

**UJI SUMBER KALSIUM (Ca) SEBAGAI PUPUK DAN PENGARUH
DOSIS PUPUK KALSIUM TERHADAP PERTUMBUHAN
AWAL TANAMAN NANAS (*Ananas comosus*)
di PT. GREAT GIANT PINEAPPLE
LAMPUNG**

Oleh
ARIN NOVITASARI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**

**UJI SUMBER KALSIMUM (Ca) SEBAGAI PUPUK DAN PENGARUH
DOSIS PUPUK KALSIMUM TERHADAP PERTUMBUHAN
AWAL TANAMAN NANAS (*Ananas comusus*)
di PT. GREAT GIANT PINEAPPLE
LAMPUNG**

Oleh
ARIN NOVITASARI
145040200111112

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN**

SKRIPSI

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG
2018**



PERNYATAAN

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

Malang, Agustus 2018



Penulis

LEMBAR PERSETUJUAN

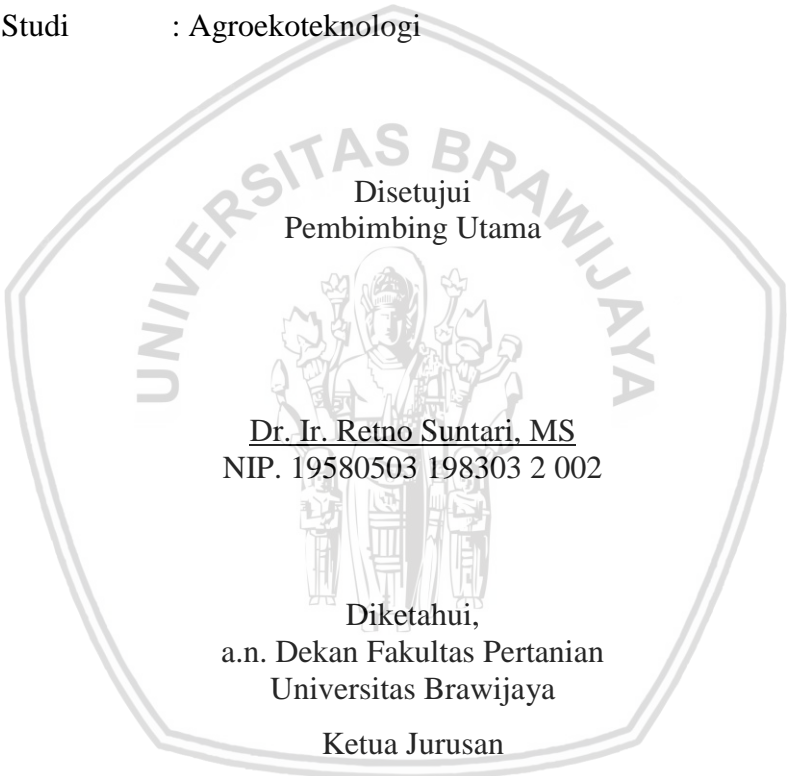
Judul Penelitian : Uji Sumber Kalsium (Ca) Sebagai Pupuk dan Pengaruh Dosis Pupuk Kalsium terhadap Pertumbuhan Awal Tanaman Nanas (*Ananas comusus*) di PT. Great Giant Pineapple Lampung

Nama Mahasiswa : Arin Novitasari

NIM : 145040200111112

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi



Disetujui
Pembimbing Utama

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

Diketahui,
a.n. Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Brawijaya

Ketua Jurusan

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. Sugeng Prijono, SU
NIP. 19580214 198503 1 003

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

Penguji III

Penguji IV

Dr. Ir. Budi Prasetya, MP
NIP. 19610701 198703 1 002

Istika Nita, SP., MP
NIK. 201609 891118 2 001

Tanggal Lulus :



RINGKASAN

Arin Novitasari. 14504020011112. Uji Sumber Kalsium (Ca) Sebagai Pupuk dan Pengaruh Dosis Pupuk Kalsium terhadap Pertumbuhan Awal Tanaman Nanas (*Ananas comusus*) di PT. Great Giant Pineapple Lampung. Di bawah bimbingan Retno Suntari sebagai Pembimbing Utama

Permintaan nanas di pasar dunia semakin meningkat dari tahun ke tahun sehingga perlu adanya peningkatan produksi buah nanas di dalam negeri. Berdasarkan data Badan Pusat Statistika (2016) produksi nanas nasional pada tahun 2015 dan 2016 mengalami penurunan sekitar 80.963 ton di sentra utama produksi nanas yaitu PT. *Great Giant Pineapple*. Tanah yang terdapat di PT. GGP merupakan Ultisol yang memiliki masalah kemasaman tanah (pH 4,3), C-organik (2,28%) dan N total (0,24%) sedang, P tersedia (12,7 ppm) tinggi, K-dd (0,21 me 100 g⁻¹) dan Mg-dd (0,14 me 100 g⁻¹) rendah, Ca-dd (0,16 me 100 g⁻¹) dan KB (3,11%) sangat rendah, KTK sedang (17,20 me 100 g⁻¹), kejenuhan Al (77%) sangat tinggi dan kandungan besi (292,6 ppm) tinggi sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman nanas. Salah satu upaya untuk menangani permasalahan tersebut yaitu dengan pengapuran. Bahan kapur yang dapat digunakan bermacam-macam yaitu kapur kalsit (CaCO₃), kapur dolomit (CaMg(CO₃)₂), kapur bakar (CaO), Kalsium Hidroksida (Ca(OH)₂), kapur suspensi dengan bentuk dan ukuran yang berbeda-beda. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan sumber kalsium dengan dosis terbaik sehingga dapat menyediakan unsur hara untuk pertumbuhan awal tanaman nanas.

Penelitian dilaksanakan pada bulan September – Desember 2017 di rumah kaca *Research and Development Departement* PT. GGP Lampung. Terdiri dari 18 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan ialah kontrol (D0, C0, T0), dolomit dengan dosis 1, 2, 3, 4, dan 5 ton ha⁻¹ (D1, D2, D3, D4, D5), kalsit butir dengan dosis 100, 200, 300, 400 dan 500 kg ha⁻¹ (C1, C2, C3, C4, C5) dan kalsit suspensi dengan dosis 75, 100, 125, 150, 175 l ha⁻¹ (T1, T2, T3, T4, T5). Rancangan penelitian yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL). Untuk parameter pertumbuhan yang diamati ialah panjang daun D, lebar daun D, luas daun D, selisih berat total tanaman dengan bibit dan jumlah daun. Parameter kimia tanah yang diamati yaitu pH, KTK, KB, Al-dd, Fe tersedia, N total, P tersedia, K-dd, Ca-dd dan Mg-dd.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi sumber kalsium berbeda nyata pada pH tanah, kejenuhan Al, Fe tersedia, Ca-dd, Mg-dd, KTK, KB, P tersedia dan N total serta K-dd pada beberapa waktu pengamatan. Perlakuan dolomit dengan dosis 5 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan kesuburan tanah yaitu dengan meningkatkan pH tanah, menurunkan kadar aluminium dan Fe serta meningkatkan kandungan unsur hara terutama unsur Ca dan Mg. Namun, untuk unsur hara makro seperti N, P dan K menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada beberapa waktu pengamatan. Hal ini dikarenakan unsur tersebut diserap oleh tanaman untuk proses pertumbuhan awal. Pada parameter pertumbuhan juga menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dikarenakan bibit yang digunakan berasal dari mahkota (*crown*) tanaman nanas yang masih terdapat cadangan makanan pada pangkal mahkota sebagai unsur hara untuk pertumbuhan awal tanaman nanas.



SUMMARY

Arin Novitasari. 14504020011112. The Test Of Calcium Source as Fertilizer and The Effect Of Calcium Fertilizer Doses On Pineapple's Initial Growth (*Ananas comusus*) in Great Giant Pineapple Company Lampung. Supervised by Retno Suntari.

The pineapple demand on the world market is increasing from year to year. Therefore, it is necessary to increase pineapple production in the country. Based on Statistics data (2016), national pineapple production in 2015 and 2016 had decreased until 80.963 ton in the main centre pineapple production such as *Great Giant Pineapple* company. The type of GGP company soil is Ultisol with acidic soil (pH 4,3), medium of organic carbon (2,28%) and N total (0,24%), high of P available (12,7 ppm), low of K-exch (0,21 me 100 g⁻¹) and Mg-exch (0,14 me 100 g⁻¹), very low of Ca-exch (0,16 me 100 g⁻¹) and base saturation (3,11%), medium CEC (17,20 me 100 g⁻¹), very high Aluminium saturation (77%) and high of Fe (292,6 ppm) that can affect on pineapple growth. One solution to solve this problem is liming. There are many lime material such as Calcite limestone (CaCO₃), Dolomite limestone (CaMg(CO₃)₂), burning limestone (CaO), Calcium Hydroxide (Ca(OH)₂), suspension of limestone with different shape and size. The purpose of this research is to analyse calcium source with right doses that can provide nutrient available for initial pineapple plant growth.

The research began on September until Desember 2017 in Green House Research and Development Department GGP company, Lampung. The experiment used was a completely randomized design with 18 treatments and three replications. Treatments including control (D0, C0, T0), dolomite with 1, 2, 3, 4 and 5 ton ha⁻¹ doses (D1, D2, D3, D4, D5), Granular Calcite with 100, 200, 300, 400, and 500 kg ha⁻¹ doses (C1, C2, C3, C4, C5) and Suspension of Calcite with 75, 100, 125, 150, 175 L ha⁻¹ doses (T1, T2, T3, T4, T5). The growth parameter of this research including D leaf length, D leaf width, D leaf area, the different weight with seed and number of the leaf. Soil chemical parameter including pH, CEC, Base saturation, Al-exch, Fe available, N total, P available, K-exch, Ca-exch and Mg-exch.

The result showed that calcium source application had significant effect on soil pH, Al saturation, Fe available, Ca-exch, Mg-exch, CEC, Base Saturation, P available, N total and K-exch in several time of observation. Application of 5 ton ha⁻¹ of dolomite showed that it could increase the soil fertility such as increase soil pH, decrease Al saturation and Fe available and it could also increase macro nutrient such as Ca and Mg. However, N, P available and K-exch had no significant effect on several time of observation. It happened because the nutrient was absorbed by the plant for initial growth proses. Also, the initial growth parameter showed no significant effect. It was because used the seed was from the *crown* of pineapple plant that still has nutrient storage on *crown* base for its growing.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat-Nya penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul “Uji Sumber Kalsium (Ca) sebagai Pupuk dan Pengaruh Dosis Pupuk Kalsium Terhadap Pertumbuhan Awal Tanaman Nanas (*Ananas comusus*) di PT. Great Giant Pineapple Lampung”.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya,
2. Orangtua dan keluarga yang telah memberikan motivasi serta doa sehingga penelitian ini dapat terselesaikan,
3. Ibu Dr. Ir. Retno Suntari, MS selaku dosen pembimbing utama,
4. Bapak Ir. Priyo Cahyono, M.M.P selaku pembimbing lapang,
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya
6. Teman-teman dan semua pihak yang telah mendukung terselesaikannya hasil penelitian ini.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Agustus 2018

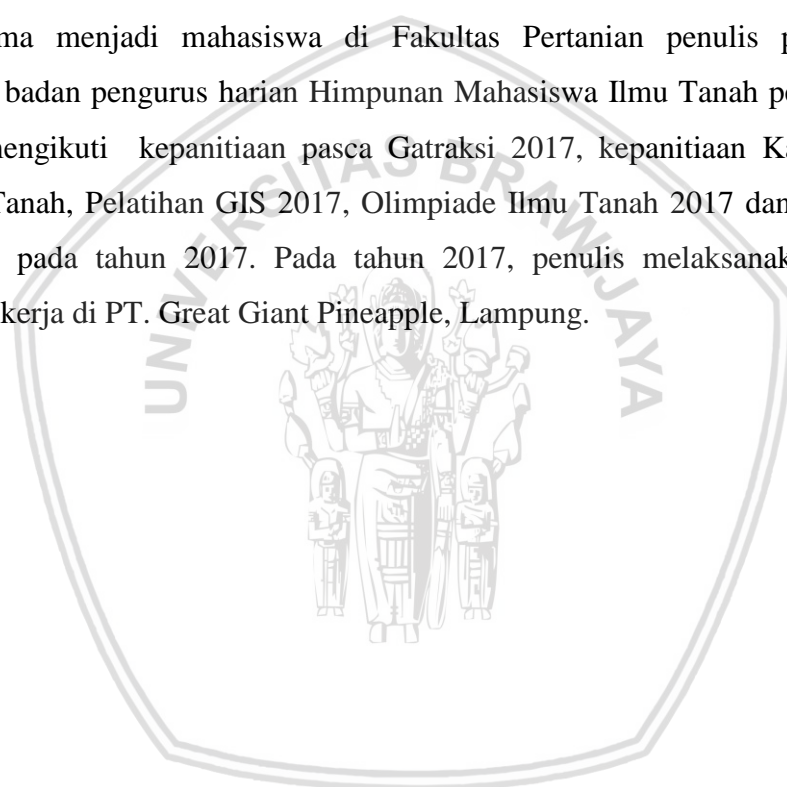
Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Malang pada tanggal 17 November 1995 sebagai putri pertama dari dua bersaudara dari Bapak Arif Yulianto dan Ibu Indahwati.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SD NU Kepanjen pada tahun 2002-2008, lalu melanjutkan ke SMPN 4 Kepanjen pada tahun 2008-2011. Penulis menempuh Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Kepanjen pada tahun 2011-2014. Pada tahun 2014 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, melalui jalur SBMPTN.

Selama menjadi mahasiswa di Fakultas Pertanian penulis pernah aktif menjadi badan pengurus harian Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah periode 2017-2018, mengikuti kepanitiaan pasca Gatraksi 2017, kepanitiaan Kaldera 2017, Survei Tanah, Pelatihan GIS 2017, Olimpiade Ilmu Tanah 2017 dan kepanitiaan Gatraksi pada tahun 2017. Pada tahun 2017, penulis melaksanakan kegiatan magang kerja di PT. Great Giant Pineapple, Lampung.



DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Manfaat.....	3
1.5. Hipotesis	3
1.6. Alur Pikir Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Karakteristik Ultisol	5
2.2. Morfologi Tanaman Nanas.....	5
2.3. Syarat Tumbuh Tanaman Nanas	6
2.4. Peran Kalsium terhadap Tanaman Nanas.....	7
2.5. Efektivitas Pengapuran.....	8
III. METODE PENELITIAN	10
3.1. Waktu dan Tempat	10
3.2. Alat dan Bahan	10
3.3. Rancangan Percobaan	10
3.4. Pelaksanaan Penelitian	11
3.5. Analisis Data	13
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1. Hasil Analisis Dasar Tanah	14
4.2. Pengaruh Pupuk Kalsium terhadap pH, KTK, KB, Kejenuhan Alumunium dan Fe di Tanah.....	15
4.3. Pengaruh Pupuk Kalsium terhadap Unsur Hara Makro N total dan P tersedia di Tanah	24
4.4. Pengaruh Pupuk Kalsium terhadap Kation dapat Ditukar (Kalium, Kalsium dan Magnesium) dalam tanah	27
4.5. Pengaruh Pupuk Kalsium terhadap Pertumbuhan Tanaman Nanas	32
V. KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1. Kesimpulan.....	35
5.2. Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	39

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Alat dan bahan penelitian	10
2.	Perlakuan Pupuk Kalsium	11
3.	Parameter, metode dan waktu pengamatan	12
4.	Hasil Analisis Dasar Tanah	14
5.	Pengaruh pupuk Kalsium terhadap pH tanah	16
6.	Nilai pH tanah yang optimum untuk ketersediaan unsur hara	17
7.	Pengaruh pupuk Kalsium terhadap KTK tanah.....	18
8.	Pengaruh pupuk Kalsium terhadap Kejenuhan Basa dalam tanah.....	20
9.	Pengaruh pupuk Kalsium terhadap Kejenuhan Alumunium dalam tanah	21
10.	Pengaruh pupuk Kalsium terhadap Ketersediaan Fe dalam tanah	23
11.	Pengaruh pupuk Kalsium terhadap N total tanah.....	25
12.	Pengaruh pupuk Kalsium terhadap P tersedia tanah	26
13.	Pengaruh pupuk Kalsium terhadap Kalium dapat ditukar tanah.....	28
14.	Pengaruh pupuk Kalsium terhadap Kalsium dapat ditukar tanah	29
15.	Pengaruh pupuk Kalsium terhadap Magnesium dapat ditukar tanah.....	31
16.	Pengaruh pupuk Kalsium terhadap pertumbuhan tanaman nanas.....	33
17.	Pengaruh pupuk Kalsium terhadap pertumbuhan tanaman nanas.....	34
18.	Berat Basah dan Berat Kering Media Tanam.....	45

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Alur Pikir Penelitian.....	4
2.	Distribusi daun tanaman nanas berdasarkan umur daun	6



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Deskripsi tanaman nanas klon GP 3	39
2.	Deskripsi Pupuk	40
3.	Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah	41
4.	Perhitungan Kebutuhan Pupuk Kalsium	42
5.	Kebutuhan Irigasi Tanaman Nanas	45
6.	Hasil Analisis Ragam pH tanah	46
7.	Hasil Analisis Ragam KTK tanah	46
8.	Hasil Analisis Ragam KB tanah	47
9.	Hasil Analisis Ragam N total tanah	47
10.	Hasil Analisis Ragam Ketersediaan P tanah	48
11.	Hasil Analisis Ragam K-dd tanah	48
12.	Hasil Analisis Ragam Ca-dd tanah	49
13.	Hasil Analisis Ragam Mg-dd tanah	49
14.	Hasil Analisis Ragam Kejenuhan Alumunium tanah	50
15.	Hasil Analisis Ragam Ketersediaan Fe tanah	50
16.	Hasil Analisis Ragam Panjang Daun D	51
17.	Hasil Analisis Ragam Lebar Daun D	51
18.	Hasil Analisis Ragam Luas Daun D 3 BST	52
19.	Hasil Analisis Ragam Jumlah Daun 3 BST	52
20.	Hasil Analisis Ragam Selisih Berat Total Tanaman dengan bibit 3 BST ..	52
21.	Denah pengacakan perlakuan penelitian	53
22.	Dokumentasi Kegiatan	54



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Nanas merupakan salah satu buah tropis yang dibudidayakan di Indonesia. Buah ini merupakan buah yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan telah diekspor ke berbagai negara. Permintaan nanas di pasar dunia semakin meningkat dari tahun ke tahun sehingga perlu adanya peningkatan produksi buah nanas di dalam negeri. Berdasarkan data Badan Pusat Statistika (2016) produksi nanas nasional pada tahun 2015 dan 2016 mengalami penurunan sebesar 333.450 ton yang disebabkan penurunan produksi di Lampung. Penurunan sekitar 80.963 ton di sentra utama yaitu perusahaan Great Giant Pineapple disebabkan akibat tanah yang digunakan untuk budidaya adalah Ultisol yang merupakan tanah masam dan memiliki kandungan unsur hara rendah (Kusumaningtyas *et al.*, 2015).

Ultisol yang terdapat di PT. GGP memiliki masalah kemasaman tanah (pH 4,3) dengan kriteria sangat masam, C-organik (2,28%) dan N total (0,24%) sedang, P tersedia (12,7 ppm) tinggi, K-dd (0,21 me 100 g⁻¹) dan Mg-dd (0,14 me 100 g⁻¹) rendah, Ca-dd (0,16 me 100 g⁻¹) dan KB (3,11%) sangat rendah, KTK sedang (17,20 me 100 g⁻¹), kejenuhan Al (77%) sangat tinggi dan kandungan besi (292,6 ppm) tinggi. Ketersediaan unsur hara yang rendah pada tanah masam dapat mengakibatkan tanaman mengalami gejala defisiensi. Selain itu, kandungan besi dan kejenuhan Al yang tinggi pada Ultisol dapat meracuni tanaman (Gergichevich *et al.*, 2010; Syahputra *et al.*, 2015 dan Zheng, 2010) sehingga akan menimbulkan permasalahan terhadap pertumbuhan awal tanaman nanas.

Salah satu upaya untuk menangani permasalahan tersebut yaitu dengan pengapuran. Usaha pengapuran yang telah banyak dilakukan dengan pemberian kapur berupa pupuk dolomit (CaMg(CO₃)₂) atau jenis sumber kalsium lainnya. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengaruh menguntungkan dari pengapuran tanah asam yaitu menaikkan pH tanah, mensuplai kalsium tanah, meningkatkan ketersediaan unsur hara esensial lainnya dan mengurangi kandungan mangan, aluminium, serta efek stimulasi kapur pada aktivitas mikroorganisme yang melepaskan unsur hara dari bahan organik (Buri *et al.*, 2005 dan Silva *et al.*, 2006). Penelitian lain menunjukkan bahwa pemberian dolomit

sebanyak 5 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan pH dari 4,20 menjadi 6,08 (Rastija *et al.*, 2014).

Selain berfungsi untuk menaikkan pH tanah, pupuk dolomit yang mengandung unsur Ca ini juga berfungsi untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Apabila kalsium diberikan secara tepat dapat mempengaruhi peningkatan ketersediaan unsur hara lainnya. Selain itu, penambahan kalsium dapat menghasilkan dinding sel yang lebih kuat, menghasilkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik dan pengembangan buah yang lebih tahan terhadap penyakit (Bartholomew *et al.*, 2003). Selain dolomit, sumber kalsium dapat ditemukan pada kalsit (CaCO₃), gipsum (CaSO₄) dan lainnya. Sumber utama Ca²⁺ terdapat pada batu-batu kapur dan sisa-sisa tanaman.

Bahan yang paling umum digunakan untuk pengapuran tanah pertanian adalah dolomit atau kalsit. Kalsit bereaksi sedikit lebih cepat daripada dolomit dengan ukuran partikel yang sama. Bahan kapur yang dapat digunakan bermacam-macam yaitu kapur kalsit (CaCO₃), kapur dolomit (CaMg(CO₃)₂), kapur bakar (CaO), Kalsium Hidroksida (Ca(OH)₂), dan suspensi atau kapur cair (Mullin *et al.*, 2009). Kapur cair atau suspensi memiliki nilai kapur CCE yang tinggi (biasanya 100 persen melewati saringan 100 mesh dan 80 persen sampai 90 persen melewati saringan 200 mesh). Kapur suspensi dapat bereaksi dengan cepat pada tanah yang diolah karena memiliki ukuran yang sangat halus. Namun, penggunaan kapur suspensi jarang digunakan karena harga yang lebih mahal dan proses penyimpanan yang tidak mudah. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian penggunaan beberapa sumber kalsium yang berfungsi tidak hanya untuk meningkatkan pH tanah namun juga dapat menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dan meminimalkan unsur beracun sehingga tanaman nanas dapat tumbuh dengan optimal.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka beberapa permasalahan dapat dirumuskan antara lain:

1. Apakah pupuk dolomit merupakan sumber kalsium terbaik yang dapat memperbaiki pH tanah dan menyediakan unsur hara secara optimum sesuai dengan syarat tumbuh tanaman nanas?

2. Berapakah dosis pupuk dolomit yang mampu meningkatkan kualitas pertumbuhan awal tanaman nanas?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menentukan sumber kalsium terbaik yang dapat digunakan sebagai pupuk, memperbaiki pH tanah dan menyediakan unsur hara secara optimum sesuai dengan syarat tumbuh tanaman nanas.
2. Untuk menentukan dosis pupuk kalsium yang sesuai untuk pertumbuhan awal tanaman nanas.

1.4. Manfaat

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat:

1. Memberikan informasi sumber kalsium terbaik yang dapat digunakan sebagai pupuk, memperbaiki pH tanah dan menyediakan unsur hara secara optimum sesuai dengan syarat tumbuh tanaman nanas.
2. Memberikan informasi dosis pupuk kalsium yang sesuai untuk pertumbuhan awal tanaman nanas.

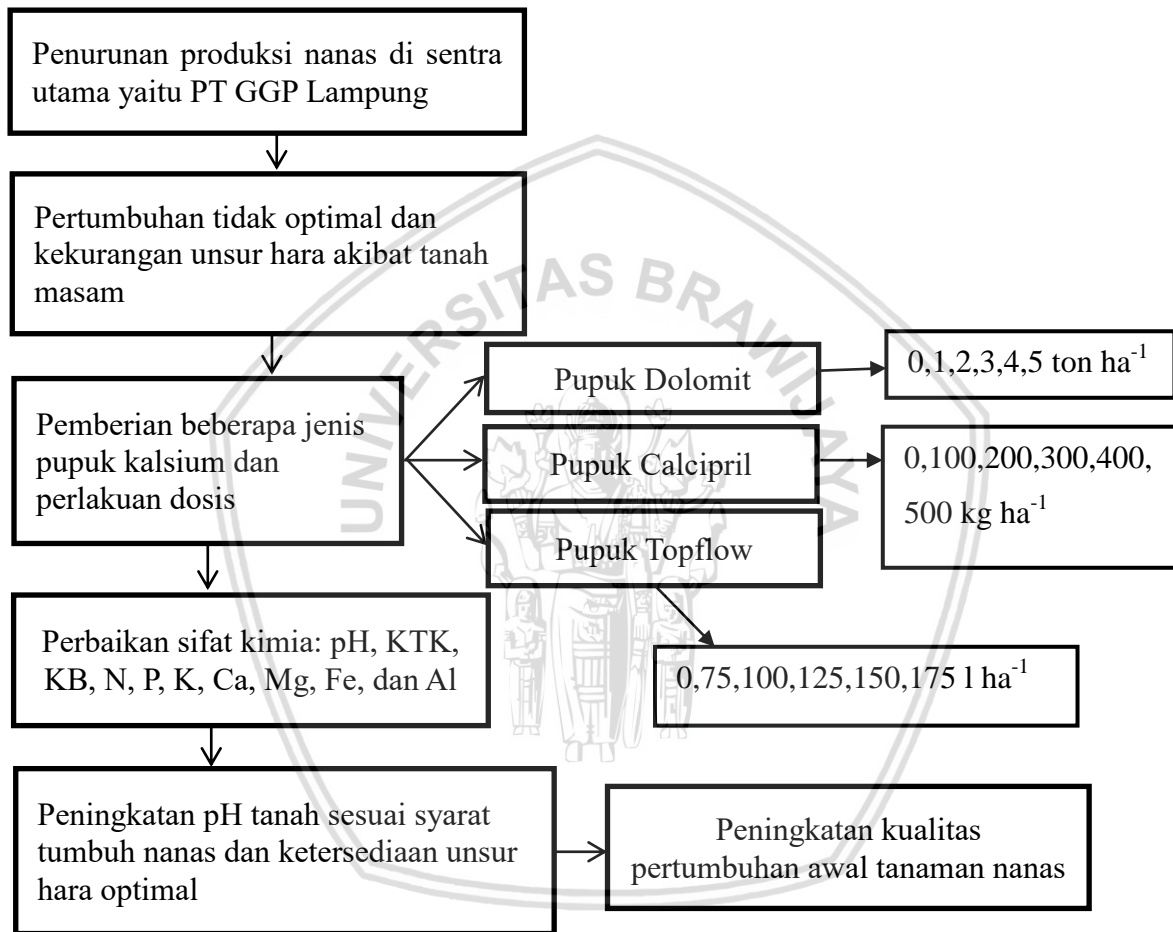
1.5 Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini antara lain:

1. Perlakuan pupuk dolomit dapat memperbaiki pH tanah dan menyediakan unsur hara lebih baik daripada perlakuan lainnya.
2. Aplikasi pupuk dolomit dengan dosis tinggi mampu meningkatkan kualitas pertumbuhan awal tanaman nanas.

1.6 Alur Pikir Penelitian

Permasalahan tanah masam di PT. GGP yang berdampak pada kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman nanas perlu diatasi dengan penambahan pupuk kalsium. Pupuk kalsium yang sering digunakan yaitu dolomit dan kalsit. Adanya perbedaan bentuk dan ukuran pupuk kalsium memiliki perbedaan reaksi dalam tanah sehingga alur pikir penelitian yang digunakan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Ultisol

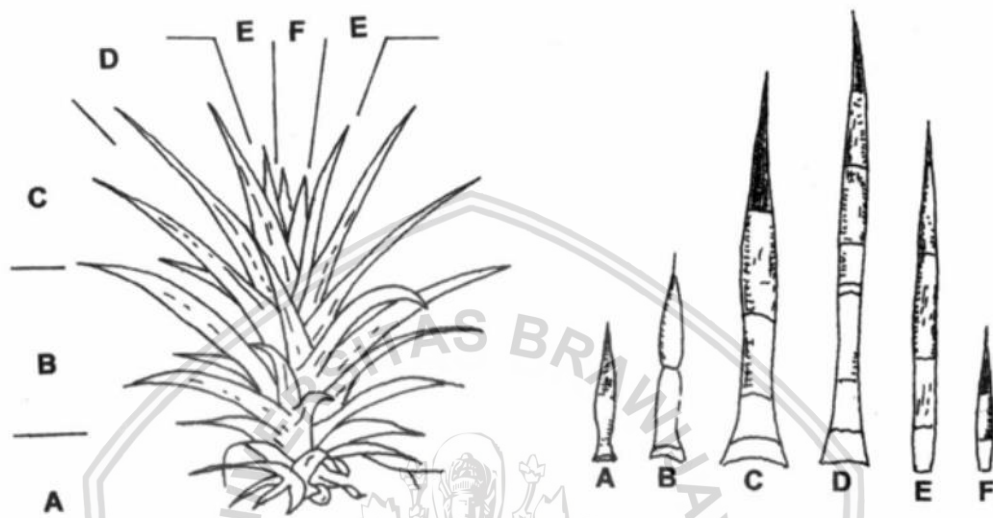
Ultisol adalah jenis tanah masam di daerah pertanian dataran tinggi (Leiwakabessy, 1989 dalam Ifansyah, 2013) dengan total luasan mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari luas daratan yang ada di Indonesia. Tanah yang terdapat di PT. GGP didominasi oleh Ultisol (Effendi *et al.*, 2015 dan Kusumaningtyas *et al.*, 2015). Ultisol yang terdapat di PT. GGP memiliki masalah kemasaman tanah (pH 4,3) dengan kriteria sangat masam, C-organik (2,28%) dan N total (0,24%) sedang, P tersedia (12,7 ppm) tinggi, K-dd (0,21 me 100 g⁻¹) dan Mg-dd (0,14 me 100 g⁻¹) rendah, Ca-dd (0,16 me 100 g⁻¹) dan KB (3,11%) sangat rendah, KTK sedang (17,20 me 100 g⁻¹), kejenuhan Al (77%) sangat tinggi dan kandungan besi (292,6 ppm) tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Adiningsih dan Mulyadi 1993 dalam Prasetyo dan Suriadikarta (2006) dan Syahputra *et al.* (2015) bahwa Ultisol memiliki kandungan hara rendah terutama P dan kation-kation dapat ditukar seperti Ca, Mg, Na, dan K, kadar Al tinggi, kapasitas tukar kation rendah, kejenuhan basa (KB) rendah, kandungan besi dan mangan mendekati batas meracuni tanaman. Tanah yang kaya dengan fraksi Fe mobil, penyerapan Fe berlebih dapat menyebabkan pengaruh toksik bagi tanaman. Kematian tanaman yang disebabkan oleh toksisitas besi sebagian besar terjadi pada tanah masam seperti Ultisol (Effendi *et al.*, 2015).

2.2 Morfologi Tanaman Nanas

Struktur morfologi utama tanaman nanas yaitu batang, daun, tangkai, mahkota, tunas dan akar adventif. Tangkai dan pembungaan berkembang dari meristem apikal. Sistem akar bersifat adventif, monokotil, dan dapat menyebar hingga 1-2 m secara horizontal dan 0,85 m ke dalam tanah. Pertumbuhan akar berlangsung setelah penanaman hingga berbunga (Hossain, 2016). Jumlah daun tanaman nanas berbeda-beda sesuai dengan varietasnya, namun secara umum sekitar 40-80.

Daun tanaman nanas tumbuh dari pangkal. Daun pada tanaman nanas dikelompokkan dari daun A hingga daun F. Daun A merupakan daun paling tua dan daun F merupakan daun baru yang baru tumbuh dari pangkal. Indikator status

unsur hara pada tanaman termasuk gejala defisiensi dapat diketahui dengan menganalisis daun D tanaman nanas. Daun D merupakan daun paling panjang diantara semua daun yang dianggap matang dan dapat diidentifikasi secara konsisten serta akurat kandungan unsur haranya (Bartholomew *et al.*, 2003) yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Distribusi daun tanaman nanas berdasarkan umur daun

2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Nanas

Tanaman nanas merupakan tanaman herba tahunan. Sesuai dengan pedoklimatik dan varietasnya, siklus rata-rata berlangsung selama 14 sampai 20 bulan. Nanas tumbuh pada berbagai garis lintang dari 30° LU di belahan bumi utara sampai 33° 58' S di belahan selatan. Nanas toleran di daerah yang memiliki kelembaban atmosfer yang relatif tinggi dan curah hujan rata-rata 760-1000 mm (Hossain, 2016). Nanas berkembang biak menjadi lebih baik di tanah dengan cahaya, teraerasi dan dikeringkan dengan baik, dengan pH 4,5 sampai 6,5 (Guinto dan Inciong, 2012). Suhu pertumbuhan optimal terletak antara 20 sampai 30°C dan lebih spesifik lagi pada suhu 23-24°C dengan suhu di malam hari sekitar 26°C (Bartholomew *et al.*, 2003).

Meskipun tanaman nanas resisten terhadap kekeringan, dampak kekeringan penting pada morfologi tanaman dan pertumbuhan. Pada musim kemarau, lebar daun muda, laju munculnya daun dan berat daun D berturut-turut berkurang. Namun, efek kekeringan bersifat reversibel, ketika air kembali tersedia, daun-

daun memenuhi kebutuhan airnya dan pertumbuhan akan kembali normal (Bartholomew *et al.*, 2003).

2.4 Peran Kalsium terhadap Tanaman Nanas

Unsur Ca merupakan unsur makro esensial yang tidak dapat digantikan keberadaannya oleh unsur hara lain. Unsur Ca diserap tanaman dalam bentuk Ca^{2+} . Menurut Easterwood (2002), pertumbuhan tanaman dan kualitas buah yang dihasilkan sangat terkait dengan ketersediaan unsur kalsium. Kekuatan dan ketebalan dinding sel meningkat dengan penambahan unsur Ca. Unsur Ca tidak dapat dimobilisasi dari jaringan yang lebih tua dan didistribusikan melalui floem (White dan Martin, 2003) sehingga jaringan tanaman yang lebih tua dapat mengandung Ca yang cukup banyak sedangkan bagian yang baru terbentuk mengalami defisiensi Ca.

Menurut White dan Martin (2003), kekurangan kalsium mempengaruhi penampilan daun, perubahan bentuk daun, dan ujung daun berwarna coklat atau hitam. Gejala visual kekurangan kalsium pada masa vegetatif menyebabkan warna daun tidak normal yaitu hijau abu-abu atau hijau kekuningan. Kekurangan Ca juga mengakibatkan sel-sel pada titik tumbuh gagal untuk membelah dan sel-sel lain terlepas karena dinding sel yang lemah. Daun baru mungkin tampak terputus atau tanpa ujung, menjadi tebal secara tidak normal dan memiliki garis-garis jaringan yang sejajar dengan panjangnya. Dalam beberapa kasus, defisiensi dapat mengakibatkan tanaman gagal menghasilkan pembungaan dan terus tumbuh secara vegetatif. Dalam kasus ini, daun menjadi semakin pendek saat mereka berkembang dan akar lebih tebal dari biasanya, akibatnya tanaman lebih sulit ditarik keluar dari tanah daripada tanaman biasa. Buah mungkin tidak normal dalam ukuran dan bentuknya (Bartholomew *et al.*, 2003).

Pengapuran dengan pemberian pupuk kalsium merupakan salah satu usaha dalam memperbaiki sifat kimia tanah yaitu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan dan meminimalkan unsur yang beracun bagi tanaman. Efek menguntungkan pengapuran tanah masam yaitu kenaikan pH tanah, menyuplai kalsium tanah, ketersediaan unsur hara esensial lainnya dan mengurangi kandungan mangan dan aluminium di tanah serta efek stimulasi kapur pada

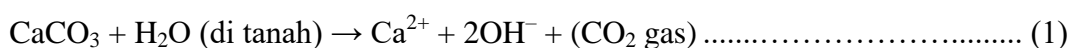
aktivitas mikroorganisme yang melepaskan unsur hara dari bahan organik (Buri *et al.*, 2005 dan Silva *et al.*, 2006).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, sebagian besar unsur hara tanaman tersedia secara optimal untuk tanaman dalam kisaran pH 6,5 sampai 7,5 karena kisaran pH ini umumnya sesuai untuk pertumbuhan akar. Nitrogen, Kalium, dan Sulfur adalah unsur hara tanaman utama yang kurang terpengaruh secara langsung oleh pH tanah daripada unsur lainnya. Ketersediaan Fosfor dipengaruhi oleh keadaan pH tanah, pada nilai pH basa ($\text{pH} > 7.5$), ion fosfat HPO_4^{2-} cenderung bereaksi cepat dengan kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) untuk membentuk senyawa yang kurang larut. Pada nilai pH masam, ion fosfat H_2PO_4^- bereaksi dengan aluminium (Al) dan zat besi (Fe) untuk membentuk senyawa yang kurang larut (Jensen, 2010).

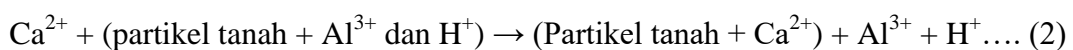
2.5 Efektivitas Pengapuran

2.5.1 Efek Aplikasi Kalsium pada Tanah Masam

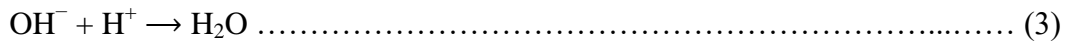
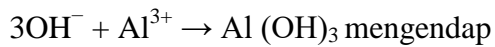
Kapur larut dalam air secara perlahan sehingga perlu digiling halus untuk menetralkan kemasaman tanah dalam waktu yang cepat. Perubahan kecil dalam ukuran partikel memiliki pengaruh besar pada waktu yang dibutuhkan untuk larut. Efektivitas tergantung pada kemurnian, ukuran kapur dan kehalusan tanah. Kemurnian kapur dinilai oleh pengukuran laboratorium dari *Calcium Carbonate Equivalent* (CCE). Semakin rendah nilai CCE, semakin banyak kapur yang diperlukan untuk menetralkan kemasaman tanah (Nduwumuremyi, 2013). Pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa batu kapur yang ditumbuk sampai ukuran 100 mesh, atau lebih halus, bereaksi cepat dalam menetralkan kemasaman tanah. Di sisi lain, ukuran 1-20 mesh batu kapur kelarutannya sangat lambat sehingga kurang efektif dalam meningkatkan pH tanah. Menurut Goulding (2016), bila kapur (CaCO_3) ditambahkan ke tanah yang lembab, reaksi berikut akan terjadi yaitu kapur dilarutkan (perlahan) oleh uap air di dalam tanah untuk menghasilkan Ca^{2+} dan hidroksida (OH^-):



Ca^{2+} yang baru terbentuk akan menukar Al^{3+} dan H^+ pada permukaan zona pertukaran ion dalam tanah masam:



OH^- yang dihasilkan kapur akan bereaksi dengan Al^{3+} untuk membentuk $\text{Al}(\text{OH})_3$, atau akan bereaksi dengan H^+ untuk membentuk H_2O .



Dengan demikian, pengapuran menghilangkan racun Al^{3+} dan H^+ melalui reaksi dengan OH^- . Kelebihan OH^- dari kapur akan meningkatkan pH tanah. Manfaat lain dari pengapuran adalah penambahan Ca^{2+} , serta Mg^{2+} jika dolomit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] yang digunakan. Kalsium dan magnesium adalah unsur hara esensial untuk pertumbuhan tanaman, namun seringkali terjadi kekurangan pada tanah masam (Kusumaningtyas *et al.*, 2003)

2.5.2 Efek Aplikasi Kalsium Terhadap Pertumbuhan Tanaman Nanas

Kalsium diserap tanaman dalam bentuk Ca^{2+} . Kalsium berfungsi dalam pembelahan sel, pengaturan permeabilitas sel serta pengaturan tata air dalam sel bersama dengan unsur K, perkecambahan biji, perkembangan benang sari dan perkembangan bintilakar rhizobium (Rosmarkam dan Yuwono, 2001). Pemberian kalsium pada budidaya tanaman nanas perlu memperhatikan kandungan kalsium pada tanah dan pH tanah karena apabila peningkatan pH mendekati netral atau basa dapat menyebabkan terserangnya penyakit busuk akar akibat serangan *Phytophthora* spp.

Beberapa penelitian menyebutkan aplikasi beberapa sumber kalsium tidak memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan, hasil dan kualitas buah nanas, namun pada tinggi tanaman, jumlah daun dan panjang daun D meningkat secara signifikan dengan bertambahnya usia tanaman (Razzaque dan Hanafi, 2000; Silva *et al.*, 2006). Hal ini dikarenakan tanaman nanas memiliki kebutuhan unsur Ca yang rendah pada pertumbuhan awal. Menurut Bartholomew *et al.* (2003), kebutuhan kalsium tanaman nanas paling banyak yaitu pada peralihan fase vegetatif ke generatif hingga proses pembentukan buah. Sesuai penelitian sebelumnya mengatakan bahwa pertumbuhan akar tanaman nanas berpengaruh positif terhadap aplikasi sumber kalsium pada fase generatif (Mite *et al.*, 2010).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca *Research and Development Departement* PT. GGP Lampung. Pengambilan sampel tanah berasal tanah ayakan PT. GGP Lampung. Analisis sampel dilakukan di laboratorium Sentral PT. GGP. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan September sampai dengan bulan Desember 2017.

3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan bahan penelitian

No.	Alat dan Bahan	Fungsi
1.	Cangkul	Mengambil sampel tanah
2.	Sekop	Memasukkan sampel tanah pada karung
3.	Karung	Membawa sampel tanah ke lokasi penelitian
4.	Ayakan (diameter lubang 1 cm)	Mengayak sampel tanah
5.	Penggaris	Mengukur panjang dan lebar daun
6.7.	Alat tulis	Mencatat hasil pengamatan
8.	Kamera	Dokumentasi
9.	Kaleng	Menyiram tanaman
10.	Semprotan	Aplikasi pupuk kalsium suspensi
11.	Gelas ukur	Mengukur volume air
12.	Timbangan	Menimbang tanah dan bibit
13.	Polibag	Tempat media tanam
14.	Tanah PT. GGP lolos ayakan 1 cm	Media tanam
15.	Pestisida	Mencegah bibit terserang hama dan penyakit
16.	Bibit <i>crown</i> tanaman nanas ukuran sedang varietas Smooth Cayenne klon GP3	Bahan tanam
17.	Pupuk Kalsium	Pupuk perlakuan
	- Dolomit	
	- Kalsium granul (Calcipril)	
	- Kalsium Suspensi (Topflow)	

3.3. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 18 perlakuan yang terdiri dari 3 jenis pupuk Kalsium dengan 6 dosis dan 3 kali ulangan (Lampiran 21), sehingga didapatkan 54 pot media tanam seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perlakuan Pupuk Kalsium

Perlakuan	Kode	Dosis/polibag
0 ton ha ⁻¹	D0	-
1 ton ha ⁻¹	D1	2,78g
2 ton ha ⁻¹	D2	5,56g
3 ton ha ⁻¹	D3	8,34g
4 ton ha ⁻¹	D4	11,10g
5 ton ha ⁻¹	D5	13,80g
0 kg ha ⁻¹	C0	-
100 kg ha ⁻¹	C1	0,27g
200 kg ha ⁻¹	C2	0,55g
300 kg ha ⁻¹	C3	0,83g
400 kg ha ⁻¹	C4	1,11g
500 kg ha ⁻¹	C5	1,38g
0 l ha ⁻¹	T0	-
75 l ha ⁻¹	T1	0,91 ml
100 l ha ⁻¹	T2	1,20 ml
125 l ha ⁻¹	T3	1,53 ml
150 l ha ⁻¹	T4	1,83 ml
175 l ha ⁻¹	T5	2,14 ml

Keterangan: D= Dolomit, C= Calcipril, T= Topflow

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengambilan sampel tanah dan pengayakan

Tanah yang digunakan adalah jenis Ultisol dari PT. GGP Lampung dengan kedalaman 10-15 cm telah kering udara dan lolos ayakan 1 cm.

3.4.2 Analisis Dasar

Sampel tanah digunakan untuk analisis dasar yaitu pH, KTK, KB, kadar air, tekstur, C-organik, N total, P tersedia, K-dd, Ca-dd, Mg-dd, Al-dd dan Fe di Laboratorium Sentral PT. GGP untuk mengetahui kandungan unsur hara dan sifat kimia tanahnya (Tabel 3).

3.4.3 Perlakuan Pupuk Dolomit, Calcipril dan Topflow

Pupuk dolomit dan Calcipril diaplikasikan dengan cara dibenamkan di tanah dan pupuk Topflow diaplikasikan dengan cara disemprotkan pada tanah sesuai dosis per polibag pada Lampiran 4.

3.4.4 Dipping

Sebelum menggunakan bibit nanas, bibit dicelupkan ke dalam 200 l air yang mengandung bahan aktif Supermertin 0,02 L dan Propoxur 0,03 l (insektisida) serta Fosetil AL 0,05 l dan Undustik 0,2 l (herbisida) untuk 1500-2000 bibit yang berfungsi untuk mencegah bibit nanas terhadap serangan hama dan penyakit.

3.4.5 Penanaman

Penanaman bibit nanas dilakukan dengan cara membenamkan bibit dengan kedalaman kurang lebih 5 cm (GGP, 2017).

3.4.6 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman yang dilakukan yaitu penyiraman dan penyiangan. Penyiraman disesuaikan dengan takaran yang ditentukan melalui kandungan air tanah kapasitas lapang pada tanah di polibag (Lampiran 5). Penyiangan dilakukan secara manual apabila diperlukan.

3.4.7 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan meliputi pengamatan tanah dan tanaman (Lampiran 22). Parameter pengamatan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter, metode dan waktu pengamatan

Obyek Pengamatan	Parameter	Metode	Waktu (BST)			
			0	1	2	3
Tanah	pH H ₂ O	<i>Glass electrode</i>	√	√	√	√
	N total	Kjeldahl	√	√	√	√
	P tersedia	Bray 1	√	√	√	√
	K-dd	Amonium Asetat 1 N, pH 7,0	√	√	√	√
	Ca-dd	Amonium Asetat 1 N, pH 7,0	√	√	√	√
	Mg-dd	Amonium Asetat 1 N, pH 7,0	√	√	√	√
	Fe tersedia	DTPA-AAS	√	√	√	√
	Al-dd	Volumetry	√	√	√	√
	KTK total	Volumetry	√	√	√	√
	KB	Perhitungan	√	√	√	√
Tanaman	Panjang daun D	Pengukuran		√	√	√
	Lebar daun D	Pengukuran		√	√	√
	Luas daun D	Pengukuran				√
	Jumlah daun	Perhitungan				√
	Selisih bobot total tanaman dengan bibit	Pengukuran	√			√

Keterangan: BST = bulan setelah tanam

3.5. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan sidik ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) berdasarkan metode Rancangan Acak Lengkap. Apabila didapatkan pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Analisis Dasar Tanah

Hasil analisis tanah menunjukkan nilai pH sebesar 4,3 dalam kriteria sangat masam. Hasil C-organik (2,28%), N total (0,24%) dan KTK (17,20 me 100 g⁻¹) dalam kriteria sedang. Namun, hasil ketersediaan fosfor dalam tanah sebesar 12,78 ppm dengan kriteria tinggi, K-dd (0,21 me 100 g⁻¹) dan Mg-dd (0,14 me 100 g⁻¹) kriteria rendah. Ca-dd (0,16 me 100 g⁻¹) dan KB (3,11%) dalam tanah sangat rendah. Namun hasil kejenuhan Aluminium (77%) sangat tinggi dan ketersediaan Fe (292,6 ppm) tinggi. Tekstur tanah di lahan PT. GGP yang digunakan untuk penelitian yaitu liat berpasir dengan kadar air sebesar 11,68%. Hasil analisis dasar tanah disajikan pada Tabel 4.

Tabel 1. Hasil Analisis Dasar Tanah

Parameter	Satuan	Hasil	Kriteria *)
pH H ₂ O	-	4,3	Sangat masam
C organik	%	2,28	Sedang
N total	%	0,24	Sedang
P tersedia	ppm	12,7	Tinggi
K-dd	me 100 g ⁻¹	0,21	Rendah
Ca-dd	me 100 g ⁻¹	0,16	Sangat rendah
Mg-dd	me 100 g ⁻¹	0,14	Rendah
Fe tersedia	ppm	292,6	Tinggi**)
Kejenuhan Al	%	77	Sangat tinggi
KTK total	me 100 g ⁻¹	17,20	Sedang
KB	%	3,11	Sangat rendah
Tekstur	%	Pasir 55 Debu 7 Liat 38	Liat berpasir
Kadar Air	%	11,68	-

Keterangan: *) kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009); **) kriteria berdasarkan Rosmarkam dan Yuwono (2002)

Jenis tanah yang digunakan sebagai bahan penelitian yaitu Ultisol. Ultisol memiliki permasalahan yaitu reaksi tanah masam dan kadar Al tinggi. Hal ini sesuai dengan Adiningsih dan Mulyadi, 1993 (*dalam* Prasetyo dan Suriadikarta 2006) bahwa Ultisol rendah kandungan hara terutama P dan kation-kation dapat ditukar seperti Ca, Mg, Na, dan K serta KTK rendah. Tanaman nanas toleran terhadap pH masam (4,5-6,5). Namun, apabila pH di bawah kisaran tersebut dapat mengakibatkan keracunan unsur aluminium sehingga perlu diaplikasikan pengapuran atau penambahan unsur kalsium sebagai upaya dalam mengurangi

kejenuhan aluminium dalam tanah. Tindakan pengapuran dapat meningkatkan pH tanah, menyuplai kalsium tanah dan ketersediaan unsur hara esensial lainnya serta dapat mengurangi unsur beracun bagi tanaman seperti aluminium dan besi di tanah (Buri *et al.*, 2005 dan Silva *et al.*, 2006).

4.2. Pengaruh Pupuk Kalsium terhadap pH, KTK, KB, Kejenuhan Aluminium dan Fe di Tanah

4.2.1 pH Tanah

pH tanah merupakan variabel utama yang dapat mempengaruhi setiap proses yang terjadi dalam tanah. Mobilitas unsur hara di dalam tanah sangat tergantung pada pH tanah (Kamble *et al.*, 2013). Analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kalsium berpengaruh nyata terhadap pH tanah pada semua waktu pengamatan (Lampiran 6). Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa perlakuan D5 menunjukkan hasil pH tanah yang paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya pada waktu pengamatan 1 dan 3 BST dan pada 2 BST menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan D1, D2, D3, T1, T2, T3, dan T4. Perlakuan D5 menunjukkan kriteria masam pada 1 BST dan 3 BST, meningkat dari analisis tanah dasar dengan kriteria sangat masam (Tabel 4). Meskipun pada 2 BST masih menunjukkan kriteria yang sangat masam, namun mengalami peningkatan nilai pH dibandingkan dengan hasil analisis dasar pH tanah. Pada 1 dan 2 BST semua perlakuan mengalami penurunan nilai pH dibandingkan pH tanah awal kecuali perlakuan D5. Hal ini diduga karena pengaruh aktivitas akar sehingga menyumbang ion H^+ yang dapat menurunkan pH tanah (Rosmarkam dan Yuwono, 2001). Namun, perlakuan D5 mampu meningkatkan pH tanah meskipun terdapat aktivitas akar yang disebabkan oleh aplikasi pupuk kalsium menggunakan dosis tinggi sehingga banyaknya kation basa (Ca^{2+}) mampu meningkatkan pH tanah akibat reaksi dengan air. Pada 3 BST, semua perlakuan pupuk kalsium mengalami kenaikan nilai pH dari 1 dan 2 BST meskipun masih di bawah nilai pH pada tanah dasar. Namun, perlakuan D3, D4 dan D5 dapat meningkatkan pH tanah dibandingkan dengan tanah dasar. Hal ini dikarenakan pupuk dolomit yang diberikan bereaksi lebih cepat dibandingkan dengan jenis pupuk lainnya. Berdasarkan ukurannya, pupuk dolomit memiliki kehalusan yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis lainnya (Lampiran 2).

Tabel 2. Pengaruh pupuk Kalsium terhadap pH tanah

Perlakuan	pH								
	1 BST	kriteria	2 BST	kriteria	3 BST	kriteria			
D0	3,9	ab	sm	4,1	ab	sm	3,9	a	sm
D1	4,0	bc	sm	4,4	de	sm	4,1	abc	sm
D2	4,2	d	sm	4,4	de	sm	4,4	de	sm
D3	4,2	d	sm	4,3	cd	sm	4,5	ef	sm
D4	4,4	e	sm	4,3	cd	sm	4,6	f	m
D5	4,7	f	m	4,5	e	sm	4,9	g	m
C0	3,8	a	sm	4,0	a	sm	4,0	ab	sm
C1	4,0	bc	sm	4,0	a	sm	3,9	a	sm
C2	3,8	a	sm	4,0	a	sm	4,2	bcd	sm
C3	3,8	a	sm	4,0	a	sm	4,1	abc	sm
C4	3,9	ab	sm	4,0	a	sm	4,1	abc	sm
C5	4,0	bc	sm	4,1	ab	sm	4,0	ab	sm
T0	3,9	ab	sm	4,2	bc	sm	3,9	a	sm
T1	4,1	cd	sm	4,3	cd	sm	4,2	bcd	sm
T2	4,0	bc	sm	4,3	cd	sm	4,0	ab	sm
T3	4,2	d	sm	4,3	cd	sm	4,0	ab	sm
T4	4,1	cd	sm	4,3	cd	sm	4,1	abc	sm
T5	4,1	cde	sm	4,1	abc	sm	4,3	cd	sm

Keterangan: Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009); sm = sangat masam; m = masam; Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5% ($p=0,05$); BST = bulan setelah tanam; D0 = kontrol, D1= dolomit dosis 1 ton ha⁻¹, D2 = dolomit dosis 2 ton ha⁻¹, D3 = dolomit dosis 3 ton ha⁻¹, D4 = dolomit dosis 4 ton ha⁻¹, D5 = dolomit dosis 5 ton ha⁻¹, C0 = kontrol, C1= Calcipril dosis 100 kg ha⁻¹, C2 = Calcipril dosis 200 kg ha⁻¹, C3 = Calcipril dosis 300 kg ha⁻¹, C4 = Calcipril dosis 400 kg ha⁻¹, C5 = Calcipril dosis 500 kg ha⁻¹, T0 = kontrol, T1= Topflow dosis 75 l ha⁻¹, T2 = Topflow dosis 100 l ha⁻¹, T3 = Topflow dosis 125 l ha⁻¹, T4 = Topflow dosis 150 l ha⁻¹, T5 = Topflow dosis 175 l ha⁻¹

Aplikasi pupuk kalsium sesuai dengan kandungan Al-dd dapat berfungsi dalam menaikkan pH tanah. Tujuan utama aplikasi kalsium yaitu menurunkan kejenuhan Al sehingga penambahan dosis kalsium hanya sebatas hingga pH mendekati netral karena apabila pH alkalis (>7,5) dapat menurunkan ketersediaan unsur hara seperti unsur P membentuk senyawa yang kurang larut (Jensen, 2010). Kandungan kalsium (Ca) mampu melepaskan ion Al³⁺ yang dapat mengakibatkan tanah bereaksi masam. Menurut Goulding (2016), skala pH adalah logaritma yang menurut teori yaitu tanah dengan pH 5 memiliki aktivitas ion H⁺ sepuluh kali lebih besar dibandingkan dengan pH 6. Ketersediaan unsur hara makro dan mikro juga dapat dipengaruhi oleh pH tanah. Ketersediaan unsur hara makro lebih tersedia pada pH 6 hingga 7, sedangkan unsur hara mikro lebih tersedia pada pH

kurang dari 5 seperti Fe dan Mn. Namun, ketersediaan masing-masing unsur hara memiliki pH optimum yang dibutuhkan sesuai dengan Tabel 6.

Tabel 3. Nilai pH tanah yang optimum untuk ketersediaan unsur hara

N	P	K dan S	Ca dan Mg	Fe	Mn	B, Cu dan Zn	Mo
6-8	6,5-7,5	>6	7-8,5	<6	5-6,5	5-7	>7

Sumber: Foth, 1990 dalam Goulding (2016).

Tanah yang memiliki pH rendah juga dapat terjadi akibat reaksi Alumunium dengan air. Apabila tanah memiliki kandungan Alumunium yang tinggi dapat mengakibatkan keracunan pada tanaman. Namun, tanaman nanas merupakan salah satu tanaman yang toleran terhadap tanah masam, yaitu dengan pH 4,5-6,5 (Guinto dan Inciong, 2012). Berdasarkan kesesuaian pH tanah untuk tanaman nanas, perlakuan pupuk dolomit dengan dosis 5 ton ha⁻¹ dapat memberikan peningkatan pH sesuai dengan syarat tumbuh tanaman nanas dari kriteria sangat masam menjadi masam jika dibandingkan dengan hasil analisis dasar tanah awal sebelum aplikasi pupuk kalsium yaitu 4,3 (Tabel 4). Aplikasi pupuk kalsium dengan jenis dan dosis yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda pula terhadap pH tanah. Pupuk kalsium atau kapur sulit larut dalam air, sehingga perlu ditumbuk halus agar dapat meningkatkan pH tanah. Efektivitas pupuk kalsium tergantung dengan ukuran dan nilai kemurnian kapur atau yang sering disebut nilai kalsium karbonat ekuivalen (CCE). Semakin halus pupuk kalsium dapat bereaksi lebih cepat dan semakin tinggi nilai CCE, semakin sedikit pula yang dibutuhkan untuk meningkatkan pH sesuai dengan pH yang diinginkan. Dalam penelitian efektifitas dolomit (NV) yaitu 54% sedangkan Topflow 56% dan Calcipril 52%.

4.2.2 KTK Tanah

KTK (Kapasitas Tukar Kation) merupakan sifat kimia yang berhubungan dengan kesuburan tanah. Kemampuan dalam menyerap dan menyediakan unsur hara dapat diketahui dengan nilai KTK tanah. Menurut Lorandi (2012), KTK dapat digunakan dalam karakteristik dan studi kesuburan tanah termasuk dalam menentukan kebutuhan pupuk. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kalsium tidak berpengaruh nyata terhadap KTK tanah pada 1 BST dan berpengaruh nyata pada pengamatan 2 dan 3 BST (Lampiran 7). Meskipun KTK pada 1 BST tidak berbeda nyata, namun KTK mengalami peningkatan

dibandingkan dengan KTK tanah awal. Hal ini dikarenakan terdapat penambahan kation Ca^{2+} dan Mg^{2+} (dolomit) yang diberikan sehingga dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap dan melepaskan kation tersebut. Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa pada pengamatan 1 BST masuk dalam kriteria tinggi. Pada pengamatan 2 BST, perlakuan C2 menunjukkan kriteria sangat tinggi meskipun tidak berbeda nyata dengan D5, C1, C4, C5, dan T0. Pada pengamatan 3 BST, perlakuan C5 menunjukkan kriteria tinggi meskipun menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dengan perlakuan D5, C1, C2, C3, C4, C5, T0, T1, T3, T4 dan T5 yang masuk dalam kriteria sedang.

Tabel 4. Pengaruh pupuk Kalsium terhadap KTK tanah

Perlakuan	KTK ($\text{me } 100 \text{ g}^{-1}$)					
	1 BST	kriteria	2 BST	kriteria	3 BST	kriteria
D0	25,21	t	26,60	abc t	15,68	a r
D1	28,85	t	19,85	ab sd	15,61	a r
D2	26,79	t	16,82	a r	16,02	a r
D3	22,73	t	24,53	abc sd	18,15	ab sd
D4	27,29	t	27,89	abc t	18,46	ab sd
D5	26,93	t	29,11	abcd t	23,59	bcde sd
C0	26,46	t	22,92	abc t	20,16	abc sd
C1	26,30	t	30,42	abcd t	24,72	cde sd
C2	28,42	t	42,01	d st	25,45	cde t
C3	31,62	t	24,58	abc sd	26,40	de t
C4	31,41	t	31,34	bcd t	24,73	cde sd
C5	28,69	t	31,66	bcd t	28,24	e t
T0	22,39	t	34,55	cd t	22,11	bcde sd
T1	27,66	t	24,63	abc sd	23,94	bcde sd
T2	27,39	t	27,02	abc t	22,03	bcd sd
T3	30,12	t	28,88	abc t	24,60	cde sd
T4	24,82	t	26,93	abc t	22,21	bcde sd
T5	26,78	t	27,23	abc t	22,77	bcde sd

Keterangan: Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009); r = rendah; sd = sedang; t = tinggi; st = sangat tinggi; Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5% ($p=0,05$); BST = bulan setelah tanam; D0 = kontrol, D1= dolomit dosis 1 ton ha^{-1} , D2 = dolomit dosis 2 ton ha^{-1} , D3 = dolomit dosis 3 ton ha^{-1} , D4 = dolomit dosis 4 ton ha^{-1} , D5 = dolomit dosis 5 ton ha^{-1} , C0 = kontrol, C1= Calcipril dosis 100 kg ha^{-1} , C2 = Calcipril dosis 200 kg ha^{-1} , C3 = Calcipril dosis 300 kg ha^{-1} , C4 = Calcipril dosis 400 kg ha^{-1} , C5 = Calcipril dosis 500 kg ha^{-1} , T0 = kontrol, T1= Topflow dosis 75 l ha^{-1} , T2 = Topflow dosis 100 l ha^{-1} , T3 = Topflow dosis 125 l ha^{-1} , T4 = Topflow dosis 150 l ha^{-1} , T5 = Topflow dosis 175 l ha^{-1}

KTK tanah di lokasi penelitian dapat dipengaruhi oleh tekstur dan bahan organik yang terkandung dalam tanah. Pada tanah bertekstur liat, akan memiliki nilai KTK lebih besar dibandingkan dengan tanah yang bertekstur pasir. Tanah

dengan KTK tinggi belum tentu dapat dikatakan sebagai tanah yang subur. Hal ini dikarenakan tanah dengan KTK tinggi dapat didominasi oleh unsur Al dan H sehingga dapat mengurangi kesuburan tanah (Hardjowigeno, 2010). Namun, apabila tanah dengan KTK tinggi didominasi oleh kation basa seperti Ca, Mg, K dan Na dapat meningkatkan kesuburan tanah. Nilai KTK tanah pada beberapa perlakuan mengalami penurunan dari 1 hingga 3 BST. Hal ini dimungkinkan terdapat aktivitas akar tanaman (*rizhosfer*) sehingga melepaskan ion H^+ yang dapat menurunkan pH tanah sehingga berpengaruh terhadap nilai KTK. Menurut Rosmarkam dan Yuwono (2001), penurunan dapat disebabkan oleh akar tanaman yang melakukan proses pernafasan sehingga mengeluarkan unsur CO_2 , apabila bereaksi dengan air dapat melepaskan unsur H^+ yang dapat menurunkan pH tanah.

4.2.3 Kejenuhan Basa Tanah (KB)

Kejenuhan basa menunjukkan perbandingan kation-kation basa dengan jumlah semua kation yang terdapat dalam kompleks jerapan tanah. Kejenuhan basa menentukan ketersediaan kation basa untuk serapan tanaman dan sangat mempengaruhi pH tanah (Nduwumuremyi *et al.*, 2013). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kalsium berpengaruh nyata terhadap KB tanah pada 1, 2 dan 3 BST (Lampiran 8). Berdasarkan Tabel 8, perlakuan D5 menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dengan perlakuan D3 dan D4 pada 1 dan 3 BST serta tidak berbeda nyata dengan perlakuan D2, D3 dan D4 pada 2 BST. Kriteria KB pada setiap waktu pengamatan yaitu sangat rendah pada semua perlakuan. Perlakuan dolomit mampu meningkatkan KB tanah dari KB tanah dasar dibandingkan perlakuan jenis kapur lainnya pada 1, 2 dan 3 BST. Hal ini dikarenakan penggunaan pupuk dolomit mampu bereaksi lebih cepat dibandingkan pupuk Calcipril dan pupuk Topflow karena pupuk dolomit memiliki tingkat kehalusan (60 mesh) yang lebih tinggi dibandingkan pupuk lainnya. Selain itu, pupuk dolomit memiliki kandungan kation Mg^{2+} paling banyak diantara pupuk lainnya sehingga mampu dalam meningkatkan KB dalam tanah (Lampiran 2). Kejenuhan basa berkaitan erat dengan pH tanah sehingga apabila tanah memiliki pH rendah mempunyai kejenuhan basa yang rendah begitu pula sebaliknya.

Tabel 5. Pengaruh pupuk Kalsium terhadap Kejenuhan Basa dalam tanah

Perlakuan	Kejenuhan Basa (KB) (%)										
	1 BST		kriteria		2 BST		kriteria		3 BST		kriteria
D0	4,35	a	sr	3,95	abc	sr	5,32	a	sr		
D1	5,16	a	sr	8,30	de	sr	8,21	b	sr		
D2	7,42	ab	sr	10,75	ef	sr	10,53	bc	sr		
D3	14,28	c	sr	10,64	ef	sr	12,26	cd	sr		
D4	12,74	bc	sr	10,01	ef	sr	15,05	d	sr		
D5	15,76	c	sr	12,88	f	sr	15,00	d	sr		
C0	3,78	a	sr	3,69	ab	sr	4,10	a	sr		
C1	3,62	a	sr	2,83	a	sr	2,81	a	sr		
C2	2,85	a	sr	1,95	a	sr	2,53	a	sr		
C3	3,01	a	sr	3,58	a	sr	2,92	a	sr		
C4	2,92	a	sr	2,59	a	sr	2,99	a	sr		
C5	4,70	a	sr	3,96	abc	sr	2,63	a	sr		
T0	6,48	a	sr	2,68	a	sr	3,53	a	sr		
T1	7,09	ab	sr	5,73	abcd	sr	4,07	a	sr		
T2	7,13	ab	sr	5,54	abcd	sr	4,92	a	sr		
T3	7,77	ab	sr	5,27	abcd	sr	3,14	a	sr		
T4	7,55	ab	sr	7,52	bcde	sr	5,28	a	sr		
T5	7,09	ab	sr	7,74	cde	sr	4,77	a	sr		

Keterangan: Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009); sr = sangat rendah; Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5% ($p=0,05$); BST = bulan setelah tanam; D0 = kontrol, D1= dolomit dosis 1 ton ha⁻¹, D2 = dolomit dosis 2 ton ha⁻¹, D3 = dolomit dosis 3 ton ha⁻¹, D4 = dolomit dosis 4 ton ha⁻¹, D5 = dolomit dosis 5 ton ha⁻¹, C0 = kontrol, C1= Calcipril dosis 100 kg ha⁻¹, C2 = Calcipril dosis 200 kg ha⁻¹, C3 = Calcipril dosis 300 kg ha⁻¹, C4 = Calcipril dosis 400 kg ha⁻¹, C5 = Calcipril dosis 500 kg ha⁻¹, T0 = kontrol, T1= Topflow dosis 75 l ha⁻¹, T2 = Topflow dosis 100 l ha⁻¹, T3 = Topflow dosis 125 l ha⁻¹, T4 = Topflow dosis 150 l ha⁻¹, T5 = Topflow dosis 175 l ha⁻¹

Hasil KB rendah pada tanah sangat masam berpotensi dengan keracunan Al dan Mn sedangkan KB yang tinggi dapat meningkatkan ketersediaan Ca, Mg dan K dan mencegah penurunan nilai pH. Aplikasi dolomit 5 ton ha⁻¹, dapat memberikan hasil yang tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya meskipun tidak berbeda nyata dengan beberapa perlakuan dolomit. Perlakuan pupuk Calcipril menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada setiap waktu pengamatan. Hal ini diduga karena pupuk Calcipril berbentuk granul sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk dapat bereaksi. Kriteria KB pada menunjukkan sangat rendah dikarenakan pH tanah masih dalam kategori sangat masam hingga masam. Menurut Nduwumuremyi *et al.* (2013), KB yang rendah (<25%) adalah indikasi tanah yang sangat masam dan terdapat aktivitas Al³⁺ yang cukup tinggi sehingga dapat menyebabkan keracunan.

4.2.4 Kejenuhan Aluminium dalam Tanah

Kejenuhan Aluminium dapat digunakan sebagai indikator keracunan Al dalam tanah. Ion Al telah terbukti beracun bagi tanaman, berawal dari penghambatan perpanjangan akar hingga menghancurkan struktur sel akar yang dapat mempengaruhi penyerapan air dan unsur hara terutama unsur Ca, Mg, Mo dan P kurang tersedia (Gergichevich *et al.*, 2010 dan Zheng, 2010). Analisis ragam menunjukkan bahwa pada ketiga pengamatan menunjukkan pengaruh nyata dengan adanya aplikasi pupuk kalsium (Lampiran 14). Berdasarkan Tabel 9, perlakuan D5 menunjukkan kejenuhan Al tidak berbeda nyata dengan perlakuan D4 pada 1 BST dan pada pengamatan 2 dan 3 BST menunjukkan hasil yang paling rendah diantara perlakuan lainnya. Perlakuan D5 masuk dalam kriteria rendah pada 1 dan 3 BST sedangkan pada 2 BST masuk dalam kriteria sedang.

Tabel 6. Pengaruh pupuk Kalsium terhadap Kejenuhan Alumunium dalam tanah

Perlakuan	Kejenuhan Alumunium (%)					
	1 BST	kriteria	2 BST	kriteria	3 BST	kriteria
D0	60 fg	st	63 efg	st	64 efgh	st
D1	48 cdef	st	59 def	st	57 ef	st
D2	39 bcd	t	47 c	st	44 d	st
D3	32 b	t	31 b	t	32 c	t
D4	18 a	sd	26 b	t	21 b	t
D5	10 a	r	15 a	sd	10 a	r
C0	60 fg	st	71 g	st	67 fgh	st
C1	53 efg	st	72 g	st	67 fgh	st
C2	51 cdef	st	73 g	st	72 h	st
C3	52 def	st	71 g	st	68 fgh	st
C4	53 efg	st	72 g	st	68 fgh	st
C5	49 cdef	st	65 fg	st	71 gh	st
T0	65 g	st	69 fg	st	73 h	st
T1	48 cdef	st	53 cde	st	61 efg	st
T2	47 cde	st	49 cd	st	57 ef	st
T3	39 bcd	t	53 cde	st	72 h	st
T4	46 cde	st	44 c	st	54 e	st
T5	42 bcde	st	42 c	st	58 ef	st

Keterangan: Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009); r = rendah; sd = sedang; t = tinggi; st = sangat tinggi; Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5% ($p=0,05$); BST = bulan setelah tanam; D0 = kontrol, D1= dolomit dosis 1 ton ha⁻¹, D2 = dolomit dosis 2 ton ha⁻¹, D3 = dolomit dosis 3 ton ha⁻¹, D4 = dolomit dosis 4 ton ha⁻¹, D5 = dolomit dosis 5 ton ha⁻¹, C0 = kontrol, C1= Calcipril dosis 100 kg ha⁻¹, C2 = Calcipril dosis 200 kg ha⁻¹, C3 = Calcipril dosis 300 kg ha⁻¹, C4 = Calcipril dosis 400 kg ha⁻¹, C5 = Calcipril dosis 500 kg ha⁻¹, T0 = kontrol, T1= Topflow dosis 75 l ha⁻¹, T2 = Topflow dosis 100 l ha⁻¹, T3 = Topflow dosis 125 l ha⁻¹, T4 = Topflow dosis 150 l ha⁻¹, T5 = Topflow dosis 175 l ha⁻¹

Salah satu penyebab tanah masam yaitu reaksi ion aluminium dengan air. Aluminium dalam tanah akan dilarutkan dalam bentuk ion terutama ketika pH tanah di bawah 5. Keracunan aluminium dengan kombinasi pH rendah adalah salah satu alasan utama yang membuat tanah masam tidak sesuai untuk pertumbuhan beberapa tanaman tropis (Nduwumuremyi, 2013). Selain itu, adanya kandungan Al pada jaringan tanaman dapat mengakibatkan penurunan kandungan unsur hara daun seperti Ca^{2+} dan Mg^{2+} serta kerusakan pada kloroplas dan membran mitokondria (Gergichevich *et al.*, 2010).

Aplikasi pupuk kalsium dengan dosis tertentu pada tanah masam dapat menaikkan pH tanah sesuai dengan pH yang dibutuhkan oleh tanaman. Kenaikan pH tanah juga berfungsi untuk mengurangi kadar aluminium dalam tanah. Perlakuan dolomit dengan dosis 5 ton ha^{-1} dapat mengurangi kejenuhan aluminium dari kriteria sangat tinggi menjadi sedang hingga rendah. Hasil penelitian Ermadani (2010) menunjukkan bahwa peningkatan pH tanah dapat sekaligus menekan kelarutan Al dengan pemberian kapur seperti dolomit. Setelah enam tahun aplikasi, kapur masih memiliki efek positif pada pH tanah dan mengurangi persentase aluminium di tanah dengan kedalaman 0-10 cm (Edwards *et al.*, 2009). Adanya penambahan kapur dalam tanah dapat menurunkan aktivitas ion Al karena mengendap sebagai $\text{Al}(\text{OH})_3$ (Tisdale *et al.*, 1993 dalam Ermadani, 2010). Penelitian lain juga menyebutkan bahwa apabila pH meningkat, Al^{3+} dapat ditukar sebagai Al hidroksil yang tidak larut dengan persamaan $\text{Al}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Al}(\text{OH})_2 + \text{H}^+$ (Nduwumuremyi, 2013).

4.3.1 Fe (besi) dalam Tanah

Fe (besi) merupakan salah satu unsur mikro yang dibutuhkan tanaman. Namun, apabila jumlah besi di tanah terlalu banyak, dapat menimbulkan keracunan pada tanaman. Salah satu ciri tanaman keracunan unsur Fe yaitu terhambatnya pertumbuhan akar sehingga penyerapan unsur hara yang dibutuhkan tanaman terganggu. Menurut Effendi (2015), terhambatnya pertumbuhan akar tanaman nanas dengan meningkatnya konsentrasi besi dalam larutan hara terjadi pada ujung akar yang berwarna kecoklatan disertai munculnya endapan besi ferri (Fe^{3+}). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kalsium berpengaruh nyata terhadap ketersediaan Fe tanah pada semua pengamatan

(Lampiran 15). Berdasarkan Tabel 10 dapat dilihat bahwa perlakuan D5 menunjukkan hasil ketersediaan Fe yang rendah meskipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan D4, T3 dan T4 pada 1 BST serta tidak berbeda nyata dengan perlakuan D4 pada 2 BST. Pada waktu pengamatan 3 BST, ketersediaan Fe semakin menurun pada semua perlakuan dikarenakan Fe merupakan unsur hara mikro yang dibutuhkan tanaman sehingga adanya penurunan ketersediaan Fe dimungkinkan diserap oleh tanaman.

Tabel 7. Pengaruh pupuk Kalsium terhadap Ketersediaan Fe dalam tanah

Perlakuan	Fe tersedia (ppm)									
	1 BST			kriteria		2 BST		3 BST		kriteria
D0	306,9	efg	t	290,5	def	t	83,5	abc	sd	
D1	273,3	de	t	303,6	defgh	t	91,5	c	sd	
D2	239,1	cd	sd	256,0	cd	t	87,3	abc	sd	
D3	215,4	bc	sd	284,2	de	t	85,7	abc	sd	
D4	134,4	a	sd	193,4	ab	sd	77,4	ab	sd	
D5	125,7	a	sd	152,0	a	sd	76,4	a	sd	
C0	338,6	fg	t	358,6	hi	t	90,5	c	sd	
C1	330,4	efg	t	352,4	ghi	t	95,1	cd	sd	
C2	307,9	efg	t	303,7	defgh	t	89,7	bc	sd	
C3	346,3	fg	t	352,7	ghi	t	85,4	abc	sd	
C4	366,6	g	t	344,8	fghi	t	86,7	abc	sd	
C5	292,4	def	t	326,0	efghi	t	105,0	de	sd	
T0	347,6	fg	t	369,7	i	t	120,1	f	sd	
T1	236,5	cd	sd	297,3	defg	t	104,1	de	sd	
T2	208,2	bc	sd	297,7	defg	t	106,0	de	sd	
T3	164,8	ab	sd	290,7	def	t	114,4	ef	sd	
T4	181,9	abc	sd	226,6	bc	sd	108,1	e	sd	
T5	203,1	bc	sd	206,9	bc	sd	123,5	f	sd	

Keterangan: Kriteria menurut Rosmarkam dan Yuwono (2002) ; sd = sedang; t = tinggi; Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5% ($p=0,05$); BST = bulan setelah tanam; D0 = kontrol, D1= dolomit dosis 1 ton ha⁻¹, D2 = dolomit dosis 2 ton ha⁻¹, D3 = dolomit dosis 3 ton ha⁻¹, D4 = dolomit dosis 4 ton ha⁻¹, D5 = dolomit dosis 5 ton ha⁻¹, C0 = kontrol, C1= Calcipril dosis 100 kg ha⁻¹, C2 = Calcipril dosis 200 kg ha⁻¹, C3 = Calcipril dosis 300 kg ha⁻¹, C4 = Calcipril dosis 400 kg ha⁻¹, C5 = Calcipril dosis 500 kg ha⁻¹, T0 = kontrol, T1= Topflow dosis 75 l ha⁻¹, T2 = Topflow dosis 100 l ha⁻¹, T3 = Topflow dosis 125 l ha⁻¹, T4 = Topflow dosis 150 l ha⁻¹, T5 = Topflow dosis 175 l ha⁻¹

Salah satu tujuan pemberian bahan kapur pada tanah masam yaitu untuk mengurangi unsur besi di tanah yang dapat meracuni tanaman. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa pemberian kapur pada tanah masam dapat menurunkan kandungan besi di tanah secara signifikan (Barman *et al.*, 2014). Penurunan kandungan besi dalam tanah dapat terjadi apabila pH meningkat

dengan pemberian dosis yang sesuai. Hal ini juga didukung dengan penelitian lain bahwa pemberian kapur kalsit sebanyak 2 dan 3 ton ha⁻¹ dapat mengurangi unsur besi di tanah dari 463,34 ppm menjadi 368,50 ppm pada kedalaman 0-20 cm dengan pH 6,05 (Widiarso *et al.*, 2017).

4.3. Pengaruh Pupuk Kalsium terhadap Unsur Hara Makro N total dan P tersedia di Tanah

4.3.1. N total Tanah

Nitrogen diperlukan oleh tanaman nanas dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan dengan unsur hara yang lain. Apabila tanaman nanas kekurangan unsur N akan berdampak pada jumlah dan ukuran daun. Tanaman nanas akan mengindikasikan perubahan warna daun apabila kekurangan unsur ini. Warna daun tanaman nanas akan berubah menjadi kuning pada bagian daun muda dan daun tua akan tetap berwarna hijau meskipun mengindikasikan kekurangan unsur nitrogen (Bartholomew *et al.*, 2003). Analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kalsium tidak berpengaruh nyata terhadap N total tanah pada pengamatan 1 BST dan 3 BST serta berpengaruh nyata pada 2 BST (Lampiran 9), namun pada semua perlakuan setiap pengamatan masuk dalam kriteria rendah kecuali perlakuan C0 pada pengamatan 1 BST (Tabel 11). Aplikasi pupuk kalsium pada ketiga waktu pengamatan menurunkan N total dalam tanah dibandingkan kandungan N total tanah dasar (0,24%) dari kriteria sedang menjadi rendah. Kandungan N total tanah semakin menurun dengan semakin lamanya waktu pengamatan. Hal ini dikarenakan pada 3 BST, tanaman semakin besar dan membutuhkan unsur nitrogen yang semakin banyak pula. Cadangan unsur hara pada pangkal mahkota *crow*n nanas (bibit) semakin berkurang karena digunakan untuk proses pertumbuhan tanaman nanas dan tidak terdapat penambahan sumber nitrogen dalam tanah seperti pemupukan. Selain itu, kebutuhan nitrogen dan kalium tanaman nanas rendah hingga empat bulan setelah tanam (Bartholomew *et al.*, 2003) sehingga meskipun kandungan N total tanah semakin rendah, tanaman nanas tidak menunjukkan gejala kekurangan unsur hara N. Namun, setelah empat bulan setelah tanam, tanaman nanas membutuhkan unsur N yang lebih besar hingga fase generatif sehingga perlu penambahan unsur N dan K untuk menunjang pertumbuhan tanaman nanas.

Tabel 8. Pengaruh pupuk Kalsium terhadap N total tanah

Perlakuan	N-total (%)						
	1 BST	kriteria	2 BST	kriteria	3 BST	kriteria	
D0	0,19	r	0,14	abc	r	0,15	r
D1	0,18	r	0,15	abcd	r	0,14	r
D2	0,19	r	0,15	abcd	r	0,14	r
D3	0,19	r	0,16	d	r	0,15	r
D4	0,18	r	0,15	bcd	r	0,16	r
D5	0,20	r	0,16	cd	r	0,11	r
C0	0,22	sd	0,16	cd	r	0,16	r
C1	0,19	r	0,15	abcd	r	0,14	r
C2	0,19	r	0,14	abc	r	0,13	r
C3	0,20	r	0,14	ab	r	0,14	r
C4	0,20	r	0,15	abcd	r	0,13	r
C5	0,20	r	0,15	bcd	r	0,14	r
T0	0,19	r	0,15	abcd	r	0,14	r
T1	0,20	r	0,15	abcd	r	0,14	r
T2	0,20	r	0,15	abcd	r	0,14	r
T3	0,17	r	0,14	abcd	r	0,14	r
T4	0,19	r	0,14	a	r	0,14	r
T5	0,20	r	0,15	abcd	r	0,14	r

Keterangan: Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009); r = rendah; sd = sedang; Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5% ($p=0,05$); BST = bulan setelah tanam; D0 = kontrol, D1= dolomit dosis 1 ton ha⁻¹, D2 = dolomit dosis 2 ton ha⁻¹, D3 = dolomit dosis 3 ton ha⁻¹, D4 = dolomit dosis 4 ton ha⁻¹, D5 = dolomit dosis 5 ton ha⁻¹, C0 = kontrol, C1= Calcipril dosis 100 kg ha⁻¹, C2 = Calcipril dosis 200 kg ha⁻¹, C3 = Calcipril dosis 300 kg ha⁻¹, C4 = Calcipril dosis 400 kg ha⁻¹, C5 = Calcipril dosis 500 kg ha⁻¹, T0 = kontrol, T1= Topflow dosis 75 l ha⁻¹, T2 = Topflow dosis 100 l ha⁻¹, T3 = Topflow dosis 125 l ha⁻¹, T4 = Topflow dosis 150 l ha⁻¹, T5 = Topflow dosis 175 l ha⁻¹

Aplikasi sumber kalsium yang berbeda menunjukkan jumlah nitrogen masih dalam kriteria yang sama dan tidak meningkatkan jumlah nitrogen dibandingkan tanah dasar. Namun, penelitian sebelumnya menyatakan bahwa aplikasi kapur signifikan meningkatkan unsur N dalam tanah (Barman *et al.*, 2014). Hal ini dimungkinkan unsur N telah diserap tanaman untuk proses metabolisme pada pertumbuhan awal tanaman nanas seperti proses sintesis klorofil. Nitrogen juga berperan dalam pemanfaatan kalium, fosfor dan unsur-unsur hara lainnya. Apabila tanaman kekurangan nitrogen, unsur-unsur hara dalam tanah tidak dapat dimanfaatkan secara efisien oleh tanaman (Orluchukwu dan Adedokun, 2015).

4.3.2. P tersedia Tanah

Fosfor (P) adalah unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan. Fungsi unsur fosfor adalah untuk peningkatan pembentukan akar dan pengembangan sistem akar yang kuat (Bartholomew *et al.*, 2003). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kalsium tidak berpengaruh nyata pada pengamatan 1 dan 2 BST namun berpengaruh nyata pada pengamatan 3 BST (Lampiran 10).

Tabel 9. Pengaruh pupuk Kalsium terhadap P tersedia tanah

Perlakuan	P tersedia (ppm)					
	1 BST	kriteria	2 BST	kriteria	3 BST	kriteria
D0	9,1	sd	10,7	sd	7,8	ab r
D1	9,4	sd	10,3	sd	7,5	a r
D2	9,6	sd	10,7	sd	7,8	ab r
D3	9,9	sd	11,2	t	8,8	abc sd
D4	8,8	sd	10,1	sd	8,8	abc sd
D5	9,8	sd	10,9	sd	8,0	ab sd
C0	9,7	sd	10,2	sd	8,8	abc sd
C1	9,1	sd	11,3	t	8,5	abc sd
C2	9,2	sd	11,3	t	9,0	bc sd
C3	8,5	sd	10,9	sd	8,9	bc sd
C4	9,0	sd	12,4	t	9,1	bcd sd
C5	8,3	sd	10,7	sd	9,7	cde sd
T0	9,5	sd	10,8	sd	11,0	efg t
T1	9,5	sd	10,7	sd	11,5	fg t
T2	9,9	sd	10,7	sd	12,2	g t
T3	8,3	sd	10,1	sd	10,4	def sd
T4	8,6	sd	10,4	sd	10,4	def sd
T5	8,5	sd	10,6	sd	10,7	ef sd

Keterangan: Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009); r = rendah; sd = sedang; t = tinggi; Angka yang didampangi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5% ($p=0,05$); BST = bulan setelah tanam; D0 = kontrol, D1= dolomit dosis 1 ton ha⁻¹, D2 = dolomit dosis 2 ton ha⁻¹, D3 = dolomit dosis 3 ton ha⁻¹, D4 = dolomit dosis 4 ton ha⁻¹, D5 = dolomit dosis 5 ton ha⁻¹, C0 = kontrol, C1= Calcipril dosis 100 kg ha⁻¹, C2 = Calcipril dosis 200 kg ha⁻¹, C3 = Calcipril dosis 300 kg ha⁻¹, C4 = Calcipril dosis 400 kg ha⁻¹, C5 = Calcipril dosis 500 kg ha⁻¹, T0 = kontrol, T1= Topflow dosis 75 l ha⁻¹, T2 = Topflow dosis 100 l ha⁻¹, T3 = Topflow dosis 125 l ha⁻¹, T4 = Topflow dosis 150 l ha⁻¹, T5 = Topflow dosis 175 l ha⁻¹

Berdasarkan Tabel 12 menunjukkan bahwa pengamatan 1 BST masuk dalam kriteria sedang pada semua perlakuan, sedangkan pengamatan 2 BST, beberapa perlakuan masuk dalam kriteria tinggi dan sedang, namun hasilnya menunjukkan tidak berbeda nyata. Pada pengamatan 3 BST perlakuan T2 menunjukkan hasil

dengan kriteria tinggi namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan T0 dan T1. Namun, ketersediaan P menurun di setiap bulan pengamatan meskipun masih dalam batas cukup untuk kebutuhan tanaman nanas karena gejala defisiensi P dapat diamati pada ketersediaan P di tanah di bawah 5 ppm (Bartholomew *et al.*, 2003). Hal ini dimungkinkan karena unsur P telah diserap tanaman untuk metabolisme pertumbuhan awal seperti pembentukan akar. Berbanding terbalik dengan beberapa penelitian sebelumnya bahwa aplikasi kapur atau pupuk kalsium menyatakan terdapat hubungan positif antara dosis kapur yang diberikan dengan kenaikan ketersediaan unsur fosfor di tanah. Dosis tertinggi yang diaplikasikan dapat menaikkan pH mendekati netral sehingga ketersediaan fosfor dapat ditingkatkan setelah dua tahun aplikasi (Rastija *et al.*, 2014). Pemberian dosis kapur yang terlalu tinggi menyebabkan ketersediaan P menurun apabila berada pada pH alkalis. Menurut Hopkins dan Jason (2005), ketersediaan fosfor menjadi permasalahan yang terjadi pada tanah yang memiliki pH lebih dari 8 yang mengakibatkan adanya reaksi fosfor dengan kalsium sehingga fosfor menjadi bentuk yang tidak tersedia untuk tanaman.

4.4. Pengaruh Pupuk Kalsium terhadap Kation dapat Ditukar (Kalium, Kalsium dan Magnesium) dalam tanah

4.4.1. Ketersediaan Kalium (K-dd) dalam tanah

Kalium merupakan salah satu unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman. Kalium diserap tanaman dalam bentuk ion K^+ dan termasuk unsur yang mobil dalam sel tanaman, jaringan maupun xilem dan floem (Rosmarkam dan Yuwono, 2001). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kalsium berpengaruh nyata terhadap ketersediaan Kalium pada pengamatan 1 dan 2 BST namun tidak berpengaruh nyata pada pengamatan 3 BST (Lampiran 11). Berdasarkan Tabel 13 menunjukkan bahwa pada semua perlakuan di setiap pengamatan menunjukkan bahwa nilai ketersediaan Kalium dalam tanah masuk dalam kriteria rendah. Adanya aplikasi pupuk kalsium dibandingkan tanah dasar memiliki kriteria yang sama yaitu rendah. Peningkatan dosis maupun waktu pengamatan juga tidak meningkatkan K-dd tanah. Hal ini dikarenakan kalium merupakan salah satu unsur hara makro esensial yang dibutuhkan tanaman untuk proses metabolisme sehingga ketersediaannya sangat dibutuhkan oleh tanaman.

Tabel 10. Pengaruh pupuk Kalsium terhadap Kalium dapat ditukar tanah

Perlakuan	K-dd (me 100 g ⁻¹)							
	1 BST			2 BST			3 BST	
			kriteria				kriteria	
D0	0,31	d	r	0,26	d	r	0,21	r
D1	0,23	abc	r	0,18	abc	r	0,16	r
D2	0,19	a	r	0,17	ab	r	0,14	r
D3	0,25	abcd	r	0,21	abcd	r	0,16	r
D4	0,30	cd	r	0,24	bcd	r	0,19	r
D5	0,28	bcd	r	0,25	cd	r	0,18	r
C0	0,27	abcd	r	0,21	abcd	r	0,19	r
C1	0,20	ab	r	0,17	ab	r	0,16	r
C2	0,21	ab	r	0,17	ab	r	0,12	r
C3	0,27	abcd	r	0,21	abcd	r	0,15	r
C4	0,24	abcd	r	0,18	abc	r	0,16	r
C5	0,31	d	r	0,26	cd	r	0,18	r
T0	0,28	bcd	r	0,22	abcd	r	0,18	r
T1	0,25	abcd	r	0,19	abcd	r	0,14	r
T2	0,24	abcd	r	0,18	abc	r	0,17	r
T3	0,21	ab	r	0,17	ab	r	0,15	r
T4	0,19	a	r	0,17	ab	r	0,13	r
T5	0,21	ab	r	0,16	a	r	0,10	r

Keterangan: Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009); r=rendah; Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5% ($p=0,05$); BST = bulan setelah tanam; D0 = kontrol, D1= dolomit dosis 1 ton ha⁻¹, D2 = dolomit dosis 2 ton ha⁻¹, D3 = dolomit dosis 3 ton ha⁻¹, D4 = dolomit dosis 4 ton ha⁻¹, D5 = dolomit dosis 5 ton ha⁻¹, C0 = kontrol, C1= Calcipril dosis 100 kg ha⁻¹, C2 = Calcipril dosis 200 kg ha⁻¹, C3 = Calcipril dosis 300 kg ha⁻¹, C4 = Calcipril dosis 400 kg ha⁻¹, C5 = Calcipril dosis 500 kg ha⁻¹, T0 = kontrol, T1= Topflow dosis 75 l ha⁻¹, T2 = Topflow dosis 100 l ha⁻¹, T3 = Topflow dosis 125 l ha⁻¹, T4 = Topflow dosis 150 l ha⁻¹, T5 = Topflow dosis 175 l ha⁻¹

Pemberian kapur pada tanah masam berfungsi dalam menyediakan Kalium yang dapat diserap oleh tanaman. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa pengapuran menggunakan kapur Karbon secara signifikan berpengaruh terhadap pH dan ketersediaan Kalium empat tahun setelah aplikasi namun tidak berpengaruh pada pengapuran dengan menggunakan dolomit (Rastija *et al.*, 2010 dan Rastija *et al.*, 2014). Selain itu, hasil penelitian lain juga menyebutkan bahwa pemberian kapur dolomit dan pupuk N, P, dan K dengan berbagai dosis tidak berbeda nyata pada kandungan N total dan ketersediaan Kalium di tanah (Ermadani, 2010). Salah satu penelitian telah mencoba berbagai dosis kapur dengan aplikasi pada kedalaman yang berbeda terhadap ketersediaan K dalam tanah dan hasil penelitian tersebut menyebutkan bahwa berbagai dosis kapur dengan kedalaman yang berbeda menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap ketersediaan kalium dalam tanah meskipun terdapat pengurangan

pemberian kapur setelah 7 tahun aplikasi dengan dosis 3 ton ha⁻¹ (Caires *et al.*, 2006).

4.4.2. Ketersediaan Kalsium (Ca-dd) dalam Tanah

Unsur kalsium diperlukan tanaman dalam jumlah yang cukup banyak dan diserap dalam bentuk ion Ca²⁺. Pertumbuhan dan kualitas buah yang dihasilkan oleh tanaman sangat terkait dengan ketersediaan unsur kalsium sehingga apabila tanaman kekurangan unsur kalsium dapat mempengaruhi proses pertumbuhan termasuk gagal dalam proses pembungaan (Easterwood, 2002 dan Bartholomew *et al.*, 2003). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian kapur atau pupuk kalsium berpengaruh nyata terhadap ketersediaan kalsium di tanah pada 1, 2 dan 3 BST (Lampiran 12).

Tabel 11. Pengaruh pupuk Kalsium terhadap Kalsium dapat ditukar tanah

Perlakuan	Ca-dd (me 100 g ⁻¹)								
	1 BST			2 BST			3 BST		
			kriteria			kriteria			kriteria
D0	0,25	a	sr	0,25	a	sr	0,21	a	sr
D1	0,53	ab	r	0,45	abc	r	0,44	bc	r
D2	0,80	bc	r	0,72	bcd	r	0,71	d	r
D3	0,97	bcd	r	1,02	de	sd	0,95	e	r
D4	1,37	de	sd	1,16	ef	sd	1,23	f	sd
D5	1,60	e	sd	1,58	g	sd	1,55	g	sd
C0	0,22	c	sr	0,21	a	sr	0,20	a	sr
C1	0,30	a	sr	0,21	a	sr	0,18	a	sr
C2	0,18	a	sr	0,20	a	sr	0,15	a	sr
C3	0,22	a	sr	0,24	a	sr	0,20	a	sr
C4	0,26	a	sr	0,25	a	sr	0,23	ab	sr
C5	0,54	ab	r	0,39	ab	sr	0,25	ab	sr
T0	0,27	a	sr	0,24	a	sr	0,20	a	sr
T1	1,19	cde	sd	0,79	cde	r	0,51	cd	r
T2	1,24	cde	sd	0,89	de	r	0,51	cd	r
T3	1,70	e	sd	0,97	de	r	0,32	abc	sr
T4	1,30	cde	sd	1,42	fg	sd	0,70	d	r
T5	1,21	cde	sd	1,51	fg	sd	0,67	d	r

Keterangan: Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009); sr =sangat rendah; r = rendah; sd = sedang; Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5% (p=0,05); BST = bulan setelah tanam; D0 = kontrol, D1= dolomit dosis 1 ton ha⁻¹, D2 = dolomit dosis 2 ton ha⁻¹, D3 = dolomit dosis 3 ton ha⁻¹, D4 = dolomit dosis 4 ton ha⁻¹, D5 = dolomit dosis 5 ton ha⁻¹, C0 = kontrol, C1= Calcipril dosis 100 kg ha⁻¹, C2 = Calcipril dosis 200 kg ha⁻¹, C3 = Calcipril dosis 300 kg ha⁻¹, C4 = Calcipril dosis 400 kg ha⁻¹, C5 = Calcipril dosis 500 kg ha⁻¹, T0 = kontrol, T1= Topflow dosis 75 L ha⁻¹, T2 = Topflow dosis 100 L ha⁻¹, T3 = Topflow dosis 125 L ha⁻¹, T4 = Topflow dosis 150 L ha⁻¹, T5 = Topflow dosis 175 L ha⁻¹

Secara keseluruhan, adanya penambahan pupuk kalsium dapat meningkatkan ketersediaan unsur kalsium dibandingkan dengan sebelum adanya aplikasi. Peningkatan ketersediaan kalsium tertinggi yaitu pada perlakuan T3 yaitu Topflow dengan dosis 125 l ha⁻¹ pada 1 BST meskipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan dolomit dengan dosis 5 ton ha⁻¹ dan perlakuan Topflow lainnya dan pada 2 BST hasil tertinggi yaitu pada perlakuan D5 meskipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan T4 dan T5 serta pada 3 BST peningkatan ketersediaan kalsium tertinggi pada perlakuan D5 dengan kriteria sedang (Tabel 14).

Pemberian kapur atau pupuk kalsium pada beberapa penelitian menunjukkan hasil yang signifikan terhadap ketersediaan Kalsium di tanah. Hal ini dikarenakan kapur mengandung unsur kalsium dengan tambahan unsur lain dengan jumlah yang lebih sedikit. Kapur yang sering digunakan dalam bidang pertanian yaitu kapur dolomit (Ca Mg (CO₃)₂), kalsit (CaCO₃) dan gipsum (CaSO₄). Pengaruh pemberian kapur pada berbagai dosis dan penempatan kapur pada kedalaman 0-5 cm dan 5-10 cm memberikan hasil yang signifikan terhadap ketersediaan kalsium dalam tanah setelah satu tahun aplikasi bahkan masih menunjukkan hasil yang sama setelah dua tahun aplikasi (Conyers *et al.*, 2003 dan Barman *et al.*, 2014).

4.4.3. Ketersediaan Magnesium (Mg-dd) dalam tanah

Magnesium merupakan kation yang diserap tanaman dalam bentuk Mg²⁺. Fungsi unsur ini yaitu mengaktifkan enzim yang berperan dalam proses metabolisme sehingga apabila tanaman kekurangan unsur ini dapat menyebabkan terhambatnya proses metabolisme termasuk penyusunan protein dan molekul klorofil (Rosmarkam dan Yuwono, 2001). Analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kalsium berpengaruh nyata terhadap ketersediaan magnesium tanah pada 1, 2 dan 3 BST (Lampiran 13). Berdasarkan Tabel 15 menunjukkan bahwa perlakuan D5 menunjukkan ketersediaan magnesium yang paling tinggi dengan kriteria sangat tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Aplikasi pupuk kalsium mampu meningkatkan Mg-dd dibandingkan dengan tanah dasar (0,14 me 100 g⁻¹) pada 1 BST. Pada 2 dan 3 BST, aplikasi pupuk Calcipril dan Topflow sebagian besar mengalami penurunan Mg-dd tanah.

Tabel 12. Pengaruh pupuk Kalsium terhadap Magnesium dapat ditukar tanah

Perlakuan	Mg-dd (me 100 g ⁻¹)					
	1 BST	kriteria	2 BST	kriteria	3 BST	kriteria
D0	0,25	a r	0,27	a r	0,19	a r
D1	0,49	b sd	0,46	b sd	0,39	b r
D2	0,72	c t	0,70	c t	0,60	c t
D3	0,91	d t	1,02	d st	0,84	d t
D4	1,46	e st	1,19	e st	1,07	e st
D5	1,80	f st	1,62	f st	1,34	f st
C0	0,23	a r	0,22	a r	0,18	a r
C1	0,18	a r	0,17	a r	0,14	a r
C2	0,15	a r	0,16	a r	0,11	a r
C3	0,20	a r	0,21	a r	0,16	a r
C4	0,18	a r	0,18	a r	0,14	a r
C5	0,23	a r	0,25	a r	0,16	a r
T0	0,23	a r	0,24	a r	0,18	a r
T1	0,21	a r	0,21	a r	0,16	a r
T2	0,22	a r	0,21	a r	0,17	a r
T3	0,18	a r	0,19	a r	0,12	a r
T4	0,15	a r	0,17	a r	0,11	a r
T5	0,19	a r	0,17	a r	0,10	a r

Keterangan: Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009); r=rendah; sd = sedang; t = tinggi; st = sangat tinggi; Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5% (p=0,05); BST = bulan setelah tanam; D0 = kontrol, D1= dolomit dosis 1 ton ha⁻¹, D2 = dolomit dosis 2 ton ha⁻¹, D3 = dolomit dosis 3 ton ha⁻¹, D4 = dolomit dosis 4 ton ha⁻¹, D5 = dolomit dosis 5 ton ha⁻¹, C0 = kontrol, C1= Calcipril dosis 100 kg ha⁻¹, C2 = Calcipril dosis 200 kg ha⁻¹, C3 = Calcipril dosis 300 kg ha⁻¹, C4 = Calcipril dosis 400 kg ha⁻¹, C5 = Calcipril dosis 500 kg ha⁻¹, T0 = kontrol, T1= Topflow dosis 75 l ha⁻¹, T2 = Topflow dosis 100 l ha⁻¹, T3 = Topflow dosis 125 l ha⁻¹, T4 = Topflow dosis 150 l ha⁻¹, T5 = Topflow dosis 175 l ha⁻¹

Perlakuan pupuk Calcipril dan Topflow dengan berbagai dosis menunjukkan kriteria rendah. Hal ini dikarenakan pupuk Calcipril dan Topflow merupakan merk dagang dari kapur kalsit yang sedikit mengandung unsur Mg. Menurut Gergichevich *et al.* (2010), keuntungan aplikasi kapur pada tanah masam yaitu meningkatkan kapasitas KTK, menambah kandungan Ca²⁺ dan juga Mg²⁺ apabila yang digunakan adalah kapur dolomit. Unsur hara Kalium (K), Kalsium (Ca), dan Magnesium (Mg) merupakan unsur hara makro yang perlu diperhatikan keseimbangannya di dalam tanah. Hal ini disebabkan ketiga hara tersebut saling berinteraksi satu dengan lainnya. Apabila salah satu memiliki konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan hara yang lainnya menjadi tertekan dan mengakibatkan tanaman kekurangan unsur tersebut. Menurut Kasno *et al.* (2004),

serapan K oleh tanaman dipengaruhi secara antagonis oleh serapan Ca dan Mg dan dipengaruhi secara sinergis oleh pemupukan N.

Perlakuan D5 menunjukkan hasil yang sesuai untuk tanaman buah seperti tanaman nanas berdasarkan harkat Magnesium (Mg) dan nisbah Ca:Mg dalam tanah yang menunjukkan harkat sangat rendah yaitu Ca:Mg = <1,0:1 dan nisbah K:Mg yaitu <3:5 dan batas paling rendah Ca yang baik untuk pertumbuhan tanaman sehingga apabila kandungan Ca berkurang kemungkinan terjadi defisiensi unsur Ca (Rosmarkam dan Yuwono, 2001). Penggunaan kapur dolomit menunjukkan hasil yang lebih baik pada beberapa parameter. Hal ini disebabkan oleh partikel dolomit yang lebih halus dibandingkan partikel kapur kalsit yang digunakan. Partikel dolomit yang terbesar yaitu 60 mesh, ukuran kapur Calcipril yaitu 2-6 mm dan kapur Topflow yaitu suspensi dengan bentuk padatan yang lebih dominan dibandingkan dengan partikel ukuran 2 μ m. Berdasarkan hasil penelitian Viade *et al.* (2011) menyatakan bahwa aplikasi kapur paling halus lebih efektif dan bereaksi lebih cepat dibandingkan dengan kapur yang lebih kasar dalam meningkatkan ketersediaan kalsium di tanah dan kapur dengan ukuran kasar (3 mm) dapat menyediakan unsur Ca setelah tiga tahun aplikasi (*slow release*).

4.5. Pengaruh Pupuk Kalsium terhadap Pertumbuhan Tanaman Nanas

Pertumbuhan tanaman merupakan salah satu indikator untuk mengetahui kecukupan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Apabila tanaman kekurangan salah satu unsur hara, tanaman akan menunjukkan gejala defisiensi seperti tumbuh kerdil atau adanya gejala fisiologis lainnya. Hasil rerata parameter panjang daun D, lebar daun D dan luas daun D disajikan pada Tabel 16. Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kalsium tidak berpengaruh nyata terhadap panjang daun D, lebar daun D dan luas daun D (Lampiran 16, 17, 18). Hal ini dikarenakan tanaman masih muda dan dalam proses beradaptasi pada awal pertumbuhan. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa untuk bahan tanam dengan ukuran yang sama, tingkat munculnya daun dan ukuran daun serupa dalam 3 – 5 bulan setelah tanam (Py *et al.*, 1987 dalam Bartholomew *et al.*, 2003).

Tabel 13. Pengaruh pupuk Kalsium terhadap pertumbuhan tanaman nanas

Perlakuan	Panjang daun D (cm)			Lebar daun D (cm)			Luas daun D (cm ²)
	1 BST	2 BST	3 BST	1 BST	2 BST	3 BST	3 BST
D0	19,87	27,97	37,90	2,70	2,93	3,16	93,33
D1	17,77	28,33	36,87	2,80	2,96	3,23	96,05
D2	19,20	28,93	36,47	2,30	2,83	2,60	79,29
D3	17,53	27,13	35,37	2,66	2,80	2,83	82,01
D4	20,00	29,70	39,93	2,56	2,66	2,80	88,35
D5	20,60	29,23	37,43	2,60	2,83	3,00	89,71
C0	20,70	31,07	39,07	2,76	3,03	3,10	10,94
C1	19,10	28,60	37,43	2,83	2,80	2,80	84,73
C2	17,70	26,93	38,80	2,46	2,96	3,03	89,71
C3	18,67	30,17	37,90	2,63	3,03	2,96	93,33
C4	19,73	30,20	38,87	2,46	2,86	3,00	85,18
C5	21,40	28,73	36,30	2,36	2,56	2,83	84,73
T0	21,23	31,47	40,47	2,43	2,96	3,10	99,68
T1	20,00	29,27	36,63	2,63	2,80	3,16	92,43
T2	21,37	32,00	39,70	2,76	2,76	3,20	96,05
T3	19,67	32,43	40,83	2,63	3,06	3,20	107,83
T4	18,70	28,93	38,03	2,53	2,83	3,06	94,24
T5	22,33	32,57	41,70	2,86	2,83	3,26	103,3
	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: tn = tidak berbeda nyata; BST = bulan setelah tanam; D0 = kontrol, D1= dolomit dosis 1 ton ha⁻¹, D2 = dolomit dosis 2 ton ha⁻¹, D3 = dolomit dosis 3 ton ha⁻¹, D4 = dolomit dosis 4 ton ha⁻¹, D5 = dolomit dosis 5 ton ha⁻¹, C0 = kontrol, C1= Calcipril dosis 100 kg ha⁻¹, C2 = Calcipril dosis 200 kg ha⁻¹, C3 = Calcipril dosis 300 kg ha⁻¹, C4 = Calcipril dosis 400 kg ha⁻¹, C5 = Calcipril dosis 500 kg ha⁻¹, T0 = kontrol, T1= Topflow dosis 75 l ha⁻¹, T2 = Topflow dosis 100 l ha⁻¹, T3 = Topflow dosis 125 l ha⁻¹, T4 = Topflow dosis 150 l ha⁻¹, T5 = Topflow dosis 175 l ha⁻¹

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kalsium tidak berbeda nyata pada parameter selisih berat total tanaman dengan bibit dan jumlah daun (Lampiran 19 dan 20). Hasil rerata parameter selisih berat total tanaman dengan bibit dan jumlah daun disajikan pada Tabel 17. Hal ini dikarenakan tanaman nanas masih toleran terhadap pH masam hingga sangat masam (<4,5) (Bartholomew *et al.*, 2003). Selain itu, ketersediaan unsur hara masih dalam taraf mencukupi untuk pertumbuhan tanaman nanas sehingga tidak mengganggu proses pertumbuhan tanaman nanas. Tanaman nanas membutuhkan unsur nitrogen dan kalium rendah hingga empat bulan setelah tanam sehingga tanaman nanas tidak menunjukkan gejala defisiensi hingga mempengaruhi pertumbuhan tanaman nanas (Bartholomew *et al.*, 2003).

Tabel 14. Pengaruh pupuk Kalsium terhadap pertumbuhan tanaman nanas

Perlakuan	Selisih Berat Total Tanaman dengan bibit	Jumlah Daun
	g/tanaman	-
D0	106,67	66
D1	73,33	62
D2	66,67	65
D3	113,33	60
D4	100,00	58
D5	100,00	58
C0	60,00	54
C1	36,67	56
C2	120,00	59
C3	90,00	60
C4	73,33	60
C5	53,33	63
T0	93,33	67
T1	80,00	75
T2	113,33	64
T3	90,00	61
T4	73,33	66
T5	106,67	58
	tn	tn

Keterangan: tn = tidak berbeda nyata; BST = bulan setelah tanam; D0 = kontrol, D1= dolomit dosis 1 ton ha⁻¹, D2 = dolomit dosis 2 ton ha⁻¹, D3 = dolomit dosis 3 ton ha⁻¹, D4 = dolomit dosis 4 ton ha⁻¹, D5 = dolomit dosis 5 ton ha⁻¹, C0 = kontrol, C1= Calcipril dosis 100 kg ha⁻¹, C2 = Calcipril dosis 200 kg ha⁻¹, C3 = Calcipril dosis 300 kg ha⁻¹, C4 = Calcipril dosis 400 kg ha⁻¹, C5 = Calcipril dosis 500 kg ha⁻¹, T0 = kontrol, T1= Topflow dosis 75 l ha⁻¹, T2 = Topflow dosis 100 l ha⁻¹, T3 = Topflow dosis 125 l ha⁻¹, T4 = Topflow dosis 150 l ha⁻¹, T5 = Topflow dosis 175 l ha⁻¹

Adanya penambahan pupuk kalsium juga dapat menekan unsur Al dan Fe yang dapat meracuni tanaman. Bartholomew *et al.* (2003) menyatakan bahwa tanaman nanas toleran terhadap tanah masam dengan kelarutan Mn dan Al dimana tanaman lain sudah menunjukkan gejala keracunan. Asal bibit yang digunakan juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Bibit yang digunakan berasal dari mahkota (*crown*) tanaman nanas. Menurut Kusumaningtyas *et al.* (2015) menyebutkan bahwa masih terdapat cadangan makanan pada pangkal mahkota yang digunakan sebagai bibit yang dapat digunakan sebagai unsur hara untuk pertumbuhan awal tanaman nanas sehingga tanaman nanas masih dapat tumbuh secara normal.

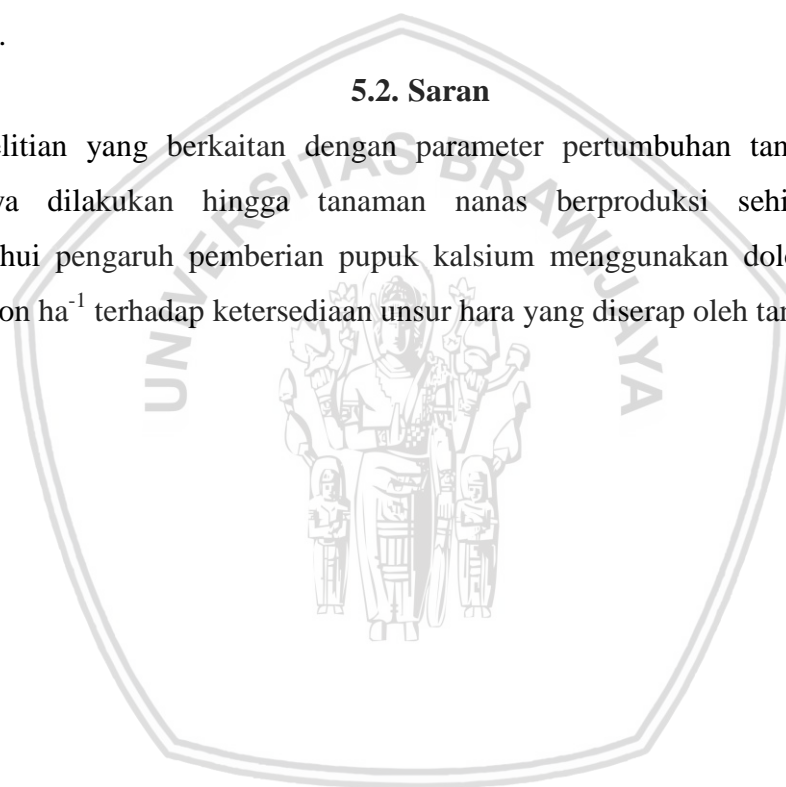
V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Aplikasi pupuk Kalsium menggunakan dolomit 5 ton ha⁻¹ berpengaruh nyata terhadap pH tanah, KB, kejenuhan Al, Fe tersedia, Ca-dd dan Mg-dd pada setiap waktu pengamatan. Namun, tidak berpengaruh nyata terhadap KTK pada 1 BST, N total pada 1 dan 3 BST, P tersedia pada 1 dan 2 BST serta K-dd pada 3 BST.
2. Pengaruh aplikasi pupuk kalsium terhadap parameter pertumbuhan awal tanaman nanas pada semua perlakuan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

5.2. Saran

Penelitian yang berkaitan dengan parameter pertumbuhan tanaman nanas sebaiknya dilakukan hingga tanaman nanas berproduksi sehingga dapat mengetahui pengaruh pemberian pupuk kalsium menggunakan dolomit dengan dosis 5 ton ha⁻¹ terhadap ketersediaan unsur hara yang diserap oleh tanaman.



DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistika. 2016. Data Badan Pusat Statistika Tentang Produksi Nenas. <http://www.bps.go.id>
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Petunjuk Teknis Edisi 2: Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Barman, M., M. S. Lalit, P. D. Siba, dan K. R. Raj. 2014. Effect Of Applied Lime And Boron On The Availability Of Nutrients In An Acid Soil. *Journal of Plant Nutrition*. 37: 357–373.
- Bartholomew, D. P., R. E. Paull dan K. G. Rohrbach. 2003. *The Pineapple: Botany, Production and Uses*. CABI Publishing, Wallingford, UK. p 1-301.
- Buri, M. M., W. Toshiyuki, dan N. I. Roland. 2005. Extent and Management of Low pH Soils in Ghana. *Soil Sci. Plant Nutrition*. 51 (5): 755-759.
- Cahyono, P. 2017. Laporan Percobaan Agronomi: The Test of Liquid Calcium to Increase Soil pH. Lampung.
- Caires, E. F., C. L. C. Jose, C. Susana, B. Gabriel, dan J. G. Fernando. 2006. Surface Application Of Lime Ameliorates Subsoil Acidity And Improves Root Growth And Yield Of Wheat In An Acid Soil Under No-Till System. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*. 63 (5): 502-509.
- Conyers, M. K., Heenan, D. P., Mcghie, W. J., Poile, G. P. 2003. Amelioration Of Acidity With Time By Limestone Under Contrasting Tillage. *Soil & Tillage Research*. 72 (2003): 85-94.
- Easterwood, G. W. 2002. Calcium's Role in Plant Nutrition. *Fluid Journal. National Agronomy, Hydro Agri North America, Inc. Tampa, Florida*. 36 (1): 1-3.
- Edwards, C., Duncan, M., Harris, C. and Burgess, A. 2009. A lime movement experiment, Walcha NSW. *Proceedings of the 24th Annual Conference of the Grassland Society of NSW*. 79-81.
- Effendi, M. I., C. Priyo, dan P. Budi. 2015. Pengaruh Toksisitas Besi Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Biomassa Pada Tiga Klon Tanaman Nanas. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 2 (2): 179-189.
- Ermadani. 2010. Perbaikan Sifat Kimia Tanah Ultisol Dan Pertumbuhan Calopogonium Dengan Pengapuran Dan Pemupukan N, P Dan K. *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*. 12 (2): 7-12.
- Gergichevich, C. M., Alberdi, M., Ivanov, A. G. dan Diaz, M. R. 2010. Al³⁺- Ca²⁺ Interaction In Plants Growing In Acid Soils: Al-Phytotoxicity Response To Calcareous Amendments. *J. soil. sci. plant nutr*. 10 (3): 217 -243.
- Goulding, K. W. T. 2016. Soil Acidification And The Importance Of Liming Agricultural Soils With Particular Reference To The United Kingdom. *Soil Use And Management*. 32: 390-399.
- Guinto, D. F. dan M. I. Miriam. 2012. Soil Quality, Management Practices and Sustainability of Pineapple Farms in Cavite, Philippines: Part 1. Soil Quality. *Journal of South Pacific Agriculture*. 16 (1-2): 30-41.

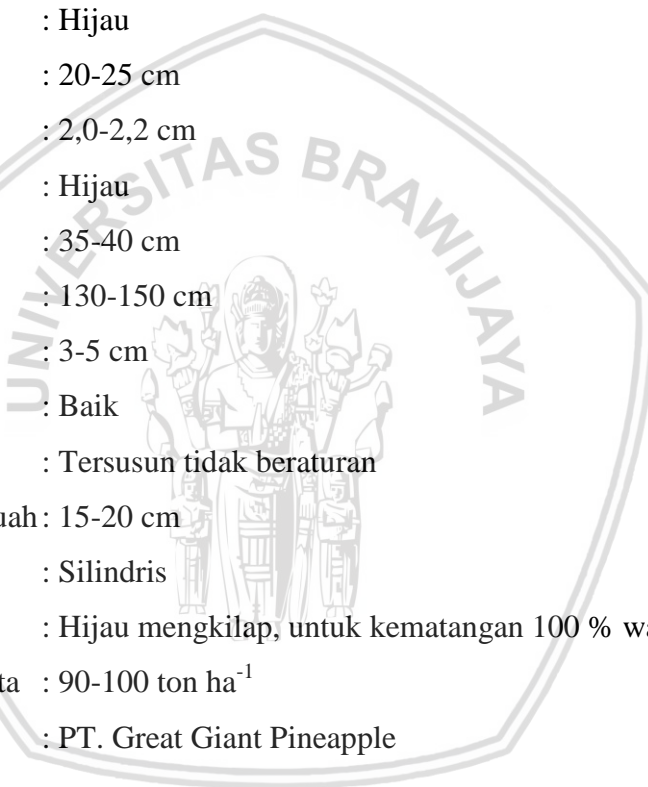
- Hardjowigeno, S. 2010. Ilmu Tanah. Jakarta: Akademika Pressindo. 288pp
- Hopkins, B. dan E. Jason. 2005. Phosphorus Availability With Alkaline/Calcareous Soil. Western Nutrient Management Conference. Salt Lake City, UT. 6: 88-93.
- Hossain, F. 2016. World Pineapple Production: An Overview. African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development. 16 (4): 11443-11456.
- Ifansyah, H. 2013. Soil pH and Solubility of Aluminum, Iron, and Phosphorus in Ultisols: the Roles of Humic Acid. J Trop Soils. 18 (3): 203-208.
- Jensen, T. L. 2010. Soil pH And The Availability Of Plant Nutrients. International Plant Nutrition Institute (IPNI) Plant Nutrition Today. 2010 (2).
- Kamble, P. N., R. K. Anil, M. P. Gorakash, B. G. Viswas dan B Erland. 2013. Soil Nutrient Analysis And Their Relationship With Special Reference To pH In Pravaranagar Area, District Ahmednagar, Maharashtra, India. International Journal Of Scientific & Technology Research. 2 (3).
- Kasno, A., A. Rachim, Iskandar, dan S. J. Adiningsih. 2004. Hubungan Nisbah K/Ca Dalam Larutan Tanah Dengan Dinamika Hara K Pada Ultisol Dan Vertisol Lahan Kering. J. Tanah Lingk., 6: 7 – 13.
- Kusumaningtyas, A. S., C. Priyo, Sudarto dan S. Retno. 2015. Pengaruh Tinggi Muka Air Tanah Terhadap pH, Eh, Fe, Al, Mn Dan P Terlarut Pada Tanaman Nanas Klone Gp3 Di Ultisol. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan. 2 (1): 103-109.
- Lorandi, R. 2012. Evaluation of Cation Exchange Capacity (CEC) in Tropical Soils Using Four Different Analytical Methods. Journal of Agricultural Science. 4 (6): 278-289.
- Mite, F., E. Jose dan M. Lorena. 2010. Liming Effect on Pineapple Yield and Soil Properties in Volcanic Soils. Better Crops. 94 (1): 7-9.
- Mullins, G. L., M. M. Alley dan S. B. Phillips. 2009. Sources of Lime for Acid Soils in Virginia. Virginia Cooperative Extension. Publication. 452-510.
- Nduwumuremyi, A. 2013. Soil Acidification and Lime Quality: Sources of Soil Acidity, Effects on Plant Nutrients, Efficiency of Lime and Liming Requirements. Research and Reviews: Journal of Agriculture and Allied sciences. 2 (4): 26-34.
- Nduwumuremyi, A., R. Vicky, N. M. Jayne and C. R. Athanase. 2013. Effects of Unburned Lime on Soil pH and Base Cations in Acidic Soil. Hindawi Publishing Corporation ISRN Soil Science. 2013: 1-7.
- Orluchukwu, J. A. dan O.M. Adedokun. 2015. Response of Growth and Yield of Pineapple (*Ananas comosus*) on Spent Mushroom Substrates and Inorganic Fertilizer in South – South, Nigeria. International Journal of Plant & Soil Science 8 (6): 1-5.
- Prasetyo, B.H. dan D. A. Suriadikarta. 2006. Karakteristik, Potensi. dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. J Litb Pert. 25: 39-46.

- Rastija, D., V. Zebec dan M. Rastija. 2014. Impacts Of Liming With Dolomite On Soil Ph And Phosphorus And Potassium Availabilities. 13th Alps-Adria Scientific Workshop. 63: 193-196.
- Rastija, M., K. Vlado, R. Domagoj, R. Peter, dan A. Luka. 2010. Liming Impact on Soil Chemical Properties. In: Proceedings of the 45th Croatian & 5th International Symposium on Agriculture 15.-19. February 2010 Opatija (Maric S. and Loncaric Z. Editors), Faculty of Agriculture, University J.J. Strossmayer in Osijek. 124-127
- Razzaque, A. H. M. dan M. M. Hanafi. 2000. Effect Of Calcium On Pineapple Production In Tropical Peat Soil. *Indian Journal of Horticulture* 57(2): 110-113.
- Rosmarkam, A. dan W. Y. Nasih. 2001. Ilmu Kesuburan Tanah. Yogyakarta: PT Kanisius.
- Silva, J. A., R. Hamasaki, R. Paull, R. Ogoshi, D. P. Bartholomew, S. Fukuda, N.V. Hue, G. Uehara, dan G.Y. Tsuji. 2006. Lime, Gypsum, and Basaltic Dust Effects on the Calcium Nutrition and Fruit Quality of Pineapple. *Acta Horticulturae*.702:123-131.
- Syahputra, E., Fauzi, dan Razali. 2015. Karakteristik Sifat Kimia Sub Grup Tanah Ultisol di Beberapa Wilayah Sumatera Utara. *Jurnal Agroekoteknologi*. 4 (1): 1796 – 1803.
- Viade, A., L. F. M. Maria, H. N. Josefina dan A. Esperanza. 2011. Effect Of Particle Size Of Limestone On Ca, Mg And K Contents In Soil And In Sward Plants. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*. 68 (2): 200-208.
- White, P.J. dan R. B. Martin. 2003. Review Article: Calcium in Plants. *Annals of Botany*. 92 (4): 487-511.
- Widiarso, C.S., H. P. Benito, H. Eko dan M. Azwar. 2017. Application of Lime and Gypsum and Their Effect on Micronutrients (Fe, Zn, Mn, and Cu) Uptake of Sugarcane Planted in Central Lampung Ultisols. *Ilmu Pertanian (Agricultural Science)*. 2 (2): 093-099.
- Zheng, S. J. 2010. Crop Production on Acidic Soils: Overcoming Aluminium Toxicity and Phosphorus Deficiency. *Annals of Botany*. 106 (1): 183-184.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Deskripsi tanaman nanas klon GP 3

Varietas	: Smooth Cayenne
Klon	: GP 3
Umur <i>Forcing</i>	: 11 bulan setelah tanam
Umur Panen	: 16 bulan setelah tanam
Batang	: Beruas-ruas
Warna Batang	: Hijau
Panjang Batang	: 20-25 cm
Ukuran <i>Peduncle</i>	: 2,0-2,2 cm
Warna daun	: Hijau
Jumlah daun	: 35-40 cm
Panjang Daun	: 130-150 cm
Lebar daun	: 3-5 cm
Perakaran	: Baik
Mahkota buah	: Tersusun tidak beraturan
Ukuran mahkota buah	: 15-20 cm
Buah	: Silindris
Warna buah	: Hijau mengkilap, untuk kematangan 100 % warna kuning
Hasil panen rata-rata	: 90-100 ton ha ⁻¹
Sumber	: PT. Great Giant Pineapple



Lampiran 2. Deskripsi Pupuk

1. Dolomit

Pupuk dolomit SNI 02 – 2804 – 2005

Neutralizing Value (NV) 54% (dihitung setara CaCO_3)

No	Kandungan	Satuan	
1.	Kadar Mg sebagai MgO	%	Maksimal 18
2.	Kadar Ca sebagai CaO	%	Minimal 30
3.	Kehalusan 60 mesh	%	Minimal 55

2. Calcipril

Bentuk granul dengan ukuran 2-6 mm

Neutralizing Value (NV) 52% (dihitung setara CaCO_3)

No	Kandungan	Satuan	
1.	Kadar Mg sebagai MgO	%	0,9
	Total kadar Mg		0,6
2.	Kadar Ca sebagai CaO	%	51
	Total kadar Ca		36
3.	H_2O	%	Kurang dari 2

3. Top Flow 130 – SD

Kandungan padatan = 75-77 %

Ukuran $2 \mu\text{m}$ = 59-65 %

Residu ukuran $45 \mu\text{m}$ kurang dari 60 ppm

Viskositas 100 rpm 300 mPas

Bentuk partikel Micro Crystalline Rhombohedra

Neutralizing Value (NV) 56% (dihitung setara CaCO_3)

No	Kandungan	Satuan	
1.	CaCO_3	%	Lebih dari 98,5
2.	MgCO_3	%	Kurang dari 1,5
3.	Fe_2O_3	%	Kurang dari 0,03
4.	HCl tidak terlarut	%	Kurang dari 0,20

Lampiran 3. Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah

Parameter tanah	Nilai *)				
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
C (%)	<1	1-2	2-3	3-5	>5
N (%)	<0,1	0,1-0,2	0,21-0,5	0,51-0,75	>0,75
C/N	<5	5-10	11-15	16-25	>25
P ₂ O ₅ HCl 25% (mg 100 g ⁻¹)	<15	15-20	21-40	41-60	>60
P ₂ O ₅ Bray (ppm P)	<4	5-7	8-10	11-15	>15
P ₂ O ₅ Olsen (ppm P)	<5	5-10	11-15	16-20	>20
K ₂ O HCl 25% (mg 100 g ⁻¹)	<10	10-20	21-40	41-60	>60
KTK (me 100 g tanah ⁻¹)	<5	5-16	17-24	25-40	>40
Susunan kation	<2	2-5	6-10	11-20	>20
- Ca (me 100 g tanah ⁻¹)	<0,3	0,4-1	1,1-2,0	2,1-8,0	>8
- Mg (me 100 g tanah ⁻¹)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,5	0,6-1,0	>1
- K (me 100 g tanah ⁻¹)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-1,0	>1
- Na (me 100 g tanah ⁻¹)					
Kejenuhan basa (%)	<20	20-40	41-60	61-80	>80
Kejenuhan Alumunium (%)	<5	5-10	1-20	20-40	>40

Parameter Tanah	Nilai					
	Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Netral	Agak Alkalis	Alkalis
pH H ₂ O	<4,5	4,5-5,5	5,5-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5

Unsur mikro DTPA *	Defisiensi	Marginal	Cukup
Zn (ppm)	0,5	0,5-1,0	1,0
Fe (ppm)	2,5	2,5-4,5	4,5
Mn (ppm)	1,0	-	1,0
Cu (ppm)	0,2	-	0,2

Balai Penelitian Tanah (2009)

Lampiran 4. Perhitungan Kebutuhan Pupuk Kalsium

Rekomendasi kebutuhan pupuk kalsium untuk pupuk Top Flow (kalsium suspensi) yaitu 125 L ha^{-1} , pupuk Dolomit yaitu 3 ton ha^{-1} (Cahyono, 2017)

Diketahui: Kedalaman efektif = 30 cm

$$\text{BV tanah} = 1,2 \text{ g cm}^{-3}$$

$$1 \text{ ha} = 10000 \text{ m}^2 \times \text{kedalaman efektif} \times \text{BV}$$

$$1 \text{ ha} = 1 \times 10^8 \text{ cm}^2 \times 30 \text{ cm} \times 1,2 \text{ g cm}^{-3}$$

$$1 \text{ ha} = 3600 \text{ ton}$$

Dosis dolomit dalam 10 kg polibag

1. Dosis Dolomit = 1 ton ha^{-1}
 $= (10 \text{ kg} / 3600 \text{ ton}) \times 1 \text{ ton}$
 $= (10 \text{ kg} / 3.600.000 \text{ kg}) \times 1.000 \text{ kg}$
 $= 0,00278 \text{ kg}$
 $= 2,78 \text{ g}$
2. Dosis Dolomit = 2 ton ha^{-1}
 $= (10 \text{ kg} / 3.600.000 \text{ kg}) \times 2.000 \text{ kg}$
 $= 5,56 \text{ g}$
3. Dosis Dolomit = 3 ton ha^{-1}
 $= (10 \text{ kg} / 3.600.000 \text{ kg}) \times 3.000 \text{ kg}$
 $= 8,34 \text{ g}$
4. Dosis Dolomit = 4 ton ha^{-1}
 $= (10 \text{ kg} / 3.600.000 \text{ kg}) \times 4.000 \text{ kg}$
 $= 11,10 \text{ g}$
5. Dosis Dolomit = 5 ton ha^{-1}
 $= (10 \text{ kg} / 3.600.000 \text{ kg}) \times 5.000 \text{ kg}$
 $= 13,80 \text{ g}$

Dosis Calcipril dalam 10 kg polibag

1. Dosis Calcipril = 100 kg ha^{-1}
 $= (10 \text{ kg} / 3600 \text{ ton}) \times 100 \text{ kg}$
 $= (10 \text{ kg} / 3.600.000 \text{ kg}) \times 100 \text{ kg}$

$$= 0,000278 \text{ kg}$$

$$= 0,27 \text{ g}$$

$$2. \text{ Dosis Calcipril} = 200 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$= (10 \text{ kg} / 3600 \text{ ton}) \times 200 \text{ kg}$$

$$= (10 \text{ kg} / 3.600.000 \text{ kg}) \times 200 \text{ kg}$$

$$= 0,55 \text{ g}$$

$$3. \text{ Dosis Calcipril} = 300 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$= (10 \text{ kg} / 3600 \text{ ton}) \times 300 \text{ kg}$$

$$= (10 \text{ kg} / 3.600.000 \text{ kg}) \times 300 \text{ kg}$$

$$= 0,83 \text{ g}$$

$$4. \text{ Dosis Calcipril} = 400 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$= (10 \text{ kg} / 3600 \text{ ton}) \times 400 \text{ kg}$$

$$= (10 \text{ kg} / 3.600.000 \text{ kg}) \times 400 \text{ kg}$$

$$= 1,11 \text{ g}$$

$$5. \text{ Dosis Calcipril} = 500 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$= (10 \text{ kg} / 3600 \text{ ton}) \times 500 \text{ kg}$$

$$= (10 \text{ kg} / 3.600.000 \text{ kg}) \times 500 \text{ kg}$$

$$= 1,38 \text{ g}$$

Dosis Topflow dalam 10 kg polibag

$$\text{Luas Polibag} = \pi \times r^2$$

$$= 3,14 \times (39,5/2)^2$$

$$= 1224,7 \text{ cm}^2$$

$$= 0,12247 \text{ m}^2$$

Kebutuhan air = 2000 l ha⁻¹ (GGP, 2017)

$$= (0,12247/10000) \times 2000$$

$$= 0,20 \text{ l}$$

$$= 200 \text{ ml}$$

Topflow = 75 l ha⁻¹

$$= (0,12247 \text{ m}^2 / 10000 \text{ m}^2) \times 75 \text{ l}$$

$$= 0,000918 \text{ l}$$

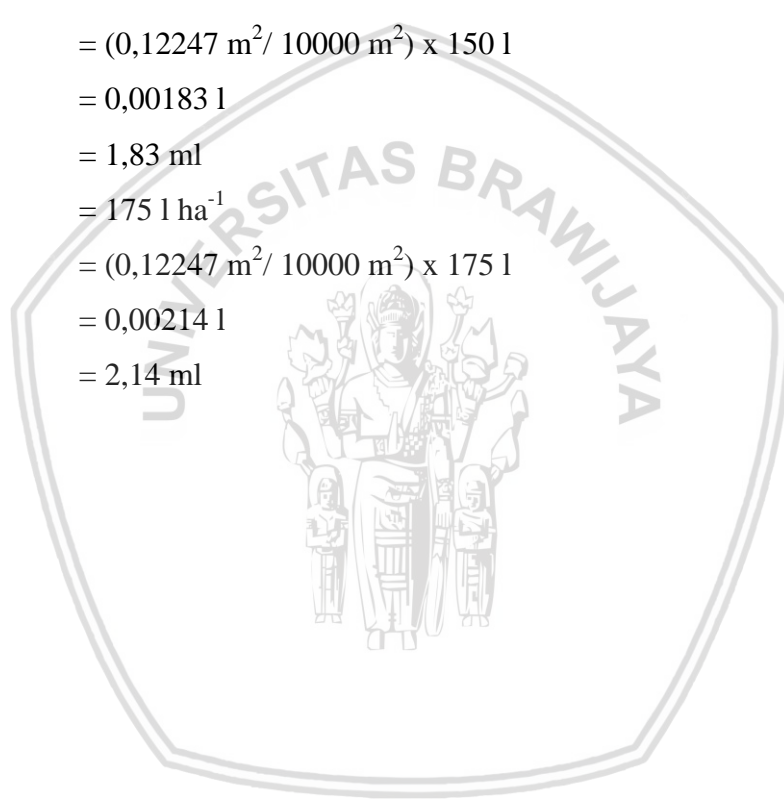
$$= 0,91 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned}\text{Topflow} &= 100 \text{ l ha}^{-1} \\ &= (0,12247 \text{ m}^2 / 10000 \text{ m}^2) \times 100 \text{ l} \\ &= 0,0012247 \text{ l} \\ &= 1,20 \text{ ml}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Topflow} &= 125 \text{ l ha}^{-1} \\ &= (0,12247 \text{ m}^2 / 10000 \text{ m}^2) \times 125 \text{ l} \\ &= 0,001530 \text{ l} \\ &= 1,53 \text{ ml}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Topflow} &= 150 \text{ l ha}^{-1} \\ &= (0,12247 \text{ m}^2 / 10000 \text{ m}^2) \times 150 \text{ l} \\ &= 0,00183 \text{ l} \\ &= 1,83 \text{ ml}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Topflow} &= 175 \text{ l ha}^{-1} \\ &= (0,12247 \text{ m}^2 / 10000 \text{ m}^2) \times 175 \text{ l} \\ &= 0,00214 \text{ l} \\ &= 2,14 \text{ ml}\end{aligned}$$



Lampiran 5. Kebutuhan Irigasi Tanaman Nanas

Perhitungan Kapasitas Lapang didapatkan dengan cara sebagai berikut:

Tabel 1. Berat Basah dan Berat Kering Media Tanam

KODE	BB+K (g)	BO+K (g)	K (k)	BB (g)	BO (g)
KAKU	23,46	22,26	13,19	10,27	9,07
KAKL	27,43	23,99	14,87	12,55	9,11

Keterangan: KAKU: kadar air kering udara; KAKL: kadar air kapasitas lapang

Kadar Air Kering Udara

$$\begin{aligned} &= ((\text{Berat Basah} - \text{Berat Kering}) / \text{Berat Kering}) \times 100 \% \\ &= ((10,27 - 9,07) / 9,07) \times 100 \% \\ &= 13,21\% \end{aligned}$$

Kadar Air Kapasitas Lapang

$$\begin{aligned} &= ((\text{Berat Basah} - \text{Berat Kering}) / \text{Berat Kering}) \times 100 \% \\ &= ((12,55 \text{ g} - 9,11 \text{ g}) / 9,11 \text{ g}) \times 100 \% \\ &= 37,7\% \end{aligned}$$

Tanah setara 10 kg tanah:

$$\text{KAKU} = ((\text{BKU} - \text{BKO}) / \text{BKO}) \times 100 \%$$

$$13,21\% = ((\text{BKU} - 10 \text{ kg}) / 10 \text{ kg}) \times 100 \%$$

$$132,1 \text{ kg} = 100 \text{ BKU} - 1000$$

$$1132,1 \text{ kg} = 100 \text{ BKU}$$

$$\text{BKU} = 11,321 \text{ kg}$$

$$\text{KAKL} = ((\text{BKL} - \text{BKO}) / \text{BKO}) \times 100 \%$$

$$37,7\% = ((\text{BKL} - 10 \text{ kg}) / 10 \text{ kg}) \times 100 \%$$

$$0,377 = ((\text{BKL} - 10 \text{ kg}) / 10 \text{ kg})$$

$$3,77 \text{ kg} = ((\text{BKL} - 10 \text{ kg}))$$

$$\text{BKL} = 13,77 \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah air yang harus ditambahkan} = (\text{BKL} - \text{BKU}) \times 1 \text{ ml g}^{-1}$$

$$= (13770 \text{ g} - 11321 \text{ g}) \times 1 \text{ ml g}^{-1}$$

$$= 2449 \text{ ml}$$

$$= 2,4 \text{ l}$$

Lampiran 6. Hasil Analisis Ragam pH tanah

Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
1 BST	Perlakuan	17	2,71222	0,15954	11,81*	1,91
	Galat	36	0,48647	0,01351		
	Total	53	3,19868			
	KK	2,9 %				
2 BST	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
	Perlakuan	17	1,15894	0,06817	5,65*	1,91
	Galat	36	0,43440	0,01207		
	Total	53	1,59334			
KK	2,6%					
3 BST	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
	Perlakuan	17	3,60468	0,21204	11,41*	1,91
	Galat	36	0,66907	0,01859		
	Total	53	4,27375			
KK	3,3%					

Lampiran 7. Hasil Analisis Ragam KTK tanah

Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
1 BST	Perlakuan	17	321,21	18,89	0,67 ^{tn}	1,91
	Galat	36	1019,27	28,31		
	Total	53	1340,47			
	KK	19,6%				
2 BST	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
	Perlakuan	17	1578,02	92,82	1,93*	1,91
	Galat	36	1731,77	48,1		
	Total	53	3309,78			
KK	25,1%					
3 BST	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
	Perlakuan	17	737,57	43,39	4,32*	1,91
	Galat	36	361,35	10,04		
	Total	53	1098,92			
KK	14,4%					

Lampiran 8. Hasil Analisis Ragam KB tanah

Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
1 BST	Perlakuan	17	702,63	41,33	4,06*	1,91
	Galat	36	366,7	10,19		
	Total	53	1069,33			
	KK	46,8%				
	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
2 BST	Perlakuan	17	562,233	33,073	7,98*	1,91
	Galat	36	149,115	4,142		
	Total	53	711,348			
	KK	33,4%				
	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
3 BST	Perlakuan	17	913,515	53,736	20,39*	1,91
	Galat	36	94,868	2,635		
	Total	53	1008,383			
	KK	26,5%				

Lampiran 9. Hasil Analisis Ragam N total tanah

Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
1 BST	Perlakuan	17	0,00496	0,000292	1,05 ^{tn}	1,91
	Galat	36	0,009983	0,000277		
	Total	53	0,014943			
	KK	8,4 %				
	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
2 BST	Perlakuan	17	0,001470	0,00008	1,96*	1,91
	Galat	36	0,001592	0,00004		
	Total	53	0,003063			
	KK	4,3%				
	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
3 BST	Perlakuan	17	0,00469	0,00027	0,95 ^{tn}	1,91
	Galat	36	0,01047	0,00029		
	Total	53	0,01516			
	KK	11,7%				

Lampiran 10. Hasil Analisis Ragam Ketersediaan P tanah

Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
1 BST	Perlakuan	17	15,7979	0,9293	1,51 ^{tn}	1,91
	Galat	36	22,1006	0,6139		
	Total	53	37,8985			
	KK		8,5 %			
	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
2 BST	Perlakuan	17	16,0162	0,9421	1,30 ^{tn}	1,91
	Galat	36	26,1731	0,7270		
	Total	53	42,1893			
	KK		7,9%			
	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
3 BST	Perlakuan	17	94,4972	5,5587	11,14*	1,91
	Galat	36	17,9685	0,4991		
	Total	53	112,46			
	KK		7,5%			

Lampiran 11. Hasil Analisis Ragam K-dd tanah

Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
1 BST	Perlakuan	17	0,076787	0,004517	2,94*	1,91
	Galat	36	0,055316	0,001537		
	Total	53	0,132103			
	KK		15,8%			
	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
2 BST	Perlakuan	17	0,055609	0,003271	2,23*	1,91
	Galat	36	0,052919	0,00147		
	Total	53	0,108528			
	KK		19,1%			
	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
3 BST	Perlakuan	17	0,036648	0,002156	1,88 ^{tn}	1,91
	Galat	36	0,041231	0,001145		
	Total	53	0,07787			
	KK		21,3%			

Lampiran 12. Hasil Analisis Ragam Ca-dd tanah

Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
1 BST	Perlakuan	17	14,74583	0,8674	11,65*	1,91
	Galat	36	2,68122	0,07448		
	Total	53	17,42705			
	KK	34,8%				
	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
2 BST	Perlakuan	17	12,26397	0,72141	16,70*	1,91
	Galat	36	1,55532	0,0432		
	Total	53	13,81929			
	KK	29,9%				
	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
3 BST	Perlakuan	17	8,15234	0,47955	33,37*	1,91
	Galat	36	0,51731	0,01437		
	Total	53	8,66965			
	KK	23,4%				

Lampiran 13. Hasil Analisis Ragam Mg-dd tanah

Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
1 BST	Perlakuan	17	11,89916	0,699951	72,03*	1,91
	Galat	36	0,34981	0,009717		
	Total	53	12,24897			
	KK	22,2%				
	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
2 BST	Perlakuan	17	9,326944	0,548644	81,35*	1,91
	Galat	36	0,242779	0,006744		
	Total	53	9,569723			
	KK	19,4%				
	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
3 BST	Perlakuan	17	7,042609	0,414271	96,05*	1,91
	Galat	36	0,155273	0,004313		
	Total	53	7,197882			
	KK	19,2%				

Lampiran 14. Hasil Analisis Ragam Kejenuhan Alumunium tanah

Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
1 BST	Perlakuan	17	9873,54	580,8	12,69*	1,91
	Galat	36	1647,57	45,77		
	Total	53	11521,1			
	KK		14,8%			
Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
2 BST	Perlakuan	17	15464,37	909,67	28,04*	1,91
	Galat	36	1167,87	32,44		
	Total	53	16632,23			
	KK		10,4%			
Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
3 BST	Perlakuan	17	17112,9	1006,64	31,05*	1,91
	Galat	36	1167,29	32,42		
	Total	53	18280,2			
	KK		10%			

Lampiran 15. Hasil Analisis Ragam Ketersediaan Fe tanah

Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
1 BST	Perlakuan	17	303064	17827	17,49*	1,91
	Galat	36	36699	1019		
	Total	53	339763			
	KK		12,4%			
Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
2 BST	Perlakuan	17	192431,4	11319,5	12,85	1,91
	Galat	36	31705,7	880,7		
	Total	53	224137,0			
	KK		10,3%			
Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
3 BST	Perlakuan	17	10302,30	606,02	13,98*	1,91
	Galat	36	1560,43	43,35		
	Total	53	11862,73			
	KK		6,8%			

Lampiran 16. Hasil Analisis Ragam Panjang Daun D

Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
1 BST	Perlakuan	17	96,094	5,653	1,48 ^{tn}	1,91
	Galat	36	137,360	3,816		
	Total	53	233,454			
	KK		9,9%			
Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
2 BST	Perlakuan	17	147,681	8,687	1,08 ^{tn}	1,91
	Galat	36	289,073	8,03		
	Total	53	436,755			
	KK		9,6%			
Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
3 BST	Perlakuan	17	153,435	9,026	1,15 ^{tn}	1,91
	Galat	36	282,02	7,834		
	Total	53	435,455			
	KK		7,3%			

Lampiran 17. Hasil Analisis Ragam Lebar Daun D

Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
1 BST	Perlakuan	17	1,34759	0,07927	1,54 ^{tn}	1,91
	Galat	36	1,85333	0,05148		
	Total	53	3,20093			
	KK		8,7%			
Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
2 BST	Perlakuan	17	0,86315	0,05077	0,59 ^{tn}	1,91
	Galat	36	3,100	0,08611		
	Total	53	3,96315			
	KK		10,2%			
Bulan ke-	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
3 BST	Perlakuan	17	1,72759	0,10162	1,91 ^{tn}	1,91
	Galat	36	1,92000	0,05333		
	Total	53	3,64759			
	KK		7,6%			

Lampiran 18. Hasil Analisis Ragam Luas Daun D 3 BST

SK	Db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
Perlakuan	17	3040,49	178,85	1,84 ^{tn}	1,91
Galat	36	3499,23	97,20		
Total	53	6539,72			
KK	10,7%				

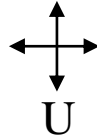
Lampiran 19. Hasil Analisis Ragam Jumlah Daun 3 BST

SK	Db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
Perlakuan	17	1198,17	70,48	1,78 ^{tn}	1,91
Galat	36	1424,67	39,57		
Total	53	2622,83			
KK	10,2%				

Lampiran 20. Hasil Analisis Ragam Selisih Berat Total Tanaman dengan bibit 3 BST

SK	Db	JK	KT	F-hitung	F-tabel (5%)
Perlakuan	17	27150	1597,1	1,64 ^{tn}	1,91
Galat	36	35133,3	975,9		
Total	53	62283,3			
KK	36,3%				

Lampiran 21. Denah pengacakan perlakuan penelitian



Denah awal

	D						C					T						
U1	D0	D1	D2	D3	D4	D5	C0	C1	C2	C3	C4	C5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
U2	D0	D1	D2	D3	D4	D5	C0	C1	C2	C3	C4	C5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
U3	D0	D1	D2	D3	D4	D5	C0	C1	C2	C3	C4	C5	T0	T1	T2	T3	T4	T5

Denah Acak



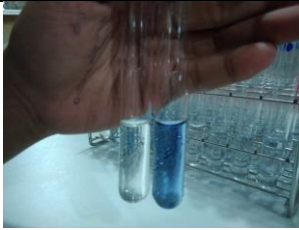
U3D2	U3D1	U2D1	U3D4	U3D0	U1D5	U2C5	U1C1	U3C5	U2C1	U3C1	U2C0	U1T3	U3T4	U3T3	U3T2	U3T1	U2T4
U1D4	U1D2	U2D4	U1D0	U2D2	U2D5	U1C0	U1C4	U3C2	U3C3	U3C0	U3C4	U2T0	U2T5	U1T4	U3T0	U1T5	U2T2
U3D5	U3D3	U2D3	U2D0	U1D3	U1D1	U2C4	U2C2	U1C5	U2C3	U1C3	U1C2	U3T5	U1T2	U1T0	U2T1	U2T3	U1T1



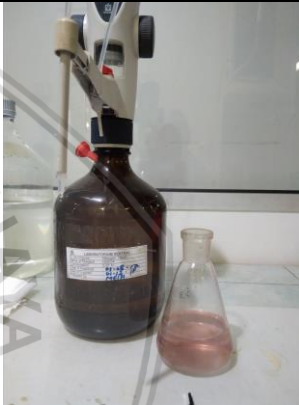
Keterangan:




U1, U2 dan U3 (Ulangan)

D (Dolomit), C (Calcipril) dan T (Topflow) (Jenis Pupuk)




Lampiran 22. Dokumentasi Kegiatan

		
<p>Analisis pH tanah</p>	<p>Analisis P tanah</p>	


		
<p>Destruksi (Analisis N total Tanah)</p>	<p>Destilasi (Analisis N total Tanah)</p>	<p>Titration (Analisis N total Tanah)</p>

		
<p>Analisis Al-dd tanah</p>	<p>Titration Al-dd tanah</p>	<p>Hasil titration Al-dd tanah</p>



		
Mengukur panjang daun	Mengukur lebar daun	Mengukur luas daun

		
Pupuk kalsium	Aplikasi pupuk kalsium	Menimbang bobot bibit

	
Tanah 10 kg untuk media tanam	Tanaman nanas pada 0 BST