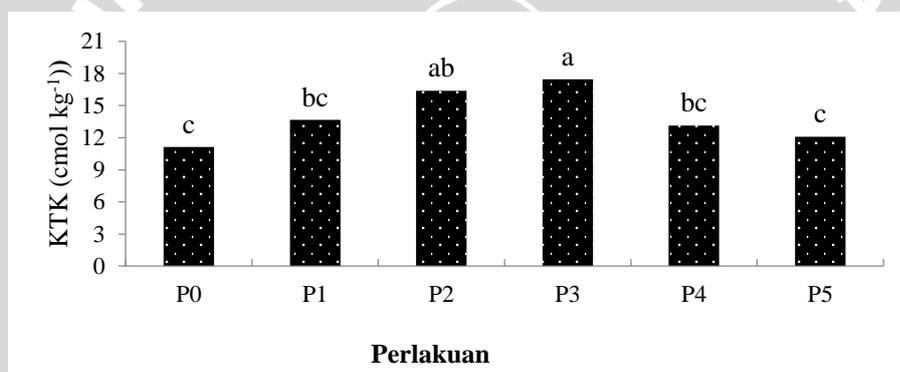
Gambar 8. Nilai pH tanah pada perlakuan dosis zeolit

Gambar 8, menunjukkan perlakuan dosis zeolit berpengaruh terhadap perubahan nilai pH tanah. Secara umum, hasil analisis 2 BST menunjukkan perlakuan aplikasi zeolit berbeda nyata menurunkan nilai pH dibandingkan perlakuan kontrol, kecuali pada perlakuan P1 (1 ton ha⁻¹) (Lampiran 4c). Nilai pH tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol (5,29) dan nilai terendah pada perlakuan P1 (1 ton ha⁻¹) yaitu 4,81. Perlakuan kontrol memiliki nilai pH tertinggi diduga karena adanya penambahan pupuk dasar pada awal tanam yaitu pupuk kieserite mengandung unsur magnesium (Mg) yang dapat menaikkan pH tanah, serta peran Mg sebagai pembawa unsur fosfor sehingga berpengaruh pada kandungan fosfor 2 BST dapat dilihat pada Gambar 7.

Hasil analisis ragam (Lampiran 4a) pada 4 BST, menunjukkan perlakuan aplikasi zeolit tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Secara umum, berdasarkan Gambar 8 data analisis dari semua perlakuan menunjukkan peningkatan nilai pH, kecuali perlakuan kontrol (P0). Hal ini diduga pada perlakuan kontrol tanpa aplikasi zeolit ini terjadi penurunan pH tanah yang disebabkan adanya penambahan ion H⁺ dari aplikasi pupuk dasar yang mengandung unsur N, yang mengalami nitrifikasi yaitu perubahan amonium menjadi nitrit yang melepaskan H⁺, sehingga menurunkan pH tanah, jika dibandingkan dengan perlakuan aplikasi zeolit nilai pH tanah meningkat diduga disebabkan karena pupuk dasar yang diberikan dijerap sementara oleh zeolit sehingga menunda proses fiksasi, selain itu zeolit yang diaplikasikan memiliki pH tinggi mendekati pH netral yaitu 5,97 dan adanya pertukaran ion-ion antara mineral zeolit dengan tanah sehingga kandungan basa-basa di dalam tanah akan meningkat dan menyebabkan pH tanah naik.

Hasil nilai pH tanah setelah perlakuan selama 4 BST menunjukkan nilai pH tanah yang masih sesuai untuk media tanam tanaman nanas. Menurut Setyorini (2014), kriteria media tanam yang baik untuk tanaman nanas, memiliki pH tanah yang sesuai pada kisaran nilai antara 4,5-5,0. Berdasarkan Milosevic, T dan Milosevic N (2009), zeolit sebagai pembenah tanah dapat meningkatkan pH tanah pada kebun apel dari 4,91 menjadi 5,93. Hal ini didukung Peter (2015), menyatakan bahwa aplikasi zeolit dapat meningkatkan pH tanah asam dengan 0,4-0,6, sehingga mengurangi kebutuhan untuk aplikasi kapur.

Aplikasi zeolit juga berpengaruh pada kapasitas tukar kation (KTK) tanah. Kapasitas tukar kation yaitu jumlah total kation di dalam tanah yang dapat dipertukarkan yang dapat digunakan untuk menilai kesuburan tanah (Sudaryono, 2009). Hasil analisis nilai KTK tanah disajikan pada Gambar 9.



Keterangan: P0 : Kontrol (tanpa aplikasi zeolit), P1: Aplikasi zeolit dosis 1 ton ha⁻¹, P2 : Aplikasi zeolit dosis 2 ton ha⁻¹, P3: Aplikasi zeolit dosis 3 ton ha⁻¹, P4 : Aplikasi zeolit dosis 4 ton ha⁻¹, P5: Aplikasi zeolit dosis 5 ton ha⁻¹, BST: Bulan Setelah Tanam

Gambar 9. Nilai KTK pada perlakuan dosis zeolit

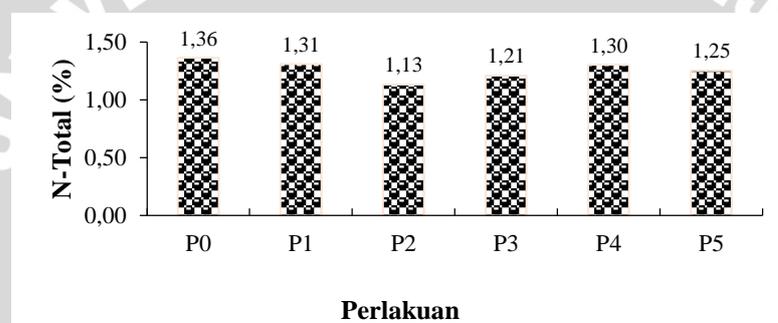
Berdasarkan hasil analisis ragam pada 4 BST menunjukkan perlakuan aplikasi zeolit berbagai dosis berpengaruh nyata dalam meningkatkan nilai KTK tanah (Lampiran 4.d). Gambar 9, menunjukkan perlakuan aplikasi zeolit berbeda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Perlakuan yang memiliki nilai KTK paling tinggi yaitu P3 (3 ton ha⁻¹) dengan nilai 17,46 cmolkg⁻¹ dan terendah pada perlakuan kontrol (P0) yaitu 11,13 cmolkg⁻¹. Hal ini menunjukkan penambahan zeolit mampu meningkatkan KTK tanah setelah 4 BST, peningkatan tersebut diduga karena zeolit memiliki KTK tinggi yang dapat meningkatkan daya ikat tanah terhadap unsur hara. Tingginya KTK zeolit dikarenakan muatan negatif tinggi pada dinding struktur ruang berpori yang dimiliki zeolit (Suwardi, 2007).

Sedangkan hasil penelitian Gaol, Hanum, dan Sitanggang (2014), menunjukkan perlakuan zeolit pada inkubasi selama 30 hari berpengaruh nyata terhadap peningkatan KTK tanah dengan nilai KTK tertinggi pada perlakuan dosis 2,5 ton ha⁻¹ (Z2) yaitu 32,98 cmol kg⁻¹, namun tidak berpengaruh nyata dalam meningkatkan pH tanah.

4.4. Aplikasi Zeolit Terhadap Kandungan Unsur Hara NP Tanaman

4.4.1. Kandungan N- daun

Senyawa N digunakan tanaman untuk membentuk klorofil dan berperan dalam memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman. Tanaman yang tumbuh pada tanah yang cukup N berwarna lebih hijau. Hasil analisis kandungan N- daun dapat dilihat pada Gambar 10.



Keterangan: P0 : Kontrol (tanpa aplikasi zeolit), P1: Aplikasi zeolit dosis 1 ton ha⁻¹, P2 : Aplikasi zeolit dosis 2 ton ha⁻¹, P3: Aplikasi zeolit dosis 3 ton ha⁻¹, P4 : Aplikasi zeolit dosis 4 ton ha⁻¹, P5: Aplikasi zeolit dosis 5 ton ha⁻¹, BST: Bulan Setelah Tanam

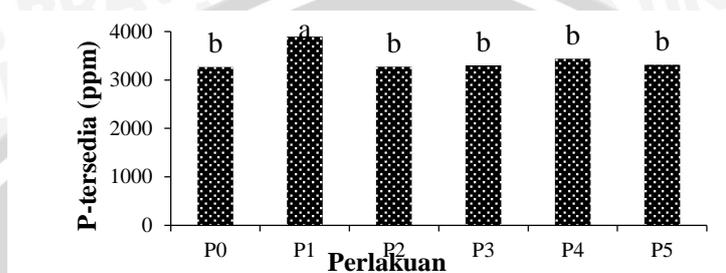
Gambar 10. Kandungan N- daun pada perlakuan dosis zeolit

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 4e) pemberian zeolit dalam berbagai dosis tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan N- daun tanaman. Hasil analisis kandungan N- daun tanaman nanas menunjukkan nilai tertinggi pada perlakuan kontrol (P0) yaitu 1,36 % dan nilai terendah P2 (2 ton ha⁻¹) yaitu 1,13 %. Hasil analisis kandungan N- daun pada perlakuan kontrol memiliki nilai tertinggi, hal ini diduga karena pada 4 BST pertumbuhan tanaman semakin meningkat, maka kebutuhan akan unsur nitrogen semakin meningkat akibatnya kandungan nitrogen dalam tanah telah dimanfaatkan tanaman untuk mengoptimalkan kebutuhan hara daun, sehingga kandungan hara dalam tanah menjadi rendah (Gambar 6). Hal ini sesuai dengan Bako *et al.* (2010), hasil analisis aplikasi zeolit terhadap kandungan N-total jaringan tanaman berbanding terbalik dengan kandungan N-total tanah yaitu

nilai kandungan N-total tanah lebih rendah yaitu 0,08% dibandingkan dengan kandungan N-total jaringan tanaman 2,11%.

4.4.2. Kandungan P-daun

Kandungan P-daun merupakan parameter yang diamati untuk mengetahui konsentrasi P tanaman setelah aplikasi zeolit berbagai dosis. Hasil analisis kandungan P-daun disajikan pada Gambar 11 dan Lampiran 4e.



Keterangan: P0 : Kontrol (tanpa aplikasi zeolit), P1 : Aplikasi zeolit dosis 1 ton ha⁻¹, P2 : Aplikasi zeolit dosis 2 ton ha⁻¹, P3 : Aplikasi zeolit dosis 3 ton ha⁻¹, P4 : Aplikasi zeolit dosis 4 ton ha⁻¹, P5: Aplikasi zeolit dosis 5 ton ha⁻¹, BST: Bulan Setelah Tanam

Gambar 11. Kandungan P-daun pada perlakuan dosis zeolit

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 4e), perlakuan aplikasi zeolit memberikan pengaruh nyata dalam meningkatkan P-daun, jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P0). Hasil tertinggi pada perlakuan P1 (1 ton ha⁻¹) yaitu 3894 ppm dan terendah pada perlakuan kontrol (P0) yaitu 3267 ppm. Hasil analisis ragam (Lampiran 4e), menunjukkan kandungan P-daun perlakuan aplikasi zeolit P1 berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan P2 sampai P5.

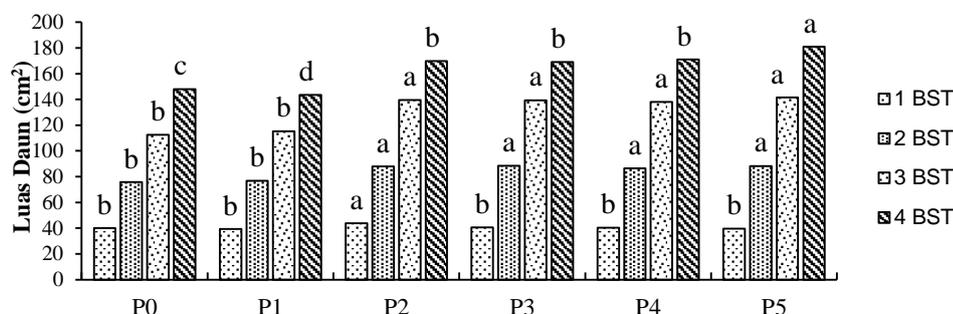
Menurut Suhariyono dan Menry (2005), kandungan P tanaman pada umumnya berkisar antara 0,2% sampai 0,4% atau 2000 ppm sampai 4000 ppm. Hal ini menunjukkan kandungan P-daun tanaman yang dianalisis sesuai. Hal ini diduga peningkatan kandungan P-daun akibat penambahan pupuk P, dan dipengaruhi ketersediaan unsur tersebut di dalam tanah. Penyerapan hara tanaman tergantung pada tingkat ketersediaan hara tersebut di dalam tanah, apabila jumlah unsur tersebut banyak maka pengambilan unsur tersebut meningkat dan sebaliknya (Estianty *et al.* 2006).

4.5. Aplikasi Zeolit Terhadap Pertumbuhan Tanaman

4.5.1. Luas Daun (cm²)

Luas daun merupakan salah satu indikator pertumbuhan tanaman yang penting karena menunjukkan proses fotosintesis per satuan tanaman. Pengamatan luas daun dilakukan pada masa vegetatif awal untuk mengetahui perbandingan

pertumbuhan antar tanaman pada masing-masing perlakuan. Hasil analisis ragam menunjukkan aplikasi zeolit berpengaruh nyata terhadap penambahan luas daun (Lampiran 4f). Hasil pengamatan luas daun tanaman nanas disajikan pada Gambar 12.



Keterangan: P0 : Kontrol (tanpa aplikasi zeolit), P1: Aplikasi zeolit dosis 1 ton ha⁻¹, P2 : Aplikasi zeolit dosis 2 ton ha⁻¹, P3: Aplikasi zeolit dosis 3 ton ha⁻¹, P4 : Aplikasi zeolit dosis 4 ton ha⁻¹, P5: Aplikasi zeolit dosis 5 ton ha⁻¹, BST: Bulan Setelah Tanam

Gambar 12. Luas Daun Tanaman Nanas pada perlakuan dosis zeolit

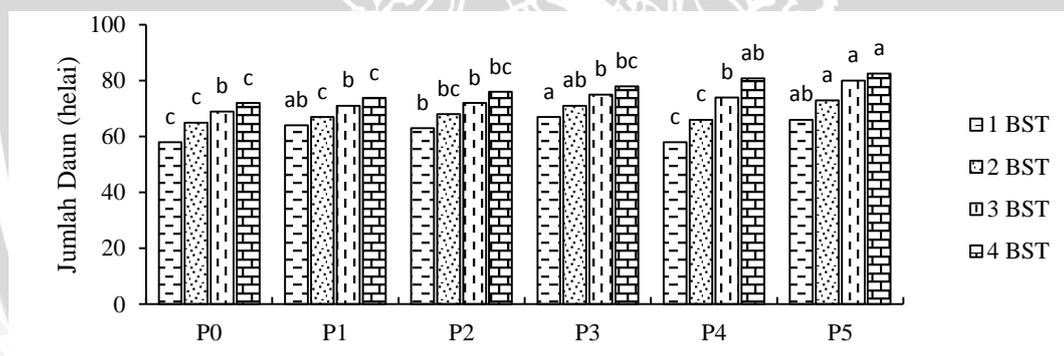
Gambar 12, menunjukkan aplikasi zeolit memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap luas daun nanas dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P0). Hasil luas daun 1 BST menunjukkan perlakuan P2 (2 ton ha⁻¹) berpengaruh nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal ini ditunjukkan dengan luas daun tertinggi pada perlakuan P2 (43,8 cm²). Luas daun pada perlakuan P2, P3, P4, dan P5 nyata lebih luas dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan P1 pada umur pengamatan 2 dan 3 BST, hal ini ditunjukkan dengan jumlah daun terendah pada perlakuan kontrol (P0) (Lampiran 4f). Hasil pengamatan luas daun umur 4 BST menunjukkan aplikasi zeolit berpengaruh nyata meningkatkan luas daun dibandingkan perlakuan kontrol, peningkatan luas daun tertinggi pada perlakuan P5 (5 ton ha⁻¹) yaitu 181,0 cm².

Secara umum, hasil luas daun meningkat dengan peningkatan dosis zeolit 1 ton ha⁻¹ sampai 5 ton ha⁻¹, hal ini menunjukkan perlakuan zeolit nyata lebih luas dibandingkan tanaman kontrol/ tanpa aplikasi zeolit (P0). Peningkatan luas daun diduga karena zeolit memiliki karakteristik yang dapat mempertukarkan kation pada struktur rongga zeolit, sehingga unsur hara yang diberikan pada tanaman dapat dijerap dan akan dilepaskan kembali saat dibutuhkan tanaman dalam multiplikasi sel. Namun, hasil pengamatan luas daun 1 sampai 4 BST, menunjukkan aplikasi zeolit perlakuan P2 sampai P5 tidak berbeda nyata. Hal ini dapat disebabkan karena

peningkatan luas daun tanaman nanas dapat dipengaruhi oleh faktor fisiologis tanaman dalam penyerapan unsur hara, dapat dibuktikan dengan kandungan N-daun tanaman tidak berbeda nyata (Lampiran 4e), karena salah satu fungsi unsur nitrogen untuk perkembangan jaringan meristem pada bagian vegetatif tanaman yaitu daun (Hanafiah, 2007), selain itu dapat disebabkan pertumbuhan awal tanaman nanas masih lambat sehingga pembentukan daun lebih lambat dibandingkan dengan penuaan daun yang dapat berpengaruh terhadap luas daun tanaman nanas. Hal tersebut menurut Bartholomew, Paul dan Rohrbach (2003), terdapat banyak faktor yang mempengaruhi luas daun pada tanaman terutama fase vegetatif tanaman nanas sehingga pertumbuhan daun tanaman terpengaruh.

4.5.2. Jumlah Daun

Jumlah daun merupakan parameter yang diamati untuk mengetahui pertumbuhan tanaman akibat perlakuan aplikasi zeolit dengan berbagai dosis. Pertumbuhan jumlah daun tanaman mengalami peningkatan tetapi tidak signifikan. Hasil pengamatan jumlah daun selama 4 BST disajikan pada Gambar 13.



Keterangan: P0 : Kontrol (tanpa aplikasi zeolit), P1 : Aplikasi zeolit dosis 1 ton ha⁻¹, P2 : Aplikasi zeolit dosis 2 ton ha⁻¹, P3 : Aplikasi zeolit dosis 3 ton ha⁻¹, P4 : Aplikasi zeolit dosis 4 ton ha⁻¹, P5 : Aplikasi zeolit dosis 5 ton ha⁻¹, BST: Bulan Setelah Tanam

Gambar 13. Jumlah Daun Tanaman Nanas pada perlakuan dosis zeolit

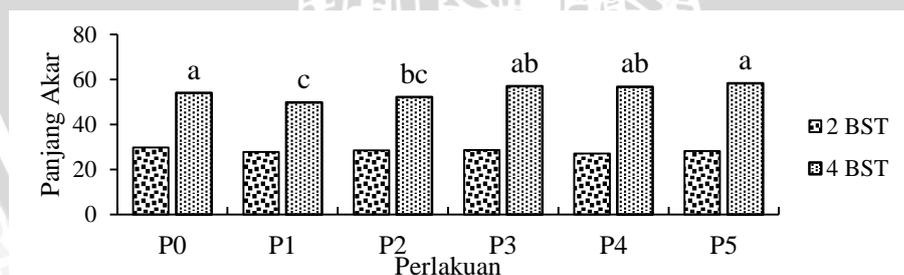
Gambar 13, menunjukkan aplikasi zeolit berbagai dosis berpengaruh nyata meningkatkan jumlah daun tanaman nanas dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P0) selama 4 BST. Hasil pengamatan 1 BST menunjukkan jumlah daun dengan aplikasi zeolit berbeda nyata pada perlakuan P3 dibandingkan dengan perlakuan kontrol (Lampiran 4g), dengan jumlah daun tertinggi pada perlakuan P3 (3 ton ha⁻¹) yaitu 67 helai, sedangkan hasil terendah pada perlakuan kontrol (P0) yaitu 58 helai. Pengamatan jumlah daun 2 sampai 4 BST menunjukkan perlakuan P5 berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P0), sehingga penambahan

jumlah daun dengan aplikasi zeolit lebih banyak dibandingkan perlakuan kontrol (Lampiran 4b). Hal ini dibuktikan dengan jumlah daun perlakuan P5 (5 ton ha⁻¹) lebih banyak dibandingkan perlakuan dosis zeolit P1 sampai P4 dan perlakuan kontrol. Aplikasi zeolit dapat meningkatkan jumlah daun diduga dengan penambahan zeolit pada media tanam sebagai pengikat sementara unsur hara, sehingga dapat meningkatkan kandungan hara tanah yang akan untuk pertumbuhan daun tanaman. Menurut Noertjahyani dan Sondari (2009), aplikasi zeolit dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun, bobot segar tanaman selada.

Secara umum, hasil pengamatan selama 1 BST sampai 4 BST rata-rata peningkatan jumlah daun setiap bulannya yaitu 2 sampai 6 helai dibandingkan dengan jumlah awal daun. Hal ini sesuai dengan penelitian Rahayu *et al.* (2010), jumlah daun tanaman nanas meningkat setiap bulannya berkisar 2 sampai 5 helai. Peningkatan jumlah daun nanas termasuk dalam pertumbuhan yang lebih lambat jika dibandingkan dengan penambahan jumlah daun tanaman semusim.

4.5.3. Panjang Akar

Panjang akar merupakan salah satu pengamatan parameter pertumbuhan tanaman dengan mengukur panjang akar terpanjang pada setiap tanaman. Hasil pengukuran panjang akar dari setiap perlakuan disajikan pada Gambar 14 dan Lampiran 4.h.



Keterangan: P0 : Kontrol (tanpa aplikasi zeolit), P1: Aplikasi zeolit dosis 1 ton ha⁻¹, P2 : Aplikasi zeolit dosis 2 ton ha⁻¹, P3: Aplikasi zeolit dosis 3 ton ha⁻¹, P4 : Aplikasi zeolit dosis 4 ton ha⁻¹, P5: Aplikasi zeolit dosis 5 ton ha⁻¹, BST: Bulan Setelah Tanam

Gambar 14. Hasil Panjang Akar pada perlakuan dosis zeolit

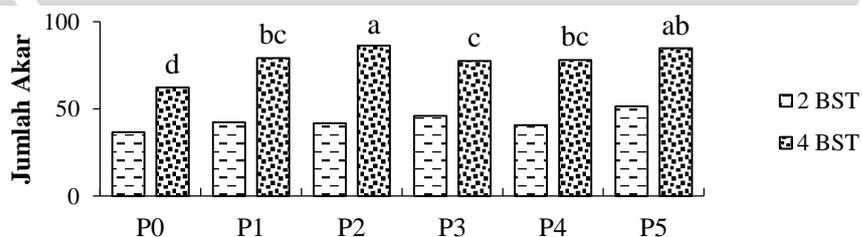
Gambar 14, menunjukkan hasil pengamatan pada 2 BST dari semua perlakuan aplikasi zeolit tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan panjang akar tanaman nanas. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kandungan hara dalam tanah. Menurut Yulianti (2016), aplikasi zeolit secara tunggal pada 10 MST menunjukkan

tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan panjang akar tanaman kedelai edamame. Kenampakan perakaran tanaman nanas 2 BST dapat dilihat pada Lampiran 5a.

Hasil pengamatan panjang akar pada 4 BST, menunjukkan perlakuan aplikasi zeolit berpengaruh nyata dalam meningkatkan panjang akar tanaman dibandingkan dengan perlakuan kontrol yang disajikan pada Lampiran 4h. Kenampakan perakaran pada pengamatan 4 BST disajikan pada Lampiran 5b. Pengaruh perlakuan aplikasi zeolit dengan dosis yang berbeda terhadap panjang akar, menunjukkan perlakuan P5 (5 ton ha⁻¹) memiliki nilai tertinggi yaitu 58,25 cm dan nilai terendah pada perlakuan P1 (1 ton ha⁻¹) yaitu 49,82 cm. Hal ini diduga penambahan panjang akar disebabkan media tanam sesuai untuk perkembangan akar akibat aplikasi zeolit yang memiliki sifat porous dan dapat menjaga kelembaban media tanam sehingga media menjadi sangat sesuai bagi pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman. Menurut Bakrie (2008), aplikasi zeolit mempengaruhi struktur perakaran *Dendrobium* lebih baik dibandingkan tanpa aplikasi zeolit, unsur hara yang berada di media sebagai hasil pelepasan dari zeolit akan diserap oleh akar tanaman kemudian digunakan untuk proses metabolisme yang hasilnya digunakan untuk penambahan tinggi, jumlah daun, panjang daun dan untuk pertumbuhan dan perkembangan sistem perakaran tanaman.

4.5.4. Jumlah Akar

Jumlah akar merupakan parameter pertumbuhan tanaman yang diamati untuk mengetahui respons perakaran tanaman terhadap perlakuan aplikasi zeolit. Aplikasi zeolit berbagai dosis tidak berpengaruh nyata dalam meningkatkan jumlah akar pada 2 BST, namun perbedaan jumlah akar antar perlakuan ditemukan pada 4 BST. Hasil pengamatan jumlah akar disajikan pada Gambar 15 dan Lampiran 4i.



Keterangan: P0 : Kontrol (tanpa aplikasi zeolit), P1 : Aplikasi zeolit dosis 1 ton ha⁻¹, P2 : Aplikasi zeolit dosis 2 ton ha⁻¹, P3 : Aplikasi zeolit dosis 3 ton ha⁻¹, P4 : Aplikasi zeolit dosis 4 ton ha⁻¹, P5 : Aplikasi zeolit dosis 5 ton ha⁻¹, BST: Bulan Setelah Tanam

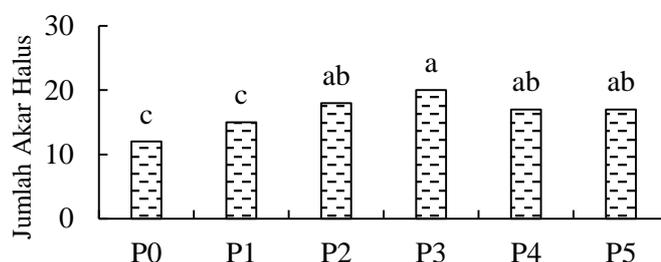
Gambar 15. Hasil Jumlah akar pada perlakuan dosis zeolit

Gambar 15, menunjukkan aplikasi zeolit berbagai dosis (P1 sampai P5) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah akar pada tanaman nanas dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P0), namun jumlah akar meningkat lebih banyak pada perlakuan aplikasi zeolit dibandingkan dengan kontrol.

Hasil analisis ragam (Lampiran 4i) pada 4 BST, menunjukkan perlakuan P2 (2 ton ha⁻¹) berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P0). Hal ini ditunjukkan dengan jumlah akar tertinggi terdapat pada perlakuan P2 (2 ton ha⁻¹) sebanyak 86 dan terendah pada perlakuan kontrol (P0) sebanyak 62. Aplikasi zeolit dengan dosis yang berbeda P1 sampai P5, menunjukkan perlakuan P1, P3, P4, dan P5 berbeda nyata dengan perlakuan P2, dengan hasil jumlah akar yaitu P5>P1>P3>P4. Hal ini diduga karena peningkatan jumlah akar akan meningkatkan jumlah unsur hara yang diserap akar serta dipengaruhi oleh ketersediaan hara dalam tanah yang berperan mendukung perkembangan perakaran yaitu ketersediaan unsur P. Menurut Soemarno (2014), unsur fosfor berperan sebagai pembawa energi dan mendorong pertumbuhan akar. Peningkatan jumlah akar pada aplikasi zeolit berkorelasi positif terhadap kandungan P- tersedia dalam tanah (Lampiran 4k) dengan nilai 0,22 (rendah). Hal ini diduga, peningkatan jumlah akar 4 BST pada perlakuan P2 (2 ton ha⁻¹) memanfaatkan kandungan P-tersedia dalam tanah lebih banyak untuk perkembangan akar, sehingga kandungan P-tersedia pada daun taman konsentrasinya rendah.

Pemberian perlakuan zeolit dapat merangsang pertumbuhan dan percabangan akar lateral (sekunder, tersier, dan kuarterner). Perakaran nanas memiliki perakaran primer dan lateral, selain akar primer yang berperan dalam penyerapan hara juga terdapat akar lateral (rambut akar). Berdasarkan pengamatan jumlah akar halus diamati secara destruktif pada 4 BST. Hasil akar halus setelah perlakuan disajikan pada Gambar 16. Hasil jumlah akar halus nilai tertinggi pada perlakuan P3 (3 ton ha⁻¹) sebanyak 20 dan nilai terendah pada perlakuan kontrol (P0) sebanyak 12, hal ini menunjukkan aplikasi zeolit dapat meningkatkan perkembangan akar tanaman, dengan semakin banyak jumlah akar halus maka kemampuan akar tanaman dalam mengikat air dan hara semakin tinggi, sehingga dapat meningkatkan proses metabolisme tanaman untuk mendukung pertumbuhannya. Perata *et al.* (1993),

bahwa peningkatan jumlah akar yang dihasilkan oleh tanaman nanas bertujuan untuk mengoptimalkan penyerapan hara yang dibutuhkan oleh tanaman.

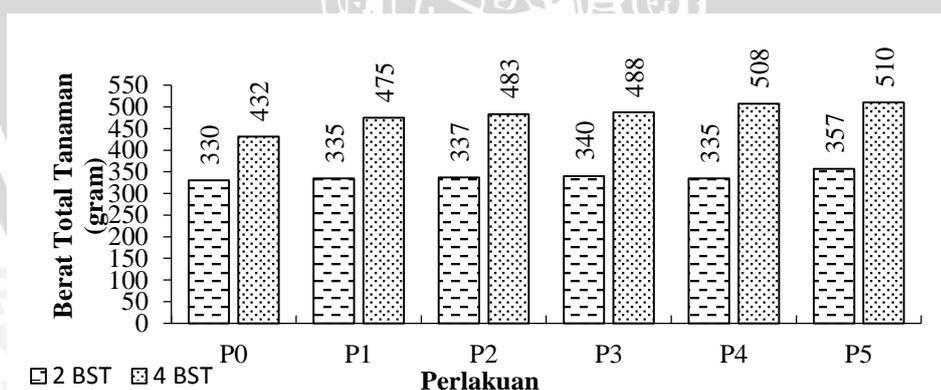


Keterangan: P0 : Kontrol (tanpa aplikasi zeolit), P1: Aplikasi zeolit dosis 1 ton ha⁻¹, P2 : Aplikasi zeolit dosis 2 ton ha⁻¹, P3: Aplikasi zeolit dosis 3 ton ha⁻¹, P4 : Aplikasi zeolit dosis 4 ton ha⁻¹, P5: Aplikasi zeolit dosis 5 ton ha⁻¹, BST: Bulan Setelah Tanam

Gambar 16. Jumlah akar halus pada perlakuan dosis zeolit

4.5.4. Berat Total Tanaman

Berat total tanaman merupakan salah satu indikator pertumbuhan tanaman yang memperlihatkan besarnya pemanfaatan energi cahaya matahari untuk proses metabolisme tubuh tanaman. Pengukuran berat total tanaman dilakukan secara destruktif yaitu dengan membongkar tanaman dari media tanam yang dilakukan pada 2 BST dan 4 BST, dengan menimbang berat total tanaman tanpa akar. Hasil analisis ragam pengaruh pemberian zeolit berbagai dosis tidak berpengaruh nyata terhadap berat total tanaman nanas disajikan pada Lampiran 4j. Hasil pengukuran berat total tanaman selama 4 BST disajikan pada Gambar 17.



Keterangan: P0 : Kontrol (tanpa aplikasi zeolit), P1: Aplikasi zeolit dosis 1 ton ha⁻¹, P2 : Aplikasi zeolit dosis 2 ton ha⁻¹, P3: Aplikasi zeolit dosis 3 ton ha⁻¹, P4 : Aplikasi zeolit dosis 4 ton ha⁻¹, P5: Aplikasi zeolit dosis 5 ton ha⁻¹, BST: Bulan Setelah Tanam

Gambar 17. Berat total tanaman pada perlakuan dosis zeolit

Gambar 17, menunjukkan perlakuan aplikasi zeolit mampu meningkatkan berat total tanaman pada 2 BST dan 4 BST. Hasil pengukuran berat total tanaman setelah 2 BST dan 4 BST menunjukkan berat terendah pada perlakuan kontrol (P0)

yaitu 330 g tanaman⁻¹ dan 432 g tanaman⁻¹, sedangkan berat total tanaman tertinggi perlakuan P5 (5 ton ha⁻¹) pada 2 BST dan 4 BST yaitu 357 g tanaman⁻¹ dan 510 g tanaman⁻¹, tetapi hasil analisis ragam (Lampiran 4b) menunjukkan dari perlakuan aplikasi zeolit selama 4 BST tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (P0).

Secara umum, hasil pengukuran berat tanaman mengalami peningkatan dibandingkan dengan berat total tanaman pada awal tanam dengan berat total tanaman antara 200 g tanaman⁻¹ sampai 250 g tanaman⁻¹, meningkat pada 2 BST dari masing-masing perlakuan baik P0 sampai P5 antara 330 g tanaman⁻¹ sampai 340 g tanaman⁻¹ dan hasil berat total tanaman pada 4 BST juga meningkat pada masing-masing perlakuan antara 432 g tanaman⁻¹ sampai 510 g tanaman⁻¹.

Berat total tanaman meningkat diduga karena dipengaruhi banyaknya daun dan luas daun selama pengamatan juga mengalami peningkatan, hal ini ditunjukkan dengan nilai korelasi berat total terhadap luas daun ($r=0,42$) dan jumlah daun ($r=0,57$) (Lampiran 4k), nilai koefisien korelasi tersebut termasuk kriteria sedang (Sugiyono, 2007). Menurut Rahayu *et al.* (2010), berat total pada tanaman nanas juga dipengaruhi dari habitus varietas *cayenne* pada tumpangsari ubi jalar yang memiliki jumlah daun lebih banyak. Selain itu, peningkatan berat total tanaman dengan perlakuan aplikasi zeolit diduga disebabkan struktur zeolit yang berongga dapat mempengaruhi kemampuan tanah dalam mengikat air, sehingga ketersediaan air dalam tanah sesuai untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Menurut Bozorgi *et al.* (2012), struktur zeolit yang dibangun oleh tetrahedral-tetrahedral yaitu SiO₄ dan AlO₄ yang tersusun oleh 4 anion oksigen yang menyebar mengelilingi ion silika dan ion aluminium yang berpori dan sifatnya spesifik, sehingga dapat menyerap bahan lain yang ukuran molekulnya lebih kecil dari ukuran porinya, kemampuan menukar ion tanpa merubah strukturnya, sehingga kemampuan menahan dan mengikat air dalam tanah semakin tinggi dan dapat meningkatkan berat total tanaman.

4.6. Pembahasan Umum

Hasil penelitian menunjukkan pemberian zeolit memberikan hasil yang berbeda-beda dari masing-masing parameter pengamatan yaitu pengamatan sifat kimia tanah dan pertumbuhan vegetatif tanaman. Sifat kimia tanah digunakan untuk mengetahui pengaruh kandungan hara tanah terhadap aplikasi zeolit dengan dosis

yang berbeda berdasarkan parameter yang diamati yaitu pH, N-total, P-tersedia, dan KTK, sedangkan untuk parameter pertumbuhan tanaman menunjukkan pengaruh terhadap luas daun, jumlah daun, panjang akar, jumlah akar, dan berat total tanaman.

Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan aplikasi zeolit berbagai dosis tidak berbeda nyata meningkatkan kandungan N-total tanah, namun kandungan N-total tanah dipengaruhi pemberian pupuk dasar pada awal tanam telah terjerap zeolit, sehingga kandungan N-total tanah menurun, tetapi kandungan N tersebut terjerap sementara dan dilepaskan saat dibutuhkan tanaman sehingga N-total tanah bertambah pada 4 BST untuk meningkatkan penyerapan unsur hara oleh akar tanaman. Dosis zeolit yang tinggi menunjukkan nitrogen lebih banyak dijerap oleh mineral zeolit sehingga untuk sementara waktu kadar N tanah menjadi rendah. Amonium yang teradsorpsi tersebut akan dilepaskan secara lambat melalui pertukaran kation sesuai dengan pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan hasil uji korelasi (Lampiran 4k), parameter pengamatan kimia tanah menunjukkan adanya hubungan antara pH terhadap N-total ($r=0,38$), P-tersedia ($r=0,27$), dan KTK tanah ($r=0,34$). Berdasarkan data korelasi menunjukkan bahwa peningkatan pH tanah berbanding lurus dengan peningkatan N-total, P-tersedia, dan KTK tanah dengan nilai korelasi tergolong rendah. Menurut Sugiyono (2007), nilai interpretasi koefisien korelasi tergolong rendah yaitu antara 0,20 sampai 0,399. Menurut Wilson *et al.* 2015 bahwa N-total memiliki hubungan dua arah terhadap P-tersedia dan KTK tanah. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi nilai KTK maka koloid tanah akan semakin aktif. Koloid aktif dapat menjerap NH_4^+ , dan dengan semakin banyak NH_4^+ yang terjerap maka akan menghasilkan ammonium yang banyak sehingga terjadi nitrifikasi dalam tanah menyebabkan P tersedia di dalam tanah.

Hasil uji korelasi pemberian zeolit terhadap pertumbuhan tanaman (Lampiran 4.k) yaitu berkorelasi positif dengan peningkatan jumlah daun, kriteria korelasi antara kedua variabel tersebut adalah kuat ($r=0,69$), Menurut Sugiyono (2007), nilai intrpretasi koefisien korelasi dengan nilai sedang yaitu antara 0,60 sampai 0,799. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman dapat optimal dengan peningkatan luas daun yang berpengaruh pada proses fotosintesis tanaman.

Peningkatan jumlah daun berbanding lurus dengan semakin tinggi nilai luas daun. Pada daun terdapat komponen-komponen yang menentukan arah pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Berdasarkan Kavooosi (2007), aplikasi zeolit dapat menyebabkan multiplikasi sel, yang dapat meningkat luas daun. Selain itu, faktor yang berpengaruh terhadap luas daun pada suatu tanaman adalah nitrogen, fosfor dan kalium (Lakitan, 2000). Salah satu fungsi fosfor adalah untuk perkembangan jaringan meristem. memperpanjang jaringan sehingga daun tanaman akan semakin panjang dan lebar, serta akan mempengaruhi luas daun tersebut.

Berdasarkan hasil uji korelasi tersebut menunjukkan peningkatan luas daun berkorelasi positif dengan kriteria sedang hingga kuat terhadap perakaran tanaman, yaitu panjang akar (0,60) dan jumlah akar (0,58). Menurut Perata *et al.* (1993), kondisi perakaran yang sehat membantu tanaman dapat melakukan penyerapan hara secara optimal yang digunakan untuk proses metabolisme tanaman dengan bantuan energi cahaya matahari yaitu proses pembuatan makanan sehingga nutrisi tersebut tersedia dan akan menghasilkan tanaman dengan pertumbuhan optimal. Peningkatan jumlah akar juga menunjukkan korelasi positif dengan hubungan yang sedang ditunjukkan pada parameter berat total tanaman ($r= 0,52$). Berat total tanaman juga dipengaruhi oleh jumlah daun tanaman dengan nilai korelasi (0,57) yang tergolong kriteria sedang, sehingga semakin banyak jumlah daun tanaman, maka berat total tanaman juga meningkat.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian zeolit tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan kandungan pH dan N-total tanah, tetapi terpengaruh nyata meningkatkan kandungan P-tersedia dalam tanah serta pertumbuhan tanaman, secara umum pada perlakuan P2 yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan P3, P4, dan P5. Namun, perlakuan tersebut berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol (P0). Sedangkan, Sundahri (2004), menambahkan bahwa pemberian 2 sampai 3 ton ha^{-1} zeolit tanah berpengaruh nyata pada pertumbuhan tomat, seperti berat basah daun, dan luas daun, diameter batang.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Aplikasi zeolit berpengaruh nyata meningkatkan P-tersedia dalam tanah (0,23-0,85 ppm), kadar P-daun, luas daun, jumlah akar halus dan panjang akar, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap pH dan N-total tanah, dibandingkan dengan perlakuan kontrol (tanpa aplikasi zeolit).
2. Kandungan N-total dan P-tersedia, dalam tanah berturut-turut mempunyai korelasi rendah ($r=-0,19$) dan sedang ($r=0,525$) terhadap N dan P tanaman, karena kedua unsur tersebut sangat penting dan dibutuhkan di dalam proses pertumbuhan vegetatif tanaman nanas.

5.2 Saran

Penelitian yang dilakukan ini masih terdapat kekurangan, sehingga diperlukan penelitian lanjutan dengan mengkombinasikan aplikasi zeolit dengan bahan organik atau jenis klon yang berbeda untuk mengetahui pengaruh zeolit terhadap tingkat kandungan hara N,P dengan kombinasi perlakuan tersebut, serta menghitung tingkat serapannya pada tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Akdeniz, Y. 1999. Cation Exchange in Zeolites, Structure Modification by Using a Microwave. Disertation. Izmir Institute of Technology. p 5-7
- Al-Jabri, M. 2010. Penggunaan Mineral Zeolit Sebagai Pembenh Tanah Pertanian Dalam Hubungan Dengan Standardisasinya dan Peningkatan Produksi Tanaman Pangan. Jurnal Zeolit Indonesia 9 (1): 1-9
- Arryanto, Y., Suwardi., T. Affandi., S. Amini., M. Al Jabri., P. Siagian., D. Setyorini., A. Rahman., dan Y. Pujiastuti. 2010. Zeolit dan Masa Depan Bangsa: Roadmap Revitalisasi Peran Zeolit Alam dalam Ketahanan Pangan dan Kedaulatan Bangsa. Ikatan Zeolit Indonesia: Bogor
- Azarpour, E., M.K. Motamed., M. Moraditochae., and H. R. Bozorgi. 2011. Effects of Zeolite Application and Nitrogen Fertilization on Yield Components of Cowpea (*Vigna unguiculata* L.). World Applied Sciences Journal 14 (5): 687-692
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah. Bogor. ISBN 978- 602-8039-21-5.
- Bako, P. O., D. Y.L. Serangmo., dan M. M. Airtur. 2010. Peningkatan Efisiensi Pemupukan Nitrogen (N) Melalui Aplikasi Zeolit Pada Pertanaman Cabai Hibrida di Tanah Alfisol Kota Kupang. http://www.undana.ac.id/jsmallfib_top/PUB2011/peters%20bako.pdf. Diakses 23 Januari 2016.
- Bakrie, A. H. 2008. Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Anggrek Dendrobium (*Dendrobium* sp.) pada Aplikasi Zeolit Sebagai Campuran Media Tanam Dan Pupuk Pelengkap Cair. Jurnal Zeolit Indonesia 7 (1): 53-58.
- Bany, T. 2016. Gambar: Interaksi Zeolit dan unsur hara dalam tanah. <http://bloggregantony.blogspot.co.id/2013/02/aplikasi-zeolit-di-bidang-pertanian.html>. Diakses pada tanggal 28 April 2016
- Baon, J. B., F. Inayah., B. Suhartono dan S. Winarso. 2003. Efisiensi Pemupukan Nitrogen, Sifat Kimiawi Tanah dan Pertumbuhan Kakao Akibat Dosis dan Ukuran Zeolit. Pelita Perkebunan 19 (3): 126-139.
- Bartholomew. D.P., R.E. Paul, and K.G. Rohrbach. 2003. Pineapple: Botany, Production, and Uses. CAB international.
- Bozorgi, H. R., S. Bidarigh., E. Azarpour., K. D. Reza., dan M. Moraditochae. 2012. Effect of Natural Zeolit Application under Foliar Spraying with Humic Acid on Yield and yield Components of Cucumbar (*Cucumis sativus* L.). International Journal of Agriculture and Crop Science 4 (20): p. 1485-1488

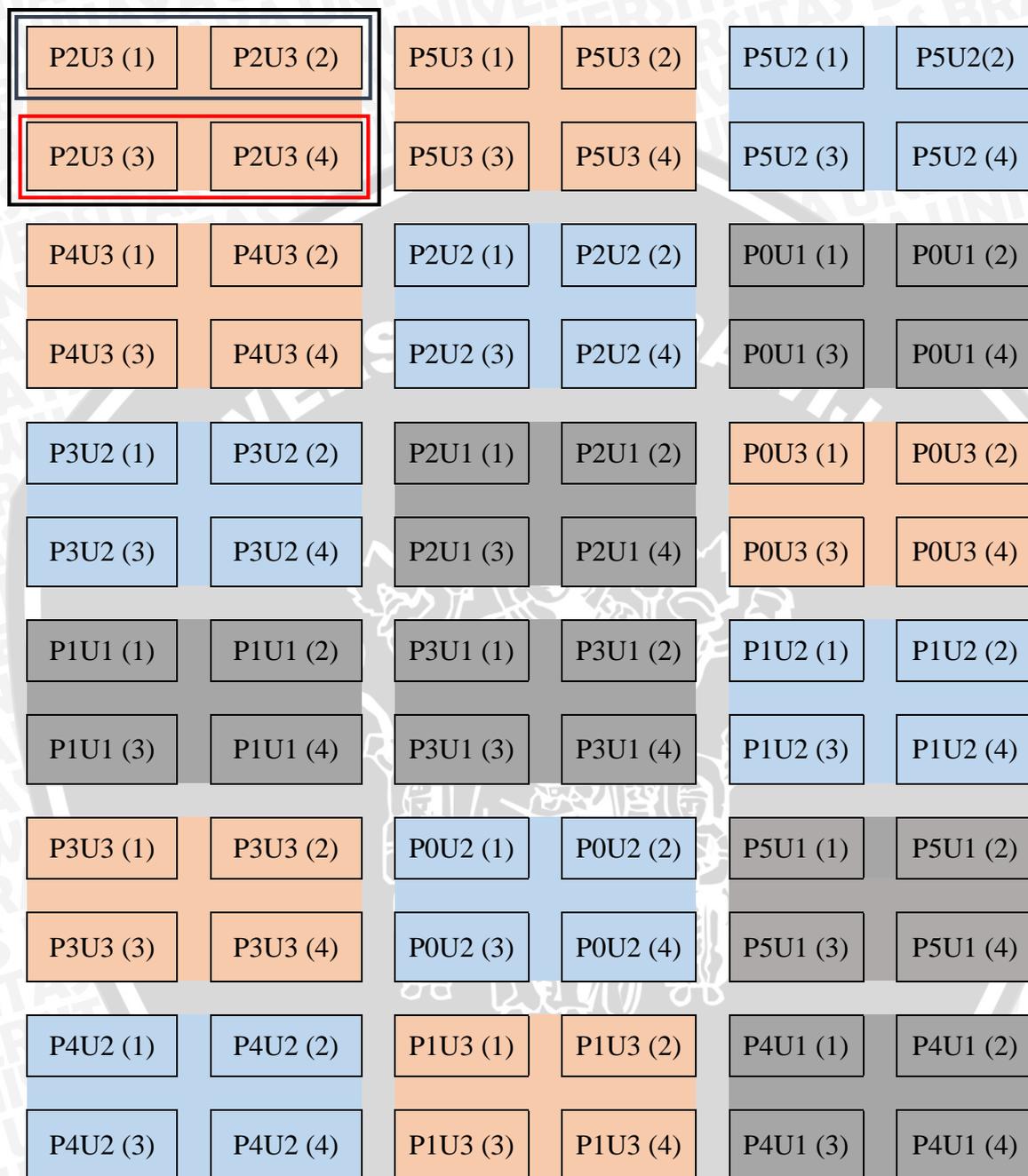
- Buol, S.W., F.D. Hole, R.J. M. Cracken dan R.J. Southard. 1997. Ultisols: Low Base Status Soils. Soil Genesis and Classification, 4th Ed. Iowa State University Press: Iowa, p 352-362
- Dalimartha, S. 2001. Atlas Tumbuhan Obat Indonesia Jilid 2. Nanas. Trubus Agriwidya: Jakarta. p. 140- 145.
- Estiaty, L. M., Suwardi., I. Yuliana., F. Dewi., dan D. Suherman. 2005. Pengaruh Zeolit Terhadap Efisiensi Unsur Hara pada Pupuk Kandang dalam Tanah. Jurnal Zeolit Indonesia 4 (2): 62-69
- Estiaty, L.M., Suwardi, M. Ika., dan F. Dewi. 2006. Pengaruh Zeolit dan Pupuk Kandang Terhadap Residu Unsur Hara dalam Tanah. Jurnal Zeolit Indonesia 5 (1): 37-44
- Fahmi, A., Syamsudin., S. N. H. Utami., dan B. Radjagukguk. 2010. Pengaruh Interaksi Hara Nitrogen dan Fosfor Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung Pada Tanah Regosol dan Latosol. Berita Biologi 10 (3): 297-304
- Gaol, S. K. L., H. Hanum., dan G. Sitanggang. 2014. Pemberian Zeolit Dan Pupuk Kalium Untuk Meningkatkan Ketersediaan Hara K Dan Pertumbuhan Kedelai Di Entisol. Jurnal Online Agroekoteknologi 2 (3): 1151-1159
- Hanafiah, K. A. 2007. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. PT. Raja Grafindo Persada: Jakarta.
- Jamilah dan S. Nuryulsen. 2012. Pengaruh Dosis Urea, Arang Aktif Dan Zeolit Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). Jurnal Agrista 16:(3)
- Kavoosi, M. 2007. Effects of Zeolite Application on Rice Yield, Nitrogen Recovery, and Nitrogen Use Efficiency. Communications in Soil Science and Plant Analysis 38 (1 – 2): 69-76.
- Lakitan, B. 2000. Dasar-Dasar Fisiologi Tanaman. Raja Grafindo Persada. Jakarta. p.192-203.
- Milosevic, T and N. Milosevic. 2009. The Effect Of Zeolite, Organic And Inorganic Fertilizers On Soil Chemical Properties, Growth And Biomass Yield Of Apple Trees. Plant Soil Environ. 55: 528-535.
- Mulyani, A., A. Rachman., dan A. Dairah. 2010. Penyebaran Lahan Masam, Potensi dan Ketersediaannya Untuk Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. Hal: 23-34
- Munir, M. 1996. Tanah – Tanah Utama Di Indonesia. Pustaka Jaya: Jakarta.

- Nakasone, H. Y., and R. E. Paull. 1999. Pineapple: Tropical Fruit. CAB International, New York. p 292-327.
- Noertjahyani dan N. Sondari. 2009. Efek Takaran Zeolit Terhadap Pertumbuhan Kadar Kadmium Pupus dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) pada Cekaman Logam Berat Kadmium. Jurnal Zeolit Indonesia 8 (2): 76-82
- Notohadiprawiro, T., 2006. Pola Kebijakan Pemanfaatan Sumberdaya Lahan Basah, Rawa dan Pantai. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Noviarty, A. D. dan A. Nugroho. 2009. Kapasitas Penukaran Ion Cs dari Zeolit Bayah, Lampung Dan Tasikmalaya. Jurnal Zeolit Indonesia 8 (1): 39-43
- Oste, LA., T. M. Lexmond, dan W. H. V Riemsdij. 2002. Logam imobilisasi di tanah menggunakan zeolit sintetis. Journal of Kualitas Lingkungan 31: 813-821
- Peter, C. 2015. Zeolite. A technical Summary. 17 March. Horticultural Consultant. Australia
- Perata, V. M., dan A. Alpi. 1993. Plant Responses to Anaerobiosis. Plant Science. 93: 1-17.
- Polat, E., M. Keraca., H. Demir, and A. N. Onus. 2004. Use Of Natural Zeolite (*Clinoptilolite*) In Agriculture. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. vol. 12.
- Prasetyo, B. H dan D. A. Suriadikarta . 2006. Karakteristik, Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. Jurnal Litbang Pertanian, 25(2): 39-47.
- Prihatini, T., S. Moersadim., dan A. Hamid. 1987. Pengaruh Zeolit Terhadap Sifat Tanah dan Hasil Tanaman. Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk. No. 7: 5-8.
- Rabai, K. A., O. H Ahmed., and S. Kasim. 2012. Improving Formulated Nitrogen, Phosphorus And Potassium Compound Fertilizer Using Zeolite. African Journal of Biotechnology Vol. 11(65): 12825-12829.
- Rahayu, M., A. T. Saky., Sukaya dan F.C. Sari. Wulan. 2010. Pertumbuhan Vegetatif Beberapa Varietas Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) Dalam Sistem Tumpangsari Dengan Ubi Jalar. Jurnal Agrosains 12(2): 50-55.
- Rahmi, A dan M. P. Biantary. 2014. Karakteristik Sifat Kimia Tanah Dan Status Kesuburan Tanah Lahan Pekarangan Dan Lahan Usaha Tani Beberapa Kampung Di Kabupaten Kutai Barat. Jurnal ZIRAA'AH 39: 30-36.

- Riandi, O., Armaini., dan E. Anom. 2011. Aplikasi Pupuk N,P,K Dan Mineral Zeolit Pada Medium Tumbuh Tanaman Rosella (*Hibiscus sabdariffa*, L). <http://repository.unri.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/1612/jurnal%20oki%20Riandi.pdf?sequence=1>. p. 1-9. Diakses tanggal 20 April 2016.
- Rosmarkam, A., dan N.W Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius: Yogyakarta.
- Setyorini, E. 2014. Aplikasi Dolomit pada Tanah Masam dengan Berbagai Kandungan C-Organik Tanah, Eksplorasi Tingkat Keracunan Aluminium pada Perkebunan Nanas. Skripsi. Universitas Brawijaya.
- Soemarno, 2014. Manajemen Kesuburan Tanah-Tanah Pertanian. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. p. 23-25
- Suhariyono, G. dan Y. Menry. 2005. Analisis Karakteristik Unsur-unsur dalam Tanah di Berbagai Lokasi dengan Menggunakan XRF. Prosiding PPI-PDIPTN. Puslitbang Teknologi Maju. Batan. p 197-206.
- Sunarjono, H. 2004. Berkebun 21 Jenis Tanaman Buah. Penebar Swadaya: Bogor.
- Sundahri, 2004. Pemanfaatan Zeolit Untuk Peningkatan Daya Simpan Buah dan Produksi Tanaman Tomat Lahan Marginal. Jurnal Online Agroekoteknologi 2 (1) : 62- 69
- Sugiyono. 2007. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D. Alfabeta: Bandung.
- Suwardi. 2002. Prospek Pemanfaatan Mineral Zeolit di Bidang Pertanian. Jurnal Zeolit Indonesia 1 (1): 5 – 12.
- Wilson. A., Supriadi., dan G. Hardy. 2015. Evaluasi Sifat Kimia Tanah pada Lahan Kopi di Kabupaten Mandailing Natal. Jurnal Online Agroekoteknologi 3 (2) : 642- 648
- Wulansari, F. 2013. Respon Tanaman Padi Ladang Terhadap Aplikasi Kompos dan Zeolit Dari Areal Ultisol Moncongloe. Skripsi: FP, Universitas Hassanudin.
- Yulianti, N. 2016. Pertumbuhan Dan Produksi Kedelai Edamame (*Glycine max* (L.) Merr.) Pada Berbagai Dosis Zeolit dan Jenis Pupuk Nitrogen. <http://paguyubansaungteni.blogspot.co.id/2013/12/hasil-penelitian-disusun-oleh-nani.html>. Diakses tanggal 13 Juni 2016
- Zalputra, D., K. Wawan., dan Nelvia. 2014. Respon Padi Gogo (*Oryza Sativa* L.) Terhadap Pemberian Silikat Dan Pupuk Fosfat Pada Tanah Ultisol. Jurnal Agroteknologi 4 (2): 1-10.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah Rancangan Penelitian (Setelah Pengacakan)



Keterangan:

- P0: Perlakuan Kontrol
- P1: Dosis Zeolit 1 ton ha⁻¹
- P2: Dosis Zeolit 2 ton ha⁻¹
- P3: Dosis Zeolit 3 ton ha⁻¹
- P4: Dosis Zeolit 4 ton ha⁻¹
- P5: Dosis Zeolit 5 ton ha⁻¹

- U1: Ulangan 1
- U2: Ulangan 2
- U3: Ulangan 3
- (1): Tanaman ke-1
- (2): Tanaman ke-2
- (3): Tanaman ke-3
- (4): Tanaman ke-4

- ➔ **Utara**
- : Contoh Tanaman untuk Destruktif Akar 2 BST
 - : Contoh Tanaman untuk Destruktif Akar 4 BST

Lampiran 2. Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah

Parameter	Nilai				
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
N %	<0,1	0,1-0,2	0,21-0,5	0,51-0,75	>0,75
P ₂ O ₅ Bray (Ppm P)	<4	5-7	8-10	11-15	>15
K (cmol/kg)	<0,1	0,1-0,3			
Ca (cmol/kg)	<2	2-5	6-10	11-20	>20
Na (cmol/kg)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-1,0	>1
Mg (cmol/kg)	0,19	<0,3	0,4-1,0	1,1-2,0	2,1-8,0
KTK (cmol/kg)	<5	5-16	17-24	25-40	>40
Kejenuhan Basa (%)	<20	20-40	41-60	61-80	>80
	Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Netral	Agak Alkalis
pH H ₂ O	<4,5	4,5-5,5	5,5-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5

*Kriteria Balai Penelitian Tanah, 2009



Lampiran 3. Perhitungan Dosis Pupuk Dasar dan Dosis Zeolit

3a. Perhitungan Dosis Pupuk Dasar

Perbandingan Pemberian Pupuk :

DAP : KCl : Kiserit = 200 kg ha⁻¹ : 100 kg ha⁻¹ : 300 kg ha⁻¹

Jumlah Populasi Tanaman Klon GP 3 per ha = 72.000 (GGP, 2015)

Jarak Tanam yang digunakan per ha: 25 cm x 55 cm.

$$\text{Rumus} = \frac{\text{Dosis Pupuk}}{\text{Populasi Tanaman}}$$

Perhitungan Kalibrasi gram/polybag =

1. Pupuk DAP 200 kg ha
- ⁻¹
- (200 kg = 2 x 10
- ⁵
- gram)

$$= \frac{200 \times 10^3 \text{ gram}}{72000} = \frac{200.000}{72.000} = 2,78 \text{ gram/tanaman}$$

2. Pupuk KCl 100 kg ha
- ⁻¹
- (100 kg = 1 x 10
- ⁵
- gram)

$$= \frac{100 \times 10^3 \text{ gram}}{72000} = \frac{100.000}{72.000} = 1,39 \text{ gram/tanaman}$$

3. Pupuk Kiserit 300 kg ha
- ⁻¹
- (300 kg = 3 x 10
- ⁵
- gram)

$$= \frac{300 \times 10^3 \text{ gram}}{72000} = \frac{300.000}{72.000} = 4,17 \text{ gram/tanaman}$$

3b. Perhitungan Dosis Zeolit

Jumlah Populasi Tanaman Klon GP 3 per ha = 72.000 (GGP, 2015)

Jarak tanam yang digunakan per ha = 25 cm x 55 cm

$$\text{Rumus} = \frac{\text{Dosis Pupuk}}{\text{Populasi Tanaman}}$$

Perhitungan Kalibrasi gram/polybag =

1. P1 (Dosis Zeolit 1 ton ha
- ⁻¹
- (1 ton = 1 x 10
- ⁶
- gram)

$$= \frac{1000 \times 10^3 \text{ gram}}{72000} = \frac{1000.000}{72.000} = 13,9 \text{ gram/tanaman}$$

2. P2 (Dosis Zeolit 2 ton ha
- ⁻¹
- (2 ton = 2 x 10
- ⁶
- gram)

$$= \frac{2000 \times 10^3 \text{ gram}}{72000} = \frac{2000.000}{72.000} = 27,8 \text{ gram/tanaman}$$

3. P3 (Dosis Zeolit 3 ton ha
- ⁻¹
- (3 ton = 3 x 10
- ⁶
- gram)

$$= \frac{3000 \times 10^3 \text{ gram}}{72000} = \frac{3000.000}{72.000} = 41,7 \text{ gram/tanaman}$$

4. P4 (Dosis Zeolit 4 ton ha
- ⁻¹
- (4 ton = 4 x 10
- ⁶
- gram)

$$= \frac{4000 \times 10^3 \text{ gram}}{72000} = \frac{4000.000}{72.000} = 55,56 \text{ gram/tanaman}$$

5. P5 (Dosis Zeolit 5 ton ha
- ⁻¹
- (5 ton = 5 x 10
- ⁶
- gram)

$$= \frac{5000 \times 10^3 \text{ gram}}{72000} = \frac{5000.000}{72.000} = 69,45 \text{ gram/tanaman}$$

Lampiran 4. Tabel Analisis Ragam Parameter Penelitian

4.a ANOVA Nilai N-total 2 BST dan 4 BST

ANOVA Nilai N-total 2 BST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F 5 %
Perlakuan	5	0,008084	0,001617	5,59*	3,11
Galad	12	0,003465	0,000289		
Total	17	0,01155			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

Uji Lanjut BNT 5 %

Perlakuan	Rata-rata (1×10^{-2})	Notasi
P0	16,3	ab
P1	13,1	ab
P2	11,8	b
P3	17,1	a
P4	17,7	a
P5	15,6	ab

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris maupun kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, dengan uji BNT.

ANOVA Nilai N-total 4 BST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F tab 5%
Perlakuan	5	0,000228	0,000046	0,63tn	3,11
Galad	12	0,000870	0,000072		
Total	17	0,001098			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

4.b ANOVA Nilai P-tersedia 2 BST dan 4 BT

ANOVA Nilai P-tersedia 2 BST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F tab 5 %
Perlakuan	5	108,35	21,67	5,59*	3,11
Galad	12	46,488	3,874		
Total	17	154,84			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

Uji Lanjut BNT 5 %

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	28,11	a
P1	22,86	b
P2	20,94	b
P3	23,52	b
P4	21,36	b
P5	21,32	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris maupun kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, dengan uji BNT.

ANOVA Nilai P-tersedia 4 BST

SK	db	JK	KT	Fhitung	F tab 5%
Perlakuan	5	283,79	56,759	72,13**	3,11
Galad	12	9,4423	0,7868		
Total	17	293,23			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah
Uji Lanjut BNT 5 %

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	20,02	c
P1	31,71	a
P2	21,03	c
P3	21,05	c
P4	21,59	c
P5	23,51	b

Keterangan : Angka-angka yaang diikuti huruf yang sama pada baris maupun kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, dengan uji BNT.

4.c ANOVA Nilai pH 2 BST dan 4 BT

ANOVA Nilai pH Tanah 2 BST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5 %
Perlakuan	5	0,9269	0,1854	20,22**	3,11
Galad	12	0,1100	0,0092		
Total	17	1,0369			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah
Uji Lanjut BNT 5%

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	5,29	a
P1	4,75	c
P2	5,31	a
P3	5,05	b
P4	4,83	c
P5	4,81	c

Keterangan : Angka-angka yaang diikuti huruf yang sama pada baris maupun kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, dengan uji BNT.

ANOVA Nilai pH Tanah 4 BST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F Tabel 5 %
Perlakuan	5	0,2198	0,0439	0,95 ^{tn}	3,11
Galad	12	0,5529	0,0460		
Total	17	0,7728			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

4.d ANOVA Nilai KTK Tanah 4 BST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	92,62	18,525	4,74*	3,11
Galad	12	46,86	3,905		
Total	17	139,48			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

Uji Lanjut BNT 5 %

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	11,13	c
P1	13,67	bc
P2	16,39	ab
P3	17,46	a
P4	13,12	bc
P5	12,09	c

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris maupun kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, dengan uji BNT.

4.e ANOVA Nilai Kandungan N dan P Tanaman 4 BST

ANOVA Nilai Kandungan Nitrogen (N) Daun

SK	db	JK	KT	F-hitung	F tabel 5%
Perlakuan	5	0,1005	0,02011	0,78tn	3,11
Galad	12	0,3113	0,02594		
Total	17	0,4119			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

ANOVA Nilai Kandungan Fosfor (P) Daun

SK	db	JK	KT	F-hitung	F tabel 5%
Perlakuan	5	880625	176125	8,23*	3,11
Galad	12	256739	21395		
Total	17	1137364			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

Uji Lanjut BNT 5 %

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	3267	b
P1	3894	a
P2	3278	b
P3	3301	b
P4	3441	b
P5	3318	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris maupun kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, dengan uji BNT.

4.f. ANOVA Luas Daun Tanaman

ANOVA Luas Daun 1 BST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F tabel 5%
Perlakuan	5	38,95	7,789	8,32*	3,11
Galad	12	11,23	0,936		
Total	17	50,18			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

Uji Lanjut BNT 5%

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	40,0	b
P1	39,3	b
P2	43,8	a
P3	40,6	b
P4	40,4	b
P5	39,7	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris maupun kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, dengan uji BNT.

ANOVA Luas Daun 2 BST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	537,88	107,577	48,56**	3,11
Galad	12	26,58	2,215		
Total	17	564,47			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah
Uji Lanjut BNT 5 %

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	75,7	b
P1	76,9	b
P2	87,9	a
P3	88,5	a
P4	86,4	a
P5	88,3	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris maupun kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, dengan uji BNT.

ANOVA Luas Daun 3 BST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	5	2681,03	536,205	224,9**	0,000
Galad	12	28,61	2,384		
Total	17	2709,64			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah
Uji Lanjut BNT 5 %

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	112,4	b
P1	115,3	b
P2	139,5	a
P3	139,4	a
P4	138,0	a
P5	141,6	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris maupun kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, dengan uji BNT.

ANOVA Luas Daun 4 BST

SK	Db	JK	KT	F-hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	3201,81	640,362	388,47**	3,11
Galad	12	19,78	1,648		
Total	17	3221,59			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

Uji Lanjut BNT 5 %

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	148,1	c
P1	143,6	d
P2	169,8	b
P3	169,1	b
P4	171,0	b
P5	181,0	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris maupun kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, dengan uji BNT.

4.g ANOVA Jumlah Daun Tanaman

ANOVA Jumlah Daun 1 BST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F tabel 5%
Perlakuan	5	226,0	45,20	10,82	3,11
Galad	12	50,13	4,177		
Total	17	276,13			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

Uji Lanjut BNT 5 %

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	58	c
P1	64	ab
P2	63	b
P3	67	a
P4	58	c
P5	66	ab

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris maupun kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, dengan uji BNT.

ANOVA Jumlah Daun 2 BST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	142,0	28,40	6,31*	3,11
Galad	12	54,0	4,50		
Total	17	196,0			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

Uji Lanjut BNT 5 %

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	65	c
P1	67	c
P2	69	bc
P3	71	ab
P4	66	c
P5	73	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris maupun kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, dengan uji BNT.

ANOVA Jumlah Daun 3 BST

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	214,0	42,80	3,85*	3,11
Galad	12	133,5	11,13		
Total	17	347,5			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

Uji Lanjut BNT 5%

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	69	b
P1	71	b
P2	72	b
P3	74	b
P4	74	b
P5	80	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris maupun kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, dengan uji BNT.

ANOVA Jumlah Daun 4 BST

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	5	264,0	52,80	4,54*	3,11
Galad	12	139,5	11,62		
Total	17	403,5			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

Uji Lanjut BNT 5 %

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	71	c
P1	74	c
P2	76	bc
P3	76	bc
P4	81	ab
P5	83	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris maupun kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, dengan uji BNT.

4. h ANOVA Panjang Akar

ANOVA Panjang Akar 2 BST

SK	Db	JK	KT	F-hitung	F tabel 5%
Perlakuan	5	15,61	3,121	0,95 th	3,11
Galad	12	39,31	3,276		
Total	17	54,92			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

ANOVA Panjang Akar 4 BST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	158,93	31,786	4,24*	3,11
Galad	12	89,89	7,491		
Total	17	248,82			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

Uji Lanjut BNT 5 %

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	53,97	abc
P1	49,82	c
P2	52,12	bc
P3	56,95	ab
P4	56,77	ab
P5	58,25	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris maupun kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, dengan uji BNT.

4.i ANOVA Jumlah Akar

ANOVA Jumlah Akar 2 BST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F tabel 5%
Perlakuan	5	382,9	76,58	1,87 ^{ln}	3,11
Galad	12	490,3	40,86		
Total	17	873,2			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

ANOVA Jumlah Akar 4 BST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F tabel 5%
Perlakuan	5	1089,6	217,92	14,39**	3,11
Galad	12	181,7	15,14		
Total	17	1271,3			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

Uji Lanjut BNT 5%

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	62	d
P1	79	bc
P2	86	a
P3	78	c
P4	77	bc
P5	85	ab

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris maupun kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, dengan uji BNT.

ANOVA Jumlah Akar Halus (4 BST)

SK	db	JK	KT	F-hitung	F tab 5 %
Perlakuan	5	119,19	23,837	5,92*	3,11
Galad	12	48,31	4,026		
Total	17	167,50			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

Uji Lanjut BNT 5 %

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	12	c
P1	15	c
P2	18	ab
P3	20	a
P4	17	ab
P5	17	ab

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris maupun kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, dengan uji BNT.

4.j. ANOVA Berat Total Tanaman

ANOVA Berat Total Tanaman 2 BST

SK	Db	JK	KT	F-hit	F tab 5%
Perlakuan	5	1828	365,6	0,70 ^{ln}	3,11
Galad	12	6267	522,2		
Total	17	8094			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

ANOVA Berat Total Tanaman 4 BST

SK	Db	JK	KT	F-hit	F tab 5%
Perlakuan	5	10717	2134,2	2,88 ^{tn}	3,11
Galad	12	8933	744,4		
Total	17	19650			

Keterangan: SK : Sidik Keragaman; db: Derajat Bebas; JK :Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah

4.k. Korelasi Antar Parameter Pertumbuhan Tanaman

Parameter	pH	N	P	KTK	P- Daun	N Daun	Luas Daun	Jml Daun	Panjang Akar	Jumlah Akar	Akar Halus	Berat Total
PH	1											
N	0,396	1										
P	-0,272	0,342	1									
KTK	0,348	0,455	-0,008	1								
P Daun	-0,170	0,525	0,884	0,049	1							
N Daun	-0,068	-0,190	-0,073	0,018	-0,020	1						
Luas Daun	0,425	0,068	-0,474	0,199	-0,518	-0,043	1					
Jml Daun	0,319	0,070	-0,078	-0,119	-0,176	-0,047	0,702	1				
Panjang Akar	0,326	-0,223	-0,467	0,001	-0,551	-0,118	0,595	0,406	1			
Jml Akar	0,125	0,270	0,217	0,361	0,031	0,030	0,579	0,482	0,106	1		
Akar Halus	0,440	0,281	-0,154	0,672	-0,203	-0,035	0,565	0,211	0,448	0,673	1	
Berat Total	0,317	-0,036	0,196	0,191	0,089	-0,085	0,421	0,565	0,162	0,523	0,362	1

Sumber Sugiyono (2007), pedoman untuk memberikan interpretasi koefisien korelasi adalah sebagai berikut :

0,00-0,199 : Sangat Rendah

0,20-0,399 : Rendah

0,40-0,599 : sedang

0,60-0,799 : kuat

0,80-1,000 : sangat kuat

Lampiran 5. Kenampakan Perakaran Setelah Perlakuan
 5a. Kenampakan Perakaran 2 BST pada masing-masing ulangan (U1, U2, U3)



P0



P1



P2



P3



P4



P5

Keterangan: P0: perlakuan kontrol (tanpa aplikasi zeolit); P1: dosis zeolit 1 ton ha⁻¹; P2: dosis zeolit 2 ton ha⁻¹; P3: dosis zeolit 3 ton ha⁻¹; P4: dosis zeolit 4 ton ha⁻¹; P5: dosis zeolit 5 ton ha⁻¹.

5b. Kenampakan Perakaran 4 BST pada masing-masing ulangan (U1, U2, U3)



P0



P1



P2



P3



P4



P5

Keterangan: P0: perlakuan kontrol (tanpa aplikasi zeolit); P1: dosis zeolit 1 ton ha⁻¹; P2: dosis zeolit 2 ton ha⁻¹; P3: dosis zeolit 3 ton ha⁻¹; P4: dosis zeolit 4 ton ha⁻¹; P5: dosis zeolit 5 ton ha⁻¹.



Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian
6a. Pelaksanaan Penelitian



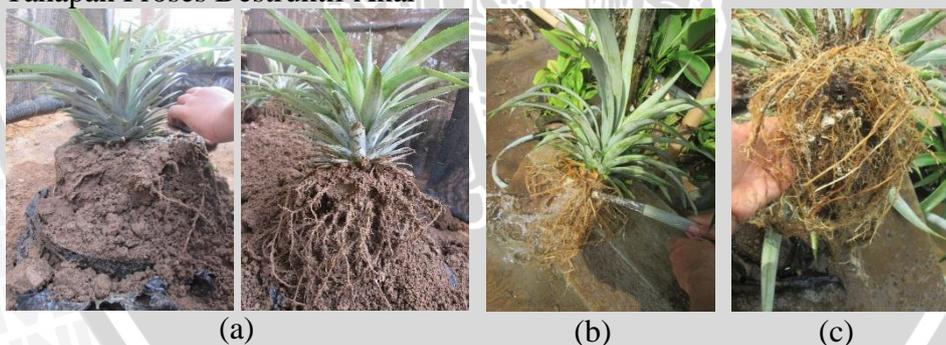
Keterangan: Dokumentasi kegiatan pelaksanaan penelitian: (a) analisa pH zeolit; (b) Proses *dipping* bibit; (c) Penimbangan berat tanah; dan (d) kenampakan media tanam

6b. Pengamatan Parameter Non-destruktif Tanaman



Keterangan: (a) Pengukuran panjang daun; (b) Pengukuran lebar daun; dan (c) perhitungan jumlah daun.

6c. Tahapan Proses Destruktif Akar



Keterangan: (a) Pembongkaran tanaman; (b) Pembersihan perakaran tanaman dengan air; (c) kenampakan perakaran tanaman siap diamati.