

4/TNH  
1993  
0469

UNIVERSITAS IPB  
1993

# PENGARUH PEMBERIAN PUPUK LEPAS TERKENDALI PAMAFERT TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT KAKAO LINDAK (*Theobroma cacao* L) PADA ULTISOL PASIR MAUNG



Oleh

SRI YETTY MIDA M N

A 24.1491



JURUSAN TANAH  
FAKULTAS PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
1993

IPB University

IPB University

1. Diketahui bahwa pupuk lepas terkendali PAMAFERT  
2. Diketahui bahwa pupuk lepas terkendali PAMAFERT  
3. Diketahui bahwa pupuk lepas terkendali PAMAFERT  
4. Diketahui bahwa pupuk lepas terkendali PAMAFERT  
5. Diketahui bahwa pupuk lepas terkendali PAMAFERT  
6. Diketahui bahwa pupuk lepas terkendali PAMAFERT  
7. Diketahui bahwa pupuk lepas terkendali PAMAFERT  
8. Diketahui bahwa pupuk lepas terkendali PAMAFERT  
9. Diketahui bahwa pupuk lepas terkendali PAMAFERT  
10. Diketahui bahwa pupuk lepas terkendali PAMAFERT

## RINGKASAN

**SRI YETTY MIDA M N.** Pengaruh Pemberian Pupuk Lepas Terkendali Pamafert Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao Lindak (*Theobroma cacao* L.) pada Ultisol Pasir Maung (Di bawah bimbingan **SUPIANDI SABIHAM** dan **DIDIEK HADJAR GOENADI**).

Tujuan penelitian adalah menetapkan efektivitas pupuk lepas terkendali Pamafert untuk pembibitan kakao lindak dan pengaruhnya terhadap sifat kimia tanah serta kadar hara tanaman.

Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca dan Laboratorium Tanah dan Daun Pusat Penelitian Perkebunan Bogor, serta Laboratorium Mahasiswa, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, IPB. Tanah yang digunakan adalah Ultisol Pasir Maung, Bogor Jawa Barat dan sebagai tanaman indikator digunakan bibit kakao lindak Klon UAH (Upper Amazone Hybrid) yang diperoleh dari PTP XIII Garut, Jawa Barat. Perlakuan yang diberikan adalah Kontrol (tanpa pupuk), pupuk baku (NPK-Mg) anjuran PUSLITBUN Bogor, Pupuk Pamafert dengan dosis 1(Pf1), 2(Pf2), 4(Pf4) dan 8(Pf8) tablet per polybag. Pupuk baku NPK-Mg terdiri dari 1 g Urea, 7.5 g TSP, 1 g KCl dan 0.5 g Kiserit tiap polybag. Pupuk TSP, KCl dan Kiserit diberikan dengan cara dicampur dengan tanah pada saat tanam. Pupuk Urea sebanyak 1 g per polybag diberikan sebulan sekali sejak tanaman berumur 2 minggu setelah tanam, dengan cara ditabur dalam paritan dangkal di seke-

liling batang, yang kemudian ditutup dengan tanah. Sedang pupuk Pamafert diberikan pada saat tanam dengan cara dibenamkan dalam tanah pada kedalaman 5 cm dari permukaan tanah. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Acak Lengkap dengan tiga kali ulangan dan menggunakan uji lanjutan Duncan (DMRT). Dibandingkan kontrol, pemberian pupuk NPK-Mg dan pupuk Pamafert nyata meningkatkan P - tersedia, K-dd, kadar hara N dan K pada daun dan cenderung menurunkan Al-dd, kadar hara Ca dan Mg daun.

Pemberian pupuk Pamafert sampai dosis 2 tablet, cenderung menaikkan diameter batang, tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar dan berat kering tanaman keseluruhan. Pemberian Pamafert dengan dosis 8 tablet, pertumbuhan tanaman kurang baik dan daun berwarna kekuningan.

Secara visual pertumbuhan tanaman yang terbaik terdapat pada perlakuan pupuk Pamafert sampai dosis 2 tablet dan pupuk NPK-Mg.

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK LEPAS TERKENDALI PAMAFERT  
TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT KAKAO LINDAK (*Theobroma cacao. L*)  
PADA ULTISOL PASIR MAUNG**

**Skripsi**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian  
Institut Pertanian Bogor**

**Oleh**

**Sri Yetty Mida MN**

**A.24 1491**

**JURUSAN TANAH  
FAKULTAS PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

**1993**

Halaman ini adalah bagian dari dokumen yang dihasilkan oleh sistem manajemen dokumen IPB University. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi situs web IPB University di [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id).

Judul : PENGARUH PEMBERIAN PUPUK LEPAS TERKENDALI  
PAMAFERT TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT KAKAO  
LINDAK (*Theobroma cacao. L*) PADA ULTISOL  
PASIR MAUNG

Nama Mahasiswa : SRI YETTY MIA M N  
Nomor Pokok : A.24 1491

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

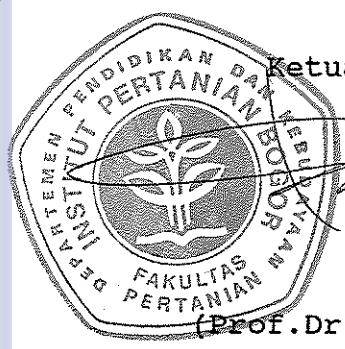


(Dr. Ir. Suhandi Sabiham)

(Dr. Ir. Didiek Hadjar Goenadi, MSc)

Mengetahui :

Ketua Jurusan Tanah,



(Prof. Dr. Ir. Oetit Koswara)

Tanggal lulus : 06 SEP 1993



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 20 September 1969 di Rantau Prapat, Sumatra Utara dari keluarga B. Nainggolan dan R. Sitorus, sebagai anak ke dua dari enam bersaudara.

Jenjang pendidikan formal penulis di mulai dari SD Kristen Latihan SPGYPHKBP, Pematangsiantar dan lulus tahun 1981, kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 3 dan lulus pada tahun 1984. Menyelesaikan Sekolah Menengah Atas pada tahun 1987 di SMA Negeri 1 Pematangsiantar.

Pada tahun 1987 penulis diterima di Institut Pertanian Bogor melalui jalur Penelusuran Minat dan Kemampuan (PMDK) dan selanjutnya diterima sebagai Mahasiswa Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, IPB.

Halaman 1 dari 1  
1. Untuk mengetahui sejarah atau silsilah yang ada di lembaga pemerintahan dan pemerintahan umum  
2. Untuk mengetahui sejarah atau silsilah yang ada di lembaga pemerintahan dan pemerintahan umum  
3. Untuk mengetahui sejarah atau silsilah yang ada di lembaga pemerintahan dan pemerintahan umum  
4. Untuk mengetahui sejarah atau silsilah yang ada di lembaga pemerintahan dan pemerintahan umum  
5. Untuk mengetahui sejarah atau silsilah yang ada di lembaga pemerintahan dan pemerintahan umum  
6. Untuk mengetahui sejarah atau silsilah yang ada di lembaga pemerintahan dan pemerintahan umum  
7. Untuk mengetahui sejarah atau silsilah yang ada di lembaga pemerintahan dan pemerintahan umum  
8. Untuk mengetahui sejarah atau silsilah yang ada di lembaga pemerintahan dan pemerintahan umum  
9. Untuk mengetahui sejarah atau silsilah yang ada di lembaga pemerintahan dan pemerintahan umum  
10. Untuk mengetahui sejarah atau silsilah yang ada di lembaga pemerintahan dan pemerintahan umum



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan kasihNya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pertanian pada Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak, Mama, kakak dan adik-adikku tercinta yang selalu memberikan dorongan dan doa yang tulus serta pengertiannya selama ini.
2. Bapak Dr. Ir. Supiandi Sabiham selaku dosen pembimbing, yang dengan sabar telah memberikan saran dan petunjuk dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Didiek Hadjar Goenadi, MSc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bantuan dana penelitian dan saran serta petunjuk dalam penulisan skripsi ini.
4. Segenap karyawan Pusat Penelitian Perkebunan Bogor, yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian, baik di rumah kaca maupun di laboratorium.
5. Teman-teman sepenelitian, Prisca, Desi, Banowati dan Tedy atas kerjasama yang baik selama penelitian, serta pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu.



Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna. Saran dan kritik dari semua pihak demi perbaikan tulisan ini sangat di harapkan.

Akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan.  
Immanuel.

Bogor, September 1993

Penulis

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penulisan skripsi:  
1. Disajikan dengan bahasa yang lugas dan lugas.  
2. Disajikan dengan bahasa yang lugas dan lugas.  
3. Disajikan dengan bahasa yang lugas dan lugas.  
4. Disajikan dengan bahasa yang lugas dan lugas.  
5. Disajikan dengan bahasa yang lugas dan lugas.  
6. Disajikan dengan bahasa yang lugas dan lugas.  
7. Disajikan dengan bahasa yang lugas dan lugas.  
8. Disajikan dengan bahasa yang lugas dan lugas.  
9. Disajikan dengan bahasa yang lugas dan lugas.  
10. Disajikan dengan bahasa yang lugas dan lugas.



DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
PENDAHULUAN.....	1
Latar Belakang.....	1
Tujuan.....	5
Hipotesis.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
Sifat-sifat Umum Tanah Podsolik Merah Kuning.....	6
Botani Tanaman Kakao.....	7
Syarat Tumbuh Tanaman Kakao.....	9
Pembibitan Kakao.....	11
Kebutuhan Hara Tanaman Kakao.....	12
Nitrogen.....	13
Fosfor.....	15
Kalium.....	16
Kalsium.....	18
Magnesium.....	19
Unsur Mikro.....	20
Konsep Pupuk Lepas Terkendali.....	20
Sifat Pupuk Pamafert.....	23
BAHAN DAN METODE.....	25
Waktu dan Tempat.....	25
Bahan dan Alat.....	25
Metode.....	25

	Halaman
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
Sifat-sifat Tanah sebelum Perlakuan.....	28
Perubahan Sifat Kimia Tanah.....	29
Kemasaman Tanah.....	29
Nitrogen Tanah.....	32
Fosfor Tersedia.....	34
Basa-basa Tersedia.....	35
Kalium.....	35
Kalsium.....	35
Magnesium.....	36
Kadar Hara Tanaman.....	37
Kriteria Kecukupan Hara Daun.....	37
Kadar Hara N Daun.....	39
Kadar Hara P Daun.....	40
Kadar Hara K Daun.....	41
Kadar Hara Ca Daun.....	43
Kadar Hara Mg Daun.....	43
Kadar Hara Mn Daun.....	45
Pertumbuhan Tanaman.....	46
Tinggi Tanaman.....	47
Diameter Batang.....	48
Jumlah Daun.....	48
Panjang Akar.....	50
Bobot Kering Tanaman.....	51
Sisa Pupuk Pamafert.....	53

	Halaman
KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
Kesimpulan.....	55
Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56
LAMPIRAN.....	59



**DAFTAR TABEL**

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Data Rataan pH Tanah dan Al-dd .....	31
2.	Data Rataan Nitrogen dan P-tersedia .....	33
3.	Data Rataan Basa-basa tersedia .....	37
4.	Kisaran Kecukupan Kadar Hara Daun Kakao ....	39
5.	Data Rataan Kadar Hara Nitrogen, Fosfor dan Kalium Daun .....	41
6.	Data Rataan Kadar Hara Kalsium, Magnesium dan Mangan Daun .....	45
7.	Data Rataan Tinggi Tanaman, Diameter Batang, Jumlah Daun dan Panjang Akar Bibit Kakao pada Umur 3 Bulan .....	49
8.	Data Rataan Bobot Kering Akar, Batang dan Daun Kakao pada Umur 3 Bulan .....	52
9.	Sisa Pupuk Pamafert .....	53
 <u>Lampiran</u> 		
1.	Hasil Analisis Pendahuluan Sifat Kimia Ulti-sol Pasir Maung, Bogor .....	59
2.	Kriteria Penilaian Data Analisis Sifat Kimia Tanah Menurut PPT Bogor .....	60
3.	Hasil Pengukuran pH Tanah dan Aluminium Dapat ditukar (Al-dd) .....	61
4.	Hasil Pengukuran Nitrogen dan P-tersedia ...	62
5.	Hasil Pengukuran Basa-basa Tersedia .....	63
6.	Hasil Pengukuran Kadar Hara Daun Kakao pada Umur 3 Bulan .....	64

Hal. 5 dari 5 halaman | 10/05/2024 10:00:00 AM  
 1. Diakses melalui alamat: <http://www.ipb.ac.id>  
 2. Pengukuran hasil analisis tanah dilakukan di laboratorium Tanah dan Pupuk IPB  
 3. Pengukuran hasil analisis air dilakukan di laboratorium Kimia dan Tanah IPB  
 4. Pengukuran hasil analisis udara dilakukan di laboratorium Kimia dan Tanah IPB  
 5. Pengukuran hasil analisis pupuk dilakukan di laboratorium Kimia dan Tanah IPB  
 6. Pengukuran hasil analisis tanaman dilakukan di laboratorium Kimia dan Tanah IPB  
 7. Pengukuran hasil analisis hasil panen dilakukan di laboratorium Kimia dan Tanah IPB  
 8. Pengukuran hasil analisis limbah dilakukan di laboratorium Kimia dan Tanah IPB  
 9. Pengukuran hasil analisis air limbah dilakukan di laboratorium Kimia dan Tanah IPB  
 10. Pengukuran hasil analisis udara limbah dilakukan di laboratorium Kimia dan Tanah IPB

7.	Hasil Pengukuran Kadar Hara Batang Kakao pada Umur 3 Bulan .....	65
8.	Hasil Pengukuran Tinggi Tanaman, Diameter Batang, dan Jumlah Daun Bibit Kakao pada Umur 3 Bulan .....	66
9.	Hasil Pengukuran Berat Kering Akar, Batang, Daun dan Panjang Akar Bibit Kakao pada umur 3 Bulan .....	67
10.	Hasil Pengukuran Serapan Hara Tanaman Bibit Kakao Umur 3 Bulan pada Berbagai Taraf Pupuk Pamafert .....	68
11.	Analisis Ragam Nitrogen Tanah pada Berbagai Taraf Pupuk Pamafert .....	69
12.	Analisis Ragam P-tersedia tanah pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert .....	69
13.	Analisis Ragam K-dd pada Berbagai Taraf Pupuk Pamafert .....	69
14.	Analisis Ragam Mg-dd tanah pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert .....	70
15.	Analisis Ragam Ca-dd tanah pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert .....	70
16.	Analisis Ragam Kadar Hara N Daun pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert .....	70
17.	Analisis Ragam Kadar Hara P Daun pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert .....	71
18.	Analisis Ragam Kadar Hara K Daun pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert .....	71
19.	Analisis Ragam Kadar Hara Ca Daun pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert .....	71
20.	Analisis Ragam Kadar Hara Mg Daun pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert .....	72
21.	Analisis Ragam Kadar Hara Mn Daun pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert .....	72

Halaman

22.	Analisis Ragam Panjang Akar Bibit Kakao Umur 3 Bulan pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert ..	72
23.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman Bibit Kakao Umur 3 Bulan pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert .....	73
24.	Analisis Ragam Diameter Batang Bibit Kakao Umur 3 Bulan pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert .....	73
25.	Analisis Ragam Jumlah Daun Bibit Kakao Umur 3 Bulan pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert ..	73
26.	Analisis Ragam Bobot Kering Akar Bibit Kakao Umur 3 Bulan pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert .....	74
27.	Analisis Ragam Bobot Kering Batang Bibit Kakao Umur 3 Bulan pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert .....	74
28.	Analisis Ragam Bobot Kering Daun Bibit Kakao Umur 3 Bulan pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert .....	74

DAFTAR GAMBAR

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Pengaruh Pemupukan Pamafert dan NPK-Mg terhadap pH H <sub>2</sub> O .....	32
2.	Pengaruh Pemupukan Pamafert dan NPK-Mg terhadap Al-dd .....	32
3.	Pengaruh Pemupukan Pamafert dan NPK-Mg terhadap Nitrogen Tanah .....	33
4.	Pengaruh Pemupukan Pamafert dan NPK-Mg terhadap P-tersedia .....	34
5.	Pengaruh Pemupukan Pamafert dan NPK-Mg terhadap Kalium, Kalsium, Magnesium Dapat Ditukar .....	37
6.	Pengaruh Pemupukan Pamafert dan NPK-Mg terhadap Kadar Hara Nitrogen, Fosfor, dan Kalium Daun ..	42
7.	Pengaruh Pemupukan Pamafert dan NPK-Mg terhadap kadar hara Kalsium, Magnesium dan Mangan Daun .	46
8.	Pengaruh Pemupukan Pamafert dan NPK-Mg terhadap Tinggi Tanaman, Diameter Batang, Jumlah Daun dan Panjang Akar .....	51
9.	Pengaruh Pemupukan Pamafert dan NPK-Mg terhadap Bobot Kering Akar, Batang, dan Daun Bibit Kakao Umur 3 Bulan .....	53

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penyusunan daftar gambar adalah sebagai berikut:
 

1. Daftar gambar harus disusun secara sistematis dan berurutan.
2. Setiap gambar harus diberi nomor urut dan judul yang jelas.
3. Gambar harus dibuat dengan ukuran yang sesuai dan jelas.
4. Daftar gambar harus dibuat dengan menggunakan huruf kapital dan angka.
5. Daftar gambar harus dibuat dengan menggunakan huruf kapital dan angka.





## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Beberapa tahun terakhir ini pemerintah berusaha meningkatkan devisa negara melalui sektor non migas. Salah satu cara yang dilakukan pemerintah adalah peningkatan produksi melalui sektor perkebunan. Saat ini kakao merupakan salah satu komoditi perkebunan yang dianjurkan untuk dikembangkan, karena mempunyai prospek pemasaran yang ditaksir cukup baik (Affandi, 1983).

Sampai saat ini peningkatan produksi kakao di Indonesia terus dilakukan melalui usaha ekstensifikasi, intensifikasi, dan rehabilitasi (Soenaryo, 1985). Dilihat dari segi penyediaan lahan, diperkirakan perluasan areal tanaman kakao terutama di luar Pulau Jawa masih memungkinkan.

Seperti halnya usaha perluasan areal komoditi pertanian lainnya, perluasan areal kakao menghendaki dipenuhinya berbagai persyaratan, karena tanaman kakao hanya dapat tumbuh baik dan berproduksi tinggi pada jenis tanah dan iklim tertentu (Affandi, 1983).

Menurut Goenadi dan Hardjono (1985) tanaman kakao tumbuh dengan baik pada wilayah yang mempunyai curah hujan rata-rata 1500 sampai 2000 mm pertahun, suhu udara rata-rata 25 sampai 26<sup>0</sup>c dan kelembaban udara minimum 45 sampai 55%. Tanah yang baik untuk tanaman kakao mempunyai pH berkisar antara 6.0 dan 7.0, kandungan bahan organik lebih

dari 4%, kapasitas tukar kation lebih besar dari 24 me/100 g dan kejenuhan basa rata-rata lebih dari 50%.

Di dalam kenyataannya, areal untuk usaha ekstensifikasi yang diarahkan ke luar Pulau Jawa sebagian besar merupakan tanah marginal. Salah satu tanah marginal yang penyebarannya sangat luas di Indonesia yaitu tanah Podzolik Merah Kuning (Ultisol). Tanah tersebut diperkirakan meliputi 31.05 juta ha, yang tersebar terutama di Pulau Sumatra, Kalimantan, Irian Jaya, Sulawesi, Maluku dan Jawa Barat (Leiwakabessy, 1988). Masalah utama tanah Podzolik Merah Kuning jika digunakan untuk pertanaman kakao yaitu kandungan Aluminium yang tinggi, reaksi masam, ketersediaan unsur hara yang rendah dan kandungan bahan organik yang rendah (Hardjowigeno, 1985).

Tanaman kakao peka terhadap tanah yang kurang subur. Penggunaan tanah Podzolik Merah Kuning dalam usaha budidaya kakao perlu diikuti dengan penanganan khusus, terutama untuk pembibitan. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan masukan bahan pupuk yang dapat dan mampu memperbaiki kesuburan tanah serta dapat memberikan produksi yang tinggi.

Alternatif tindakan yang dapat dilakukan yaitu dengan pemberian pupuk majemuk lepas terkendali ke dalam tanah, sehingga dapat diharapkan bahwa pupuk yang diberikan mempunyai efisiensi yang tinggi. Efisiensi penggunaan pupuk dapat ditentukan atas dasar kadar hara yang berasal

dari pupuk di dalam tanaman, metabolisme dan kualitas tanaman, dan keuntungan ekonomis dari investasi pemupukan (Hauck, 1985).

Efisiensi tidak berarti hanya pengurangan jumlah pupuk untuk memperoleh hasil yang lebih baik, tetapi juga diartikan sebagai efektivitas biaya pemupukan dan bukan sebagai pengurangan biaya semata (Goenadi, 1991). Usaha efisiensi pemupukan dalam praktek dapat ditempuh dengan berbagai cara, di antaranya adalah perbaikan sifat pupuk, sifat media tanam. Dari manipulasi ini akan diperoleh pupuk dengan bentuk, ukuran, kadar hara, dan bahan pembawa tertentu dalam kombinasi yang optimal, sehingga menghasilkan reaktivitas yang sesuai dengan yang dikehendaki.

Reaktivitas tersebut dapat diukur atas dasar kecepatan larut (*release rate*), dan konsistensi kelarutan unsur hara dalam suatu periode tertentu sesuai dengan kebutuhan tanaman. Prinsip ini digabung dengan usaha menekan tingkat kehilangan unsur hara pupuk di dalam media tanam yang merupakan prinsip dasar penggunaan pupuk lepas terkendali (*Controlled release fertilizers*) (Hauck, 1985).

Keuntungan dari pupuk jenis ini adalah bahwa dalam satu satuan berat pupuk dapat diperoleh lebih dari satu unsur hara, sehingga biaya persatuan hara pupuk dan pelaksanaan pemupukan di lapang lebih rendah dari pada pupuk tunggal.

Hasil penelitian pupuk lepas terkendali sebelumnya memberikan petunjuk bahwa pupuk lepas terkendali Fertimel dapat diberikan cukup efektif dalam pembibitan tanaman kakao. Pada tanah masam pupuk lepas terkendali Fertimel mempunyai periode pelepasan terkendali yang cukup lama (Goenadi, 1992a). Selanjutnya Goenadi (1992b) menunjukkan bahwa penggunaan satu tablet pupuk lepas terkendali Fertimel mampu mendukung pertumbuhan bibit kakao lindak, sama dengan perlakuan pupuk NPK-Mg konvensional.

Apabila ditinjau dari aspek fisiologi tanaman, suatu jenis pupuk lepas terkendali secara ideal harus menyediakan hara ke larutan tanah dengan laju dan konsentrasi yang memungkinkan tanaman untuk mempertahankan perwujudan dan kemampuan genetiknya secara maksimum (Hauck, 1985).

### Tujuan

Penelitian ini bertujuan menetapkan efektivitas pupuk Pamafert yang mempunyai sifat tersedia secara terkendali untuk pembibitan kakao dan pengaruhnya terhadap sifat kimia tanah dan kadar hara tanaman. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan petunjuk mengenai dosis optimum pupuk Pamafert untuk pembibitan kakao.

### Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Pada perlakuan pupuk Pamafert diharapkan pertumbuhan dan perkembangan bibit kakao lebih baik dan pemindahan ke lapang lebih awal karena pupuk Pamafert disamping mempunyai sifat lepas terkendali juga mengandung unsur hara majemuk.
2. Taraf pemupukan Pamafert yang berbeda diharapkan akan memberi tanggapan yang berbeda terhadap pertumbuhan bibit kakao.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Sifat-sifat Umum Tanah Podzolik Merah Kuning

Tanah Podzolik Merah Kuning menurut system taxonomi USDA sepadan dengan tanah Ultisol (Hardjowigeno, 1985). Tanah tersebut terbentuk dari bahan induk masam, batu pasir, sedimen dan pasir dengan curah hujan berkisar antara 2500 sampai 3500 mm tiap tahun tanpa bulan kering (Leiwakabessy, 1985). Iklim digolongkan dalam Af - Am (Koppen) atau A, B, C (Schmidt dan Ferguson), dan duduk diatas medium bergelombang hingga berbukit. Tanah Podzolik Merah Kuning ditemukan di daerah tropis dengan suhu rata-rata 8°C, yang didominasi oleh mineral liat kaolinit, berasosiasi dengan gipsit dan campuran liat lapisan klorit, vermikulit (Buol, Hole dan McCracken, 1980).

Soepardi (1983) menyatakan bahwa tanah Podzolik Merah Kuning mempunyai struktur yang tidak begitu mantap dan peka terhadap erosi. Selanjutnya Buckman dan Brady (1960) juga menyatakan bahwa curah hujan yang tinggi menyebabkan pencucian yang intensif, sehingga menyebabkan reaksi tanah yang sedang hingga sangat masam, merupakan penyebab terbentuknya tanah Podzolik. Sifat lain yang dipunyai tanah Podzolik Merah Kuning yaitu mempunyai tekstur beragam dengan kandungan liat yang tinggi, terutama di horizon B (argilik), permeabilitas lambat sampai sedang (Soepraptohardjo dan Ismangun, 1978).



Masalah utama tanah Podzolik Merah Kuning jika digunakan sebagai lahan pertanian yaitu kandungan aluminium yang tinggi, reaksi masam, ketersediaan unsur hara yang rendah dan kandungan bahan organik juga rendah (Hardjowigeno, 1985).

#### Botani Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L)

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L) semula merupakan tanaman liar di hutan daerah asalnya, yaitu hulu sungai Amazone, Amerika Selatan. Tanaman ini kemudian dibudidayakan oleh suku Indian Maya dan Aztek (Wood, 1975). Menurut Urquhart (1955) species liar tanaman ini dijumpai sepanjang Meksiko sampai Peru. Habitat asli tanaman ini berupa hutan hujan tropis dengan kondisi hangat, basah dan ternaungi.

Cheesman (1944 dalam Siregar et al., 1989) menyatakan bahwa tanaman kakao merupakan salah satu species dari 22 species yang diklassifikasikan ke dalam Divisio Spermato-phyta, Klas Dicotyledon, Ordo Malvales, Famili Sterculiaceae, Genus *Theobroma*, dan Species *Theobroma cacao* L. Secara garis besar tanaman kakao dibedakan atas jenis Criollo, Forastero dan Trinitario.

Ditinjau dari segi komersial hanya ada 2 tipe *Theobroma cacao* L yang dapat dimanfaatkan, yaitu Criollo (asli) meliputi tipe-tipe kakao bermutu tinggi dan tipe forastero yang meliputi tipe-tipe kakao bermutu rendah (Wood, 1975). Pertumbuhan tanaman kakao bersifat dimor-



phous, artinya tanaman ini dalam pertumbuhannya mempunyai dua bentuk percabangan, yaitu cabang plagiotrop yang tumbuh ke arah samping dan cabang ortotrop yang tumbuh ke atas ( Soenaryo dan Situmorang, 1978).

Akar kakao adalah akar tunggang (*radix primaria*). Pertumbuhan akar dapat mencapai 8 meter ke arah samping dan 15 meter ke arah bawah. Tanaman kakao yang diperbanyak secara vegetatif, pada awal pertumbuhannya tidak menumbuhkan akar tunggang, melainkan akar-akar serabut yang banyak jumlahnya (Siregar et al ., 1989). Perkembangan akar sangat dipengaruhi oleh struktur tanah, air tanah, dan aerasi di dalam tanah. Pada tanah yang drainasenya jelek dan permukaan air tanahnya tinggi, akar tunggang tidak dapat tumbuh lebih dari 45 cm. Hal yang sama akan terjadi bila permukaan air tanah terlalu dalam (Wood, 1975). Kakao akan mempunyai perakaran yang lengkap setelah berumur 3 tahun, tetapi hal ini masih bergantung pada faktor tanah, jenis tanaman serta pemupukannya. Pada akar kakao terdapat juga jamur mikoriza yang berperan dalam penyerapan hara tertentu, terutama fosfor (Siregar et al., 1989).

Tanaman kakao punya kecenderungan tumbuh lebih pendek bila ditanam tanpa pohon pelindung. Diawal pertumbuhannya tanaman kakao yang diperbanyak melalui biji akan menumbuhkan batang utama sebelum menumbuhkan cabang-cabang primer. Letak cabang primer itu tumbuh dan berkembang 3

sampai 5 cabang ke arah samping. Tempat dimana cabang primer tumbuh pada batang yang sama disebut jorket, yang tingginya dari permukaan tanah 1 sampai 2 meter (Wood, 1975).

Daun kakao terdiri atas tangkai daun dan helai daun. Panjang daun berkisar 25 - 34 cm dan lebarnya 9 - 12 cm. Daun yang tumbuh pada ujung tunas biasanya berwarna merah dan disebut daun *flush*, permukaannya seperti sutera. Setelah dewasa warna daun berubah menjadi hijau dan permukaannya kasar (Siregar et al., 1989). Pada umumnya daun yang terlindung lebih tua warnanya dan ukurannya lebih besar dibandingkan dengan daun yang langsung terkena sinar matahari (Wood, 1975).

Tanaman kakao bersifat *cauliflorous*, artinya bunga dan buah tumbuh melekat pada batang maupun cabang. Bunga kakao tergolong bunga sempurna, terdiri dari kelopak sebanyak 5 helai, dan benang sari sejumlah 10 helai. Buah kakao berupa buah buni yang daging bijinya sangat lunak. Di dalam buah terdapat 30 sampai 50 biji, tergantung pada jenis tanamannya. Beberapa tanaman kakao menghasilkan buah yang banyak tetapi bijinya kecil, dan sebaliknya (Siregar et al., 1989).

#### Syarat Tumbuh Tanaman Kakao

Tanaman kakao dapat tumbuh dengan baik pada daerah dengan ketinggian sampai 1200 meter di atas permukaan laut, tetapi ketinggian yang optimum sampai dengan 600 meter di

atas permukaan laut, di bawah naungan pohon-pohon pelindung (Urquhart, 1961). Batas geografis penanaman kakao yaitu  $20^{\circ}$  LU dan  $20^{\circ}$  LS, tetapi daerah kakao yang paling baik terbatas pada  $10^{\circ}$  LU dan  $10^{\circ}$  LS (Wood, 1975).

Curah hujan minimum untuk tanaman kakao tergantung pada pembagian hujan dalam setahun dan kemampuan tanah untuk menyimpan air. Untuk pertumbuhannya tanaman ini memerlukan curah hujan lebih dari 1250 mm/tahun yang terbagi rata sedemikian rupa. Di wilayah dengan curah hujan yang agak rendah, tanaman kakao masih dapat tumbuh bila curah hujan merata sepanjang tahun (Urquhart, 1961). Ditunjukkan pula bahwa penyebaran curah hujan dalam setahun nyata mempengaruhi daun, pembentukan tunas (*flushing*) maupun produksi tanaman.

Pengaruh suhu terhadap kakao erat kaitannya dengan ketersediaan air, sinar matahari dan kelembaban. Suhu rata-rata tahunan yang dibutuhkan tanaman kakao yaitu  $25^{\circ}\text{C}$  dan suhu rata-rata terdingin tidak boleh kurang dari  $15^{\circ}\text{C}$  (Soenaryo dan Situmorang, 1978). Suhu udara yang rendah dapat menghambat pertumbuhan tunas dan pembungaan (Alvim, 1979 dalam Goenadi dan Hardjono, 1985), sedang suhu udara yang tinggi menghambat pertumbuhan pucuk tetapi merangsang pembentukan cabang dan mengakibatkan daun-daun kurang berkembang (Wood, 1975).

Kelembaban udara minimum yang dibutuhkan tanaman kakao agar dapat tumbuh dengan baik berkisar antara 45 sampai 55% (Goenadi dan Hardjono, 1985).

Menurut Wood (1975) cahaya merupakan salah satu faktor pendorong pertumbuhan yang baik bagi tanaman kakao. Intensitas cahaya yang tinggi dapat menyebabkan lilit batang kecil, daun sempit dan tanaman relatif pendek. Sedangkan intensitas cahaya yang rendah terjadi pemanjangan internode.

Tanaman kakao dapat tumbuh pada semua jenis tanah, asalkan tanah cukup dalam untuk memungkinkan pertumbuhan akar yang baik, kandungan unsur hara cukup, tidak pernah kekeringan air dan tidak pernah terendam air dalam waktu lebih dari 24 jam (Darmawijaya, 1973). Tanaman kakao menghendaki struktur tanah yang remah dengan agregat yang mantap yang memungkinkan lancarnya pergerakan air dan udara dalam tanah serta berkembangnya akar tanaman (Goenadi dan Hardjono, 1985).

#### Pembibitan Kakao

Pembibitan tanaman kakao dapat dilakukan melalui 2 cara yaitu melalui pembibitan benih dan stek kakao (Siregar et al., 1989). Dalam tulisan ini yang dilakukan adalah pembibitan dengan menggunakan benih.

Dalam bertanam kakao, penanganan yang serius dimulai pada tahap pembibitan, karena kemampuan tanaman kakao dalam memproduksi sangat dipengaruhi oleh kualitas bibit yang di tanam. Di dalam tahap pembibitan ini harus diusahakan untuk mendapatkan calon-calon tanaman yang baik

yaitu bibit dengan akar tunggang yang lurus dan tidak rusak (Ditjetbun,1983).

Menurut Darmawijaya (1973) tanah yang baik bagi pertumbuhan kakao adalah tanah yang bersifat lempung berliat, dimana debu, pasir, dan liat membentuk agregat yang mantap dan mampu menahan air, serta dapat dilalui baik oleh air maupun udara.

Media pembibitan kakao harus gembur untuk memudahkan penembusan oleh akar tanaman (Ditjetbun, 1983 ; Urquhart, 1961). Bagi tanah berpasir yang mempunyai daya mengikat air yang rendah, persyaratan tersebut merupakan masalah. Jenis tanah demikian harus diperbaiki dengan pemupukan. Dengan pemupukan, kesuburan dan daya ikat tanah terhadap air dapat ditingkatkan, sehingga diharapkan tanah berpasir dan lapisan bawah dapat dimanfaatkan untuk menunjang pertumbuhan bibit kakao yang lebih baik .

Sejak 12 tahun yang lalu, pembibitan kakao pada umumnya memakai kantong plastik. Suatu percobaan memperlihatkan keberhasilan, pemakaian kantong plastik untuk bibit kakao yaitu pertumbuhannya baik, seragam dan pada umur 3 sampai 4 bulan sudah dapat dipindahkan ke lapang (Teoh, 1978).

#### Kebutuhan Hara Tanaman Kakao

Kakao merupakan tanaman dengan perakaran dangkal yang menginginkan kondisi tanah dengan kandungan unsur hara yang cukup (Poeloengan, 1978). Pada tanah marginal,



kekurangan unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium akan menjadi masalah yang berat bagi budidaya tanaman sehingga penambahannya melalui pupuk sangat penting. Menurut Buckman dan Brady (1960) nitrogen, fosfor dan kalium bila diberikan secara tepat akan saling mengimbangi, mendukung dan mengisi satu sama lain serta mengendalikan unsur-unsur lainnya. Hubungan ini sangat penting dalam praktek pemupukan karena berkaitan dengan ekonomi dan keefektifan pemupukan.

### Nitrogen

Nitrogen merupakan unsur hara utama dalam pembentukan protein tanaman, khlorofil (pigmen warna hijau pada tanaman yang penting untuk proses fotosintesa), asam nukleat (regenerasi kehidupan sel), dan bagian tanaman lain (Miller dan Donahue, 1991). Tanaman mengabsorpsi N dalam bentuk  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{NO}_3^-$ , tetapi bentuk  $\text{NO}_3^-$  adalah bentuk yang paling banyak diabsorpsi (Tisdale *et al*, 1985). Absorpsi dalam bentuk ini dipengaruhi oleh pH tanah, suhu, dan ketersediaan ion-ion lain dalam larutan tanah.

Nitrogen yang diserap di dalam tanaman diubah menjadi ikatan-ikatan -N, -NH, -NH<sub>2</sub>, yang kemudian diubah lagi menjadi senyawa yang lebih kompleks dan akhirnya menjadi protein. Dengan demikian protein bersifat sebagai katalisator dan sebagai perantara dalam proses metabolisme (Leiwakabessy, 1988).

Keikutsertaan kation ammonium dalam pertukaran kation dalam tanah, memungkinkan adanya ion nitrit dalam larutan tanah pada kondisi anaerobik dan dapat meracuni tanaman (Jones et al., 1991). Nitrogen tanah dapat hilang ke atmosphere melalui proses denitrifikasi dan volatilisasi ammonia. Kehilangan N dalam bentuk gas paling besar melalui denitrifikasi.

Nitrogen berperanan penting dalam fase vegetatif tanaman kakao, khususnya dalam perkembangan tanaman muda. Pada fase reproduksi, nitrogen menyokong pertumbuhan dan produksi buah dengan baik. Kekurangan nitrogen ditandai dengan pertumbuhan yang tidak baik, dengan kecenderungan bentuk daun yang kecil. Gejala umum lainnya ditunjukkan dengan adanya pembusukan sebagian, mulai dari klorofil pada daerah interval dan yang lebih tua, yang selanjutnya daun menjadi hijau pucat sampai kuning, kemudian terjadi pengeringan daun yang dimulai dari bagian bawah terus kebagian atas (Van Dierendonck, 1959).

Menurut Murray (1957) dan Loue, (1961 dalam Ling 1983) kisaran normal nitrogen dalam daun kakao adalah 2.00 sampai 2.50 persen. Pada kisaran kurang dari 1.80 persen tanaman menunjukkan gejala defisiensi.

Pemberian N yang terlalu banyak mengakibatkan tanaman akan berwarna hijau gelap, daun menjadi sukulen, melemahkan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit, mudah terkena stress kekeringan (Jones et al., 1991).



## Fosfor

Bentuk fosfor anorganik dan organik dijumpai dalam tanah, dan keduanya merupakan sumber fosfor yang penting bagi tanaman (Buckman dan Brady, 1960). Tanaman biasanya mengabsorpsi P dalam bentuk ion orthofosfat primer,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan sebagian kecil dalam bentuk sekunder,  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Absorpsi kedua ion ini oleh tanaman dipengaruhi oleh pH tanah sekitar akar. Pada pH tanah yang rendah absorpsi bentuk  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  akan meningkat (Tisdale et al., 1985).

Tanaman juga dapat mengabsorpsi fosfat dalam bentuk P organik seperti asam nukleat dan phytin. Bentuk-bentuk ini berasal dari dekomposisi bahan organik dan dapat langsung dipakai oleh tanaman. Pemberian P yang cukup pada saat tanaman masih muda adalah penting untuk meletakkan primordia dari bagian-bagian reproduktif. Fosfat yang cukup akan memperbesar pertumbuhan akar dan pembentukan biji (Leiwakabessy, 1988).

Fosfor diperlukan terutama untuk tanaman kakao muda, walaupun kakao dewasa hanya membutuhkan relatif sedikit fosfor, namun nampaknya jumlah yang kecil ini berperan dalam meningkatkan pembentukan bunga (buah muda) dan dalam proses pembentukan biji. Tingkat fosfor dalam daun normal kakao berkisar 0.5 persen. Daun yang mengandung fosfor di bawah 0.17 persen menunjukkan gejala kekurangan fosfor, di mana dapat diamati secara visual pada daun yang berbintik-bintik (Van Dierendonck, 1959).

Fosfor merupakan unsur yang mobil dalam tanaman. Pada tanah, gejala kekurangan fosfor ditunjukkan dengan pertumbuhan yang terhambat dan pembelahan sel terganggu, daun menjadi ungu, kemudian coklat mulai dari ujung daun. Pada tanaman muda gejala ini terlihat lebih jelas (Jones et al., 1991).

### Kalium

Kalium merupakan satu-satunya kation monovalen yang esensial bagi tanaman (Soepardi, 1983). Menurut Buckman dan Brady (1960) ketersediaan kalium yang cukup dalam tanah menjamin ketegaran tanaman. Selanjutnya K dapat membuat tanaman menjadi lebih tegar terhadap serangan penyakit dan merangsang pertumbuhan akar. Kalium cenderung meniadakan pengaruh buruk nitrogen dan dapat mengurangi kematangan yang dipercepat oleh fosfor.

Kalium diabsorpsi oleh tanaman dalam bentuk  $K^+$  yang berasal dari K dapat ditukar dan K yang dapat larut, dalam jumlah bagian yang sama. Umumnya pada tanah-tanah masam, bentuk  $K^+$  dapat ditukar merupakan sumber utama bagi tanaman. Kalium yang dapat larut dan dapat ditukar mungkin dihisap oleh tanaman dalam jumlah yang berlebihan. Hal ini biasa disebut dengan *Luxury Consumption* (konsumsi berlebihan) (Miller dan Donahue, 1990). Selanjutnya konsumsi berlebihan ini akan mengakibatkan defisiensi Mg dan kemungkinan Ca berada dalam keadaan tidak seimbang (Jones, et al., 1991).

Penambahan K ke dalam tanah biasanya dalam bentuk pupuk K yang larut dalam air seperti KCl,  $K_2SO_4$ ,  $KNO_3$  dan pupuk majemuk. Fungsi K dalam tanah nampaknya lebih bersifat katalisator, metabolisme karbohidrat dan protein, mempertahankan turgor tanaman dan mempercepat pertumbuhan jaringan meristematik (Leiwakabessy, 1988).

Secara langsung pada tanaman kakao kalium berpengaruh pada pembentukan protein dan secara tidak langsung berpengaruh pada asimilasi karbohidrat. Karena itu kalium cenderung berpengaruh kuat pada pembungaan. Daun kakao normal mengandung K tidak boleh kurang dari 1.20 persen bahan kering tanaman. Pada kisaran 1.20 sampai 2.00 persen tanaman mulai menunjukkan gejala kekurangan. Sedang pada konsentrasi di bawah 1.20 persen tanaman akan mengalami defisiensi (Murray, 1957 dan Loue, 1961 dalam Ling, 1987).

Gejala visual defisiensi kalium adalah kuning pucat pada daerah interval dekat tepi daun, diikuti dengan hangusnya daun. Pada tingkat kekurangan lanjut dapat mengakibatkan organ vegetatif mati bujang. Keadaan ini juga berhubungan dengan kekurangan nitrogen yang parah (Van Dierendonck, 1959).

Kandungan K pada tanah di daerah tropis pada umumnya sangat rendah. Hal ini disebabkan antara lain oleh sumber K yang rendah, curah hujan yang tinggi dan suhu yang tinggi terus-menerus (Tisdale et al., 1985).

## Kalsium

Di dalam tanaman, kalsium terutama dijumpai pada bagian daun, batang, dan biji (Millar, 1955). Kalsium diserap dalam bentuk  $\text{Ca}^{2+}$  terutama melalui mass flow dan intersepsi (pertukaran kontak). Kadar kalsium dalam tanah biasanya jauh lebih besar dari kalium, tetapi serapannya jauh lebih rendah, karena Ca hanya dapat diserap oleh ujung-ujung akar muda dimana dinding-dinding sel endodermisnya belum menebal (Tisdale et al., 1985).

Menurut Leiwakabessy (1988) faktor-faktor tanah yang sangat berpengaruh terhadap ketersediaan Ca bagi tanaman adalah pH tanah, jenis liat serta rasio Ca terhadap kation lain dalam larutan tanah.

Kalsium yang ada sebagai kation  $\text{Ca}^{2+}$  yang dapat larut dan  $\text{Ca}^{2+}$  dapat ditukar biasanya konsentrasinya meningkat, dengan naiknya pH tanah dan Ca terdapat dalam bentuk kalsium karbonat dan kalsium sulfat (Jones, et al., 1991).

Kebutuhan normal kalsium dalam daun kakao tidak boleh kurang dari 0.45 persen. Pada kisaran 0.20 sampai 0.45 persen tanaman menunjukkan gejala kekurangan. Pada konsentrasi di bawah 0.20 persen tanaman akan mengalami defisiensi, dengan ciri-ciri nekrotik pada tepi daun (Murray, 1957 dan Loue, 1961 dalam Ling, 1983).

Kelebihan Ca dapat mengakibatkan defisiensi Mg atau K, yang tergantung pada konsentrasi dari kedua unsur hara ini dalam tanaman (Jones, et al., 1991).

### Magnesium

Menurut Tisdale, Nelson dan Beaton (1985) magnesium diambil tanaman dalam bentuk ion  $Mg^{2+}$  melalui aliran massa dan sedikit melalui intersepsi.

Magnesium dalam tanah berasal dari mineral primer, mineral sekunder dan mineral endapan. Ketersediaan Mg dipengaruhi oleh pH, perbandingan kation lain terutama Ca, K dan tipe liatnya (Leiwakabessy, 1988). Magnesium merupakan bagian penting dari molekul klorofil dan banyak terdapat pada daun, yang mempunyai hubungan dekat dengan metabolisme fosfor, terutama dalam sintesa ATP dari ADP dan fosfat. Magnesium juga merupakan aktivator beberapa enzim pertumbuhan (Prawiranata et al, 1989).

Jumlah kisaran normal Mg dalam daun kakao tidak boleh kurang dari 0.40 persen. Tanaman mulai menunjukkan gejala kekurangan pada kisaran 0.20 sampai 0.45 persen. Dan pada konsentrasi di bawah 0.20 persen tanaman akan mengalami defisiensi (Murray, 1957 dan Loue, 1961 dalam Ling, 1983).

Dalam tanaman Mg merupakan unsur yang mobil, dimana gejala pertama defisiensi ditandai dengan daun berwarna kekuningan atau pada interval daun mengalami klorosis, yang dimulai dari daun yang lebih tua, kemudian dengan meningkatnya defisiensi, pada daun muda terjadi nekrosis pada ujung dan tepi daun (Van Dierendonck, 1959). Sedangkan gejala kelebihan Mg dapat menyebabkan ketidak-



seimbangan unsur Ca dan K yang dapat memperlambat pertumbuhan tanaman (Jones et al., 1991).

### Unsur Mikro

Tanaman memerlukan sedikit sekali unsur hara mikro tertentu seperti besi, mangan, seng, tembaga, boron, molibdenum dan kobalt. Unsur mikro ini mempunyai sifat yang khusus, yaitu sangat beracun bagi tanaman apabila tersedia dalam jumlah berlebihan (Sarief, 1984).

Defisiensi besi pada tanaman kakao menyebabkan daun menjadi kuning pucat dan hanya tulang daun yang menunjukkan berwarna hijau. Pada tahap lanjut kekurangan unsur ini menyebabkan daun berubah menjadi agak putih dan gejala mati bujang dapat muncul. Di bawah intensitas cahaya yang tinggi, pengaruh defisiensi besi sangat menonjol. Defisiensi seng menyebabkan tulang daun berwarna merah gelap dengan bintik-bintik klorotik diantaranya, serta daun menjadi sempit dan bengkok. Sedang defisiensi boron pada tanaman kakao ditandai dengan daun yang kecil dan membelit seperti spiral. Defisiensi

mangan tampaknya menjadi faktor yang menyebabkan hasil yang rendah. Hal ini mungkin disebabkan tanaman kakao tidak respon terhadap fosfor (Van Dierendonck, 1959).

### Konsep Pupuk Lepas Terkendali

Penambahan unsur hara makro ke dalam tanah dapat dilakukan melalui pupuk organik dan anorganik (buatan).

Pemberian pupuk organik ke dalam tanah yang miskin cenderung tercuci dan terbawa oleh hujan sehingga dapat mengganggu lingkungan, sebagai akibat dari pencemaran logam berat atau senyawa organik kloriat dan bahkan terserap tanaman (Soepardi, 1983).

Lambat tersedia, lambat bereaksi, pelepasan yang terkontrol, pelepasan yang terukur adalah istilah yang digunakan untuk material yang melepaskan unsur haranya ke larutan tanah dalam pola tertentu yang sesuai dengan kebutuhan tanaman yang sedang tumbuh. Pelepasan yang terhambat (*delayed release*) berarti hanya sedikit atau tidak ada sama sekali unsur pupuk yang tersedia pada periode awal penempatan pupuk, yang kemudian diikuti oleh pelepasan secara bertahap atau cepat unsur pupuk yang terkandung di dalamnya. Pelepasan yang terkontrol merupakan istilah umum bagi pupuk baik yang lambat maupun cepat tersedia, sedang pelepasan yang terukur merupakan istilah yang cocok untuk pupuk lambat tersedia (Hauck, 1985).

Menurut Hauck (1985) bahwa keuntungan dari penggunaan pupuk lepas terkendali ditinjau dari peningkatan serapan hara pupuk oleh tanaman : (1) berkurangnya unsur pupuk melalui pencucian dan aliran permukaan (terutama unsur N dan K) dan melalui jerapan oleh koloid tanah (unsur P), (2) mengurangi reaksi immobilisasi kimia dan biologi yang dapat menurunkan penyediaan unsur hara tersedia, khususnya N dan (3) mengurangi kehilangan N melalui evolusi amoniak



atau denitrifikasi setelah nitrifikasi berkurang. Di samping itu keuntungan lain yang dapat diperoleh dengan penggunaan pupuk lambat tersedia antara lain : (1) pengurangan tingkat kerusakan benih atau bibit akibat konsentrasi lokal garam pupuk, (2) penurunan kebakaran daun akibat dosis pemberian N yang terlalu tinggi, (3) peningkatan keuntungan akibat penurunan intensitas tenaga pemupukan dan jumlah pupuk yang diperlukan per satuan waktu, dan (4) peningkatan efisiensi penyimpanan pupuk di gudang.

Hasil penelitian sebelumnya memberikan petunjuk bahwa Pupuk lepas terkendali (PLT) Fertimel dapat digunakan cukup efektif dalam pembibitan tanaman perkebunan, karena mempunyai pelepasan terkendali yang cukup lama (Goenadi, 1992a). Hal ini menunjukkan adanya peluang bahwa pupuk ini dapat digunakan pada pembibitan tanaman perkebunan dengan keuntungan nyata pada pengurangan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan. Selanjutnya Goenadi (1992a) menunjukkan bahwa penggunaan satu tablet PLT Fertimel mampu mendukung pertumbuhan bibit kakao lindak sama dengan pupuk NPK-Mg konvensional. Hal ini berhubungan dengan periode pembibitan yang relatif pendek. Bagaimanapun juga, hasil tersebut agak berbeda dengan yang diperoleh terhadap pembibitan kelapa sawit dan karet yang memiliki periode pembibitan yang lebih panjang dari kakao, dimana penggunaan PLT Fertimel lebih efisien daripada pupuk NPK-Mg konvensional. Di samping itu periode pelepasan hara pupuk

mulai efektif sekitar empat atau lima bulan (Goenadi, 1992b).

Laju dan pelepasan unsur hara pupuk terutama ditentukan oleh komposisi pupuk, yang mencakup jumlah unsur hara pupuk, jenis unsur hara pupuk, dan jenis bahan pembawa (*carrier*). Jumlah dan jenis unsur hara berbanding lurus dengan intensitas kelarutannya, sedangkan jenis bahan pembawa tidak saja berpengaruh terhadap laju kelarutan, efektivitas pupuk yang bersangkutan, tetapi juga status kesuburan tanah yang dipupuk dalam jangka panjang dan efek residu yang ditinggalkan dalam tanah. Efek residu yang ditinggalkan oleh pupuk akan mempengaruhi kapasitas tanah (Goenadi, 1991).

Pemberian pupuk lepas terkendali untuk tanaman perkebunan dapat diterapkan, karena secara teoritis laju serapan hara per satuan biomassa tanaman perkebunan lebih rendah dari pada tanaman semusim pada umumnya, dengan demikian penggunaan pupuk lepas terkendali pada tanaman tahunan lebih efisien daripada tanaman semusim. Bagaimanapun juga, penelitian mengenai pupuk lepas terkendali lainnya pada tanaman perkebunan masih sangat terbatas (Goenadi, 1991).

#### Sifat Pupuk Pamafert

Pupuk Lepas Terkendali Pamafert yang diperuntukkan untuk tanaman kakao (buatan PT. Pasir Maung Agritech

Bogor) dan dipasarkan dengan nama Cacaofert mengandung 20%N, 15%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 10%K<sub>2</sub>O, CaO 0.15%, MgO 0.079%, serta unsur mikro masing-masing Fe 355 ppm, Mn 120 ppm, Cu 60 ppm, Zn 139ppm, dan B 45 ppm.

Pupuk Pamafert dibentuk dari komposisi bahan utama yang mengandung nitrogen, fosfat, kalium, kalsium, magnesium dan beberapa unsur mikro. Sifat fisik dari pupuk Pamafert ini antara lain pH 6.68, diameter 2 cm, tebal 2.6 cm, berat 10.17 g, bobot isi 1.22 g/cm<sup>3</sup> dan luas permukaan 22.62 cm<sup>2</sup>.





## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat

Percobaan dilaksanakan di Rumah Kaca dan Laboratorium Tanah dan Daun di Pusat Penelitian Perkebunan Bogor serta Laboratorium Mahasiswa, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, IPB. Percobaan dimulai pada bulan Oktober 1992 sampai dengan bulan Januari 1993.

### Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan meliputi alat-alat laboratorium, jangka sorong, meteran, Sufracide 2cc/l air, dan polybag hitam yang diisi dengan tanah Ultisol Pasir Maung Bogor yang lolos saringan 5 mm sebanyak 4.2 kg berat kering mutlak (BKM). Pupuk yang digunakan adalah pupuk lepas terkendali Pamafert buatan PT. Pasir Maung Agritech Bogor dengan dosis 0 tablet/pot (Kontrol), 1 tablet/pot (Pf1), 2 tablet/pot (Pf2), 4 tablet/pot (Pf4), dan 8 tablet/pot (Pf8).

Pupuk NPK-Mg diberikan masing-masing dalam bentuk Urea, TSP, KCl, dan Kieserit, dengan dosis sesuai anjuran PUSLITBUN Bogor, yaitu 1 g Urea (46%N), 7.5 g TSP (45%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 1 g KCl (60%K<sub>2</sub>O) dan 0.5 g Kieserit (26%MgO). Tanaman indikator yang digunakan adalah kakao lindak, Klon Upper Amazone Hybrid (UAH), yang diperoleh dari Perkebunan Bunisari (PTP XIII) Garut, Jawa Barat.

### Metode

Tanah Ultisol Pasir Maung, Bogor diambil secara komposit dengan kedalaman 0 - 20 cm. Contoh tanah dikering udarakan, ditumbuk dan diayak dengan saringan 5 mm kemudian ditentukan kadar airnya. Sebelum diisikan ke dalam polybag, tanah tersebut diaduk secara merata dengan mollen. Selanjutnya masing-masing polybag diisi tanah sebanyak 4.2 kg BKM.

Percobaan ini terdiri dari enam perlakuan yang meliputi Kontrol (tanpa pupuk), pupuk NPK-Mg, dan pupuk lepas terkendali Pamafert dengan dosis 1 (Pf1), 2 (Pf2), 4 (Pf4) dan 8 (Pf8) tablet/polybag sesuai anjuran PUSLITBUN, Bogor. Pupuk NPK-Mg yang digunakan 1 g Urea (46%N), 7.5 g TSP (46%  $P_2O_5$ ), 1 g KCl (60%  $K_2O$ ), serta 0.5 g Kieserit (26%MgO) dan masing-masing perlakuan diulang tiga kali, sehingga total satuan percobaan 18 polybag.

Pupuk TSP, KCl, dan Kieserit masing-masing sebanyak 7.5 g, 1 g, dan 0.5 g diberikan pada saat tanam, dengan cara ditaburkan pada paritan dangkal disekeliling batang bibit kakao yang kemudian ditutup dengan tanah. Sedang pupuk Urea sebanyak 1 g per polybag diberikan sebulan sekali, dimulai sejak bibit berumur dua minggu setelah tanam. Pemberian pupuk Urea, caranya sama dengan pemberian pupuk TSP, KCl dan Kieserit. Pupuk Pamafert diberikan pada saat tanam dengan cara dibenamkan sekitar 5 cm dari permukaan tanah.

Benih kakao disemai dalam media pasir. Setelah berumur 2 minggu dipilih tanaman yang seragam, lalu dipindah tanamkan ke dalam polybag percobaan.

Pemeliharaan dilakukan selama tiga bulan, meliputi penyiraman sekali sehari dan pengendalian hama dengan penyemprotan Sufracide 2 cc/liter air yang, dilakukan tiap 2 minggu sekali. Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah daun. Untuk tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah sampai ujung titik tumbuh dengan meteran, sedangkan diameter batang diukur dengan jangka sorong. Setelah tiga bulan, tanaman dipanen dan dilakukan analisis tanah dan tanaman. Untuk analisis tanah, unsur yang dianalisis N total, P-tersedia, pH, Al-dd, Ca-dd, Mg-dd, Na-dd, dan K-dd. Untuk analisis jaringan tanaman meliputi N, P, K, Ca, Mg, dan Mn.

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan 3 kali ulangan. Model Rancangan yang digunakan sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \epsilon_{ij}$$

dimana  $Y_{ij}$  = pengamatan pada perlakuan pupuk ke-i, ulangan ke-j

$\mu$  = rata-rata umum

$\sigma_i$  = pengaruh perlakuan ke-i

$\epsilon_{ij}$  = galat pada perlakuan ke-i, ulangan ke-j

Analisa lanjutan dilakukan dengan uji ganda Duncan.



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat-sifat Tanah sebelum Perlakuan

Hasil analisis pendahuluan sifat kimia dan tekstur tanah disajikan pada Tabel Lampiran 1, sedang kriteria penilaiannya disajikan pada Tabel Lampiran 2 (kriteria berdasarkan Pusat Penelitian Tanah, 1983). Berdasarkan kriteria tersebut, hasil analisis sifat kimia tanah awal menunjukkan bahwa Tanah Podsolik Merah Kuning Pasir Maung Bogor mempunyai tingkat kesuburan yang rendah. Hal ini dicirikan dengan reaksi tanah yang masam ( $\text{pH H}_2\text{O}$  4.7), N-total rendah (0.13%), P-tersedia sangat rendah (4.0 ppm).

Kandungan basa-basa dapat ditukar seperti Ca rendah (3.77 me/100g), Mg rendah (0.60 me/100g), K rendah (0.13 me/100g), dan Na rendah (0.30 me/100g). Nilai KTK tanah sedang (18.2 me/100g), sedangkan KB rendah (24.2%).

Pengaruh iklim terutama curah hujan dan suhu yang tinggi serta bahan induk yang masam memungkinkan terjadinya pencucian terhadap basa-basa, sehingga menyebabkan rendahnya kejenuhan basa-basa dan reaksi tanah menjadi masam. Hal ini sesuai dengan pendapat Soepraptohardjo (1961) bahwa Tanah Podsolik Merah Kuning, merupakan tanah yang sudah mengalami perkembangan lanjut, sehingga proses pencucian dan erosi berlangsung hebat yang mengakibatkan tanah tersebut mempunyai tingkat kesuburan yang rendah.

Kesuburan tanah yang relatif rendah merupakan faktor pembatas dalam upaya mendapatkan pertumbuhan dan produksi

yang baik. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas tanah adalah dengan memberikan pupuk dalam bentuk lepas terkendali.

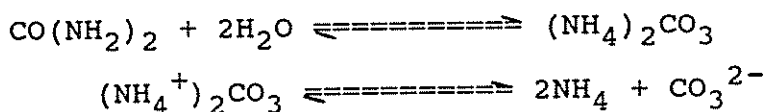
Hasil analisis tekstur menunjukkan bahwa tanah di dominasi fraksi liat. Kandungan liat yang cukup tinggi akan menyebabkan tanah tersebut menjadi lebih masif, kapasitas menahan air tanah tinggi dan umumnya tanah tersebut berat diolah.

### Perubahan Sifat Kimia Tanah

#### Kemasaman Tanah (pH dan Al-dd)

Hasil pengukuran pH dan Al-dd tanah disajikan pada Tabel Lampiran 3, sedangkan data rataannya pada Tabel 1.

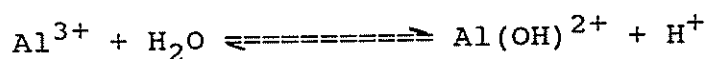
Berdasarkan data rataannya pada Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan pupuk NPK-Mg serta Pamafert nyata menurunkan pH tanah dibandingkan kontrol, kecuali pada perlakuan P<sub>f8</sub>. Sifat tanah yang masam ini diduga disebabkan karena masih adanya pengaruh dari nitrifikasi  $\text{NH}_4^+$  (Epstein, 1972). Selain itu diduga juga, dengan pemberian pupuk Urea dan Pamafert sampai dosis 6 tablet dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, sehingga pupuk Urea yang diberikan ke dalam tanah berubah menjadi amonia atau amonium. Apabila amonium dioksidasikan, akan menimbulkan kemasaman dengan reaksi sebagai berikut :





Dari reaksi tersebut dapat dijelaskan bahwa satu molekul pupuk Urea dapat menyumbangkan 4 ion  $\text{H}^+$ , berarti menambah kemasaman. Demikian juga reaksi ini berlaku bagi pemupukan dengan Pamafert sampai dosis 6 tablet.

Disamping itu diketahui pula bahwa hasil dekomposisi mineral aluminium silikat dalam tanah akan membebaskan ion  $\text{Al}^{3+}$ . Ion tersebut dapat dijerap kuat oleh koloid tanah dan bila terhidrolisis akan menyumbangkan ion  $\text{H}^+$ , akibatnya tanah menjadi masam. Proses hidrolisis Al ini dapat dilukiskan sebagai berikut (Coleman dan Thomas, 1967).



Sedangkan pada pemberian pupuk Pamafert dengan 8 tablet, nyata meningkatkan pH tanah dibandingkan kontrol. Hal ini diduga karena adanya CaO (0.15%) dan MgO (0.079%) dalam pupuk Pamafert, sehingga semakin tinggi dosis pupuk Pamafert yang diberikan, semakin tinggi juga CaO dan MgO yang diberikan ke dalam tanah. Menurut Kussow (1971) bahan kapur yang diberikan ke dalam tanah akan terdisosiasi menjadi ion  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  serta  $\text{CO}_3^{2-}$ . Ion  $\text{CO}_3^{2-}$  inilah yang berperan dalam penetralan pH, dengan cara karbonat akan terhidrolisis lebih dahulu yang menyebabkan pH tanah naik, lalu ion  $\text{OH}^-$  akan bereaksi dengan ion Al membentuk  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Reaksinya terlihat sebagai berikut :

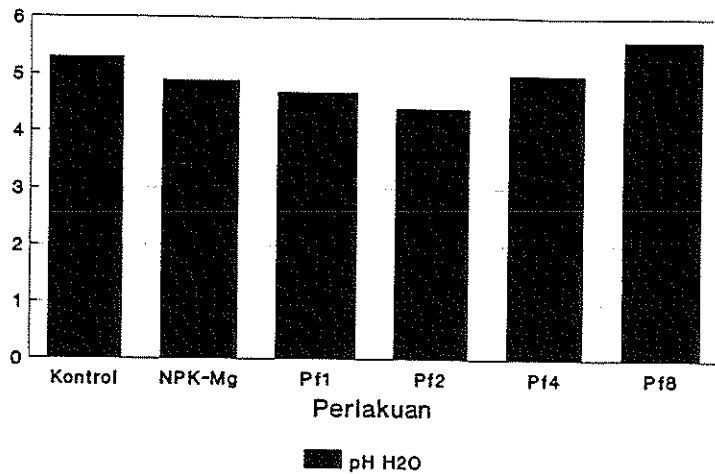


Pada Tabel 1 terlihat bahwa Al-dd pada perlakuan pemberian pupuk NPK-Mg dan Pamafert tidak berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol. Tetapi ada kecenderungan dengan semakin meningkatnya dosis pupuk Pamafert, Al-dd semakin rendah. Hal ini diduga karena adanya kandungan CaO dan MgO dalam pupuk Pamafert yang dapat menetralkan kemasaman tanah. Konsentrasi Al-dd dalam larutan tanah berhubungan dengan pH tanah, dimana dengan meningkatnya pH tanah, kelarutan aluminium semakin rendah. Dalam kondisi pH < 4.7 dijumpai ion  $\text{Al}^{3+}$  yang dominan dan dalam kondisi pH 4.5 - 5.5 Al berada dalam bentuk  $\text{Al(OH)}^{2+}$  (Soepardi, 1983 dan Leiwakabessy, 1988).

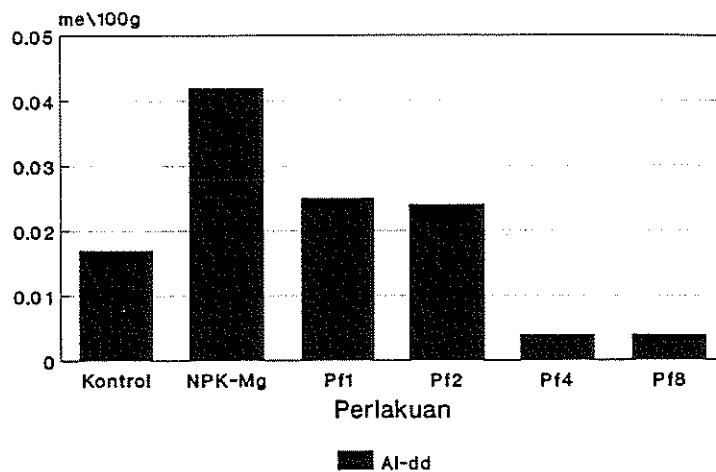
Tabel 1. Data Rata-rata pH Tanah dan Al-dd

Perlakuan	pH H <sub>2</sub> O	Al-dd (meq/100g)
Kontrol	5.3 b	0.017 a
NPK-Mg	4.9 c	0.042 a
Pf1	4.7 cd	0.025 a
Pf2	4.4 d	0.024 a
Pf4	5.0 c	0.004 a
Pf8	5.6 a	0.004 a

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom tabel tidak berbeda nyata pada uji Duncan pada taraf 5%



Gambar 1. Pengaruh Pemupukan Pamafert... dan NPK-Mg Terhadap pH H<sub>2</sub>O



Gambar 2. Pengaruh Pemupukan Pamafert dan NPK-Mg Terhadap Al-dd

### Nitrogen Tanah

Hasil pengukuran kadar N disajikan pada Tabel Lampiran 4, sedang data rata-rata pada Tabel 2.

Berdasarkan data rata-rata, menunjukkan bahwa pupuk NPK-Mg nyata meningkatkan N total tanah dibandingkan dengan

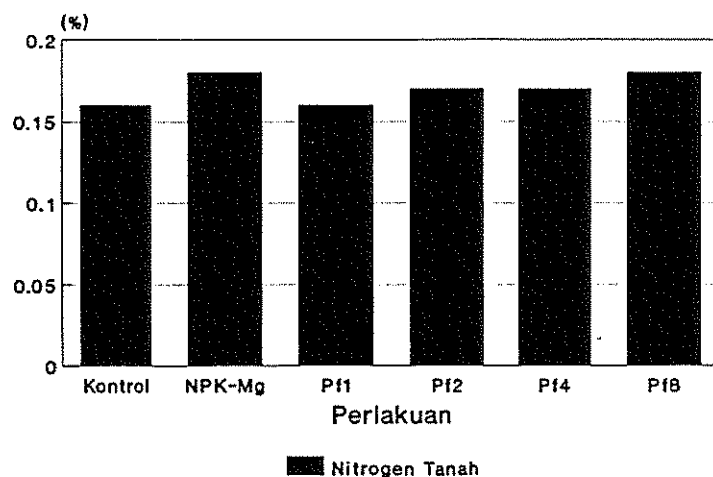
kontrol. Hal ini diduga disebabkan pupuk NPK-Mg yang cepat tersedia di dalam tanah dapat merangsang aktivitas mikroorganisme tanah, sehingga proses mineralisasi dan nitrifikasi dapat berlangsung. Dengan meningkatnya aktivitas mikroorganisme ini, maka ketersediaan unsur hara N lebih tersedia.

Pada perlakuan pemupukan Pf1, Pf2 dan Pf4 tidak berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini disebabkan sifat pupuk Pamafert yang melepaskan hara N secara lambat.

Tabel 2. Data Rataan Nitrogen, dan P - tersedia

Perlakuan	N(%)	P - tersedia (ppm)
Kontrol	0.16 b	4.60 e
NPK-Mg	0.18 a	103.87 d
Pf1	0.16 b	69.13 d
Pf2	0.17 ab	164.55 c
Pf4	0.17 ab	264.90 b
Pf8	0.18 a	482.18 a

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom tabel tidak berbeda nyata pada uji DMRT pada taraf 5%



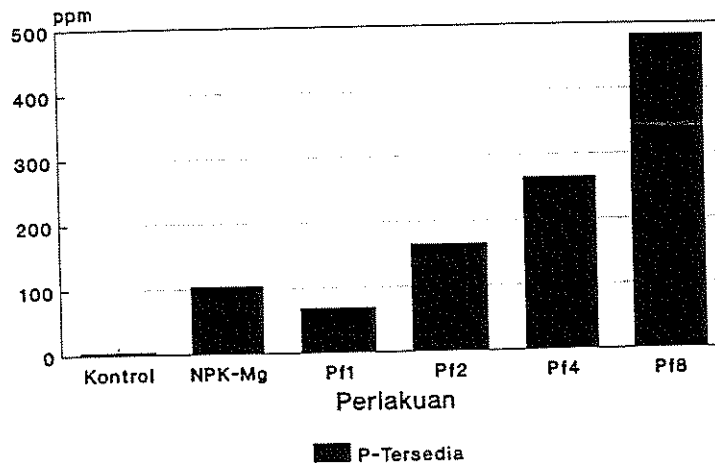
Gambar 3. Pengaruh Pemupukan Pamafert dan NPK-Mg Terhadap Nitrogen Tanah



### Fosfor tersedia

Hasil Pengukuran P-tersedia disajikan pada Tabel Lampiran 4, sedangkan data rata-rata terdapat pada Tabel 2.

Berdasarkan data rata-rata pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pemupukan dengan NPK-Mg dan Pamafert nyata meningkatkan P-tersedia dibandingkan dengan kontrol.



Gambar 4. Pengaruh Perlakuan Pemupukan Pamafert dan NPK-Mg terhadap P-tersedia

Peningkatan P-tersedia disebabkan dosis pupuk Pamafert yang diberikan semakin tinggi. Pemberian dosis pupuk Pamafert yang semakin tinggi ini, akan melampaui kemampuan tanah memfiksasi hara P, sehingga kelebihan pupuk tersebut akan meningkatkan kandungan P-tersedia tanah yang mudah dimanfaatkan oleh tanaman. Dapat dilihat bahwa pada dosis P8 (pH 5.5) P-tersedia maksimum. Hal ini juga sesuai dengan ketersediaan P tanah dipengaruhi oleh pH tanah,

dimana pada kebanyakan tanah ketersediaan P maksimum dijumpai pada kisaran pH antara 5.5 - 7.0 (Tisdale dan Nelson, 1975). Sedang pada pH rendah akan meningkatkan retensi P, yaitu dalam bentuk Fe-P dan Al-P yang sukar larut dalam tanah.

### Basa-basa Tersedia

Kalium. Hasil pengukuran K-dd disajikan pada Tabel Lampiran 5, sedangkan data rataannya pada Tabel 3.

Berdasarkan data rataannya pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan pupuk NPK-Mg dan Pamafert nyata meningkatkan K-dd dibandingkan kontrol. Hal ini diduga bahwa pada tanah - tanah dengan pH yang rendah fiksasi kalium relatif rendah sehingga K-dd cukup tinggi (Thompson dan Troeh, 1978). Dari beberapa penelitian didapatkan bahwa ketersediaan kalium pada tanah dengan pH rendah lebih tinggi dari tanah dengan pH tinggi (Lawton, 1945 dalam Thompson dan Troeh 1978).

Disamping itu diduga dengan penambahan dosis pupuk merangsang aktivitas mikrobia untuk melakukan pelapukan. Semakin intensif pelapukan semakin banyak Kalium menjadi bentuk dapat dipertukarkan.

Kalsium. Hasil pengukuran Ca-dd disajikan pada Tabel Lampiran 5, data rataannya pada Tabel 3.

Berdasarkan data rataannya, dapat dilihat bahwa pada pemberian pupuk NPK-Mg nyata meningkatkan Ca-dd. Sedang

kan pemupukan dengan Pamafert tidak berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini diduga disebabkan karena pemakaian pupuk TSP sebagai sumber P mengandung Ca sebesar 12 - 14% (Tisdale et al., 1985), sedangkan Ca dalam Pamafert hanya berkisar 0.15% .

Pada perlakuan pupuk Pf8 nyata menurunkan Ca-dd dibandingkan kontrol maupun NPK-Mg, Pf1, Pf2, Pf4, dan ada kecenderungan menurunnya Ca-dd itu dengan semakin meningkatnya dosis pupuk. Hal ini diduga karena dengan adanya penambahan dosis pupuk Pamafert, menyebabkan tanah akan menjadi jenuh, sehingga kelarutan dari pupuk tersebut dihambat. Hal ini dapat juga disebabkan karena adanya sifat antagonisme antara K dengan Ca. Dimana apabila salah satu unsur dalam keadaan berlebih, maka jumlah unsur lain tidak seimbang (menurun).

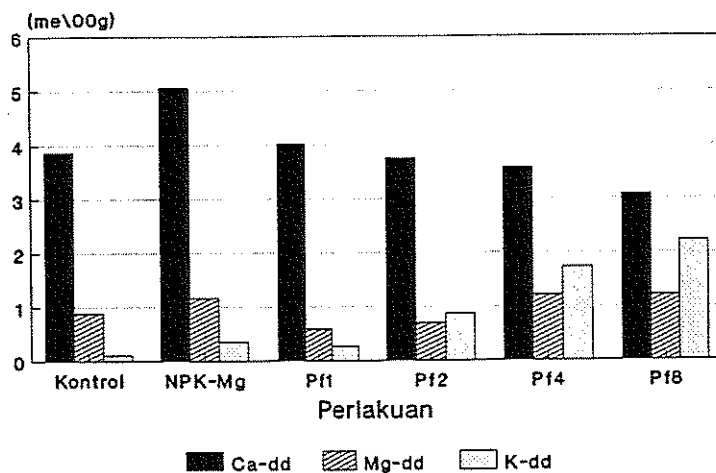
Magnesium. Hasil pengukuran Mg-dd disajikan pada Tabel Lampiran 5 dan data rata-rata pada Tabel 3.

Berdasarkan data rata-rata pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan pupuk NPK-Mg dan Pamafert tidak berbeda nyata dibandingkan kontrol. Tetapi dengan semakin tinggi dosis pupuk Pamafert cenderung meningkatkan Mg-dd. Magnesium yang dilepaskan oleh pupuk merupakan unsur yang tidak peka terhadap pencucian. Selain itu juga magnesium dalam tanah merupakan unsur yang mobil, sehingga dengan adanya penambahan dosis pupuk akan menyebabkan peningkatan unsur tersebut di dalam tanah.

Tabel 3. Data Rataan Basa-basa Tersedia

Perlakuan	K-dd Ca-dd Mg-dd -----meq/100g-----		
	Kontrol	0.11 e	3.87 bc
NPK-Mg	0.36 d	5.07 a	1.17 a
Pf1	0.28 d	4.03 b	0.59 b
Pf2	0.87 c	3.76 bc	0.70 b
Pf4	1.73 b	3.58 c	1.21 a
Pf8	2.23 a	3.09 d	1.21 a

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom tabel tidak berbeda nyata pada uji DMRT pada taraf 5%



Gambar 5. Pengaruh Pemupukan Pamafert dan NPK-Mg terhadap Kalium, Kalsium, Magnesium Dapat ditukar.

### Kadar Hara Tanaman

#### Kriteria Kecukupan Hara Daun

Untuk mengetahui kadar hara tanaman digunakan metode analisis daun, sebab daun merupakan bagian dari tubuh tanaman yang aktif dan sangat sensitif. Demikian juga

daun merupakan bagian tanaman yang melakukan proses fotosintesis yang hasilnya digunakan untuk pertumbuhan.

Analisis tumbuhan adalah suatu cara untuk menilai kebutuhan nutrisi tumbuhan dengan mengukur konsentrasi hara mineral dalam jaringan contoh. Interpretasi hasil analisis daun didasarkan atas pengertian bahwa pertumbuhan dan produksi langsung ada hubungannya dengan susunan kimia daun dan tidak selalu harus sepadan dengan susunan kimia tanah (Wibowo, 1970).

Menurut Prevot dan Ollagnier (1954 dalam Corley, Hardon dan Wood 1976) menyatakan bahwa titik kritis (*critical value*) adalah jumlah unsur hara yang dinyatakan sebagai persentase dari bobot kering tanaman dalam daun. Selanjutnya Jones et al (1991) menyatakan bahwa bila suatu unsur hara berada dibawah titik tersebut maka tanaman akan mengalami defisiensi tetapi bila unsur hara yang kurang tersebut ditambah maka defisiensi akan hilang dan akan dapat meningkatkan pertumbuhan atau hasil panen.

Titik kritis kadar hara daun kakao telah banyak ditetapkan diantaranya adalah oleh Mc Donald (1934 dalam Van Dierendonck, 1959) ; Evans dan Fennah (1954); Maskel et al (1953 dalam Norman T. Childers) ; Murray, (1957) ; Lockard et al (1959) dan Loue (1961 dalam Ling, 1983) ; Siregar et al (1980) dan Jones et al (1991).

Dalam percobaan ini titik kritis yang digunakan adalah berdasarkan kriteria Jones et al (1991) : Murray



lebih cepat diangkut oleh akar ke jaringan tanaman lain, sedangkan pupuk Pamafert yang sifatnya lepas terkendali, cenderung melepaskan haranya secara bertahap.

Menurut kriteria Murray (1957) dan Loue (1961 dalam Ling, 1983) pada Tabel 4, kisaran kecukupan hara N yang normal berkisar lebih besar dari 2.00%. Hasil analisis daun yang menunjukkan mencukupi kriteria ini adalah tanaman dengan perlakuan pemupukan NPK-Mg dan Pamafert. Pada tanaman kontrol yang memiliki kadar hara N daun 1.41%, menunjukkan gejala defisiensi yang ditandai dengan daun berwarna hijau pucat dan mengalami kekurangan ukuran daun.

#### Kadar Hara P Daun

Hasil pengukuran kadar hara P daun dan batang disajikan pada Tabel Lampiran 6 dan 7, sedangkan data rata-rata pada Tabel 5.

Berdasarkan data rata-rata pada Tabel 5 ditunjukkan bahwa perlakuan pemupukan dengan NPK-Mg dan Pamafert tidak menunjukkan beda nyata dibandingkan kontrol. Hal ini diduga karena peranan unsur hara P pada tanaman kakao adalah untuk meningkatkan pembentukan bunga (buah muda) dan dalam proses pembentukan biji. Pada stadia pembibitan ini tanaman masih dalam tingkat pertumbuhan vegetatif, jadi kandungan hara P daun pada masing-masing tanaman belum terlihat berpengaruh nyata karena kebutuhan unsur hara P masih tercukupi.





dari pemupukan Pamafert dan tidak berbeda nyata pada Pf1, Pf2, dan Pf8. Hal ini diduga disebabkan sumber N dari Urea lebih mudah tersedia dan diserap tanaman sehingga lebih cepat diangkut oleh akar ke jaringan tanaman lain, sedangkan pupuk Pamafert yang sifatnya lepas terkendali, cenderung melepaskan haranya secara bertahap.

Menurut kriteria Murray (1957) dan Loue (1961 dalam Ling, 1983) pada Tabel 4, kisaran kecukupan hara N yang normal berkisar lebih besar dari 2.00%. Hasil analisis daun yang menunjukkan mencukupi kriteria ini adalah tanaman dengan perlakuan pemupukan NPK-Mg dan Pamafert. Pada tanaman kontrol yang memiliki kadar hara N daun 1.41%, menunjukkan gejala defisiensi yang ditandai dengan daun berwarna hijau pucat dan mengalami kekurangan ukuran daun.

#### Kadar Hara P Daun

Hasil pengukuran kadar hara P daun dan batang disajikan pada Tabel Lampiran 6 dan 7, sedangkan data rata-rata pada Tabel 5.

Berdasarkan data rata-rata pada Tabel 5 ditunjukkan bahwa perlakuan pemupukan dengan NPK-Mg dan Pamafert tidak menunjukkan beda nyata dibandingkan kontrol. Hal ini diduga karena peranan unsur hara P pada tanaman kakao adalah untuk meningkatkan pembentukan bunga (buah muda) dan dalam proses pembentukan biji. Pada stadia pembibitan ini tanaman masih dalam tingkat pertumbuhan vegetatif, jadi kandungan hara P daun pada masing-masing tanaman

belum terlihat berpengaruh nyata karena kebutuhan unsur hara P masih tercukupi.

Antara perlakuan NPK-Mg dan Pamafert umumnya tidak menunjukkan beda nyata sehingga dikatakan bahwa sumber P dari Pamafert dapat menggantikan TSP.

Menurut kriteria Murray (1957) dan Loue (1961 dalam Ling 1983) bahwa kisaran kecukupan normal P daun lebih besar dari 0.20%. Berdasarkan kriteria ini terlihat bahwa nilai ini tercukupi untuk semua tanaman kontrol, NPK-Mg dan Pamafert.

Tabel 5. Data Rataan Kadar Hara Nitrogen, Fosfor, Kalium Daun

Perlakuan	Nitrogen	Fosfor	Kalium
	-----%-----		
Kontrol	1.41 c	0.30 b	1.33 c
NPK-Mg	2.43 a	0.28 b	2.31 ab
Pf1	2.39 a	0.32 ab	2.40 b
Pf2	2.26 ab	0.35 a	2.49 b
Pf4	2.03 b	0.30 b	2.77 ab
Pf8	2.26 ab	0.27 b	2.94 a

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom tabel tidak berbeda nyata pada uji DMRT pada taraf 5%

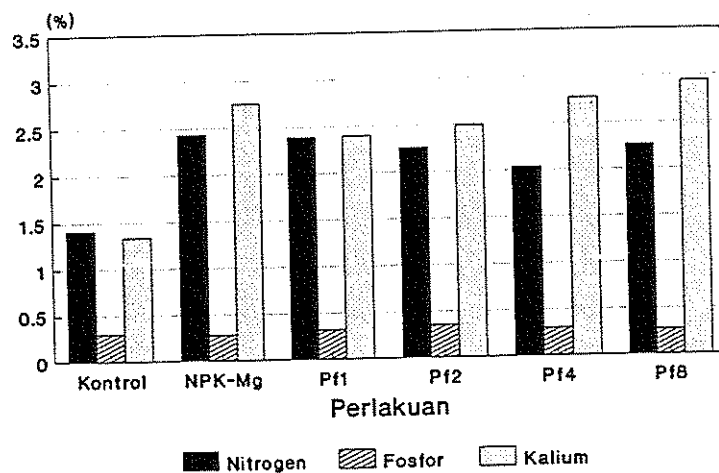
#### Kadar Hara K Daun

Hasil pengukuran kadar hara K daun dan batang disajikan pada Tabel Lampiran 6 dan 7, sedangkan data rata-rata pada Tabel 5.

Berdasarkan data rata-rata kadar K daun pada Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan pupuk NPK-Mg dan Pamafert

nyata meningkatkan kadar K daun, dibandingkan tanaman kontrol. Untuk tanaman pada perlakuan NPK-Mg dan Pamafert tidak berbeda nyata antara berbagai dosis, tetapi terdapat kecenderungan semakin tinggi dosis pupuk Pamafert, kadar hara K daun semakin tinggi, sehingga dapat dikatakan bahwa sumber K dari pupuk Pamafert dapat menggantikan KCl.

Menurut kriteria Murray (1957) dan Loue (1961 dalam Ling, 1983) bahwa kisaran kecukupan kadar K daun yang normal lebih besar dari 2%. Dari hasil analisis daun menunjukkan bahwa kadar K daun untuk semua tanaman telah mencukupi untuk pertumbuhan, terkecuali untuk tanaman kontrol, dimana kadar K daun tergolong rendah tetapi masih mencukupi untuk pertumbuhan. Hal ini dapat dilihat, daun belum tergolong pada tingkat gejala defisiensi.



Gambar 6. Pengaruh Pemupukan Pamafert dan NPK-Mg Terhadap Kadar Hara Nitrogen, Fosfor, dan Kalium Daun.

### Kadar Hara Ca Daun

Hasil pengukuran kadar hara Ca daun dan batang disajikan pada Tabel Lampiran 6 dan 7, sedangkan data rata-rata pada Tabel 6.

Berdasarkan data rata-rata kadar Ca pada Tabel 6 menunjukkan bahwa kadar hara Ca daun dengan pemupukan NPK-Mg dan Pamafert tidak berbeda nyata, dibandingkan kontrol maupun antar perlakuan, dan ada kecenderungan semakin tinggi dosis pupuk Pamafert kadar hara Ca daun semakin menurun.

Menurut kriteria Murray (1957) dan Loue (1961 dalam Ling, 1983) kisaran kecukupan kadar hara Ca yang normal lebih besar dari 0.40%. Dari data rata-rata kadar hara Ca terlihat bahwa untuk semua tanaman antar perlakuan mencukupi kriteria ini, walaupun ada kecenderungan turunnya kadar hara Ca dengan semakin naiknya dosis pupuk Pamafert.

Hal ini disebabkan adanya antagonisme antara K dan Ca daun. Ini sesuai dengan pendapat Prevot dan Ollagnier (1954) dalam Jacob dan Uexkull (1960) dan Jones et al yang menyatakan bahwa terdapat antagonisme antara K dengan Ca, Mg dan sinergisme antara Ca dan Mg. Selanjutnya Leiwakabessy (1988) menyatakan bahwa ion  $\text{Ca}^{2+}$  tertekan oleh hadirnya ion  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  dan  $\text{Al}^{3+}$ .

### Kadar Hara Mg Daun

Hasil pengukuran Mg daun dan batang terdapat pada Tabel Lampiran 6 dan 7, data rata-rata pada Tabel 6.

Berdasarkan data rata-rata kadar Mg daun terlihat bahwa kadar hara Mg tertinggi terdapat pada tanaman kontrol (0.62%), kemudian menurun masing-masing pada perlakuan Pf2, Pf1, Pf4, NPK-Mg, dan Pf8. Secara statistik antara perlakuan pupuk NPK-Mg dan Pamafert nyata menurunkan kadar hara Mg daun dibandingkan kontrol.

Berdasarkan Kriteria Murray (1957) dan Loue (1961 dalam Ling, 1983) kisaran kecukupan Mg daun lebih besar dari 0.45%. Pada tanaman bibit kakao yang mencukupi kriteria ini adalah tanaman pada perlakuan kontrol, Pf1, Pf2 sedangkan tanaman yang diberi pupuk NPK-Mg, Pf4, dan Pf8 mengandung kadar hara Mg yang rendah. Hal ini diduga karena adanya antagonisme antara unsur K dengan Mg pada tanaman (Jones *et al.*, 1991), dimana dengan semakin tingginya K tanah akan menghalangi serapan hara Mg. Selain itu dilihat juga dengan semakin tingginya kadar hara Mn daun, menyebabkan panjang akar semakin pendek yang dapat mengurangi serapan Mg.

Selanjutnya Coul (1969 dalam Leiwakabessy 1988) menyatakan bahwa kadar hara K yang tinggi akan mengurangi ketersediaan Mg daun. Ini terlihat pada saat pemberian pupuk Pf8, kadar hara K daun maksimum (2.94%), sedangkan kandungan kadar hara Mg daun minimum (0.39%). Demikian juga untuk tanaman pada perlakuan pupuk NPK-Mg dan Pf4 (Tabel 5 dan 6).



Tetapi walaupun pada pemupukan dengan NPK-Mg, Pf4, dan Pf8 kadar hara Mg daun rendah, tanaman masih dapat tumbuh dengan baik karena belum sampai pada tingkat gejala defisiensi.

#### Kadar Hara Mn daun

Hasil pengukuran kadar hara Mn daun dan batang disajikan pada Tabel Lampiran 6 dan 7, sedangkan data rata-ratanya pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Rataan Kadar Hara Kalsium, Magnesium, dan Mangan Daun

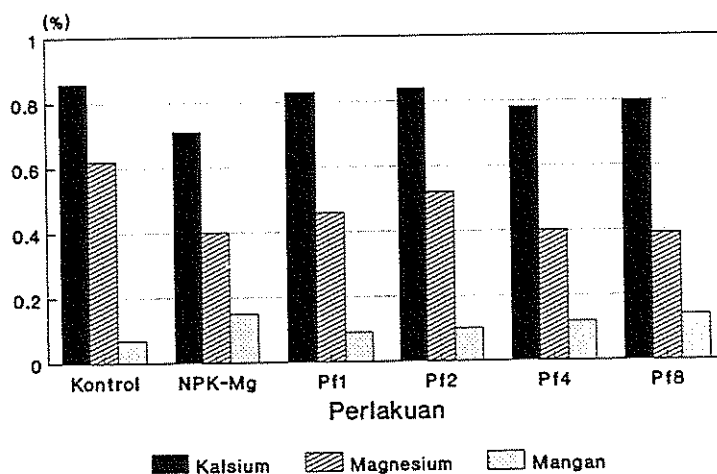
Perlakuan	Kalsium	Magnesium	Mangan
	----- %		
Kontrol	0.86 a	0.62 a	0.07 c
NPK-mg	0.71 a	0.40 cd	0.15 a
Pf1	0.83 a	0.46 bc	0.09 bc
Pf2	0.84 a	0.52 b	0.19 abc
Pf4	0.78 a	0.40 cd	0.12 abc
Pf8	0.80 a	0.39 d	0.14 ab

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom tabel tidak berbeda nyata pada uji DMRT pada taraf 5%

Berdasarkan data rata-rataan kadar hara Mn (Tabel 6) menunjukkan bahwa pemupukan NPK-Mg dengan Pf8 berbeda nyata meningkatkan Mn daun dibanding dengan kontrol. Kadar hara Mn daun pada tanaman kontrol dengan tanaman pada perlakuan pupuk Pf1, Pf2 dan Pf8 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, tetapi kecenderungan yang terlihat bahwa dengan penambahan dosis pupuk akan meningkatkan kadar hara Mn daun.



Menurut kriteria Jones et al (1991) nilai cukup untuk kadar hara Mn daun 0.030% (300 ppm) (Tabel 4). Ini menunjukkan bahwa tanaman pada semua perlakuan mengalami kelebihan tetapi belum sampai pada tingkat meracuni tanaman. Hal ini dapat dibuktikan dengan pertumbuhan tanaman secara umum baik, kecuali pada dosis Pf8 yang berakibat menurunkan pertumbuhan vegetatif.



Gambar 7. Pengaruh Pemupukan Pamafert dan NPK-Mg Terhadap Kadar Hara Kalsium, Magnesium dan Mangan Daun

#### Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan (*growth*) didefinisikan oleh Webster sebagai perkembangan yang progresif dari suatu organisme. Terdapat beberapa cara di mana perkembangan itu dapat diukur dengan berat kering, panjang, tinggi tanaman atau diameter batang. Pertumbuhan tanaman tergantung pada

faktor genetik dan faktor lingkungan. Faktor genetik tidak dapat dimanipulasi. Salah satu faktor lingkungan yang dapat dimanipulasi adalah reaksi dan keadaan hara.

Di bawah kondisi kesuburan hara yang rendah, suatu varietas tanaman tertentu tidak mampu berkembang sempurna, akibatnya produksi yang tinggi sukar dicapai. Pemberian pupuk Pamafert merupakan usaha untuk memanipulasi salah satu faktor lingkungan, dengan harapan dapat menciptakan keadaan yang baik bagi pertumbuhan tanaman.

### Tinggi Tanaman

Hasil pengukuran tinggi tanaman disajikan pada Tabel Lampiran 8, sedangkan data rataannya pada Tabel 7. Unsur yang berperan penting dalam pertumbuhan tinggi tanaman adalah Nitrogen, Kalium, dan Kalsium.

Berdasarkan data rataannya tinggi tanaman (Tabel 7) menunjukkan bahwa tinggi tanaman antara tanaman kontrol dengan perlakuan pupuk NPK-Mg, Pf2 dan Pf4 tidak berbeda nyata, sedangkan terhadap pemupukan dengan NPK-Mg, Pf1, dan Pf2 tidak berbeda nyata. Dari keseluruhan perlakuan terlihat kecenderungan bahwa tinggi tanaman meningkat sampai taraf pemupukan Pf1 dan menurun kembali pada taraf Pf2, Pf4 dan nilai terendah terdapat pada Pf8.

Hal ini dapat dilihat dari kadar hara pada daun (Tabel 5) yang cukup untuk menunjang pertumbuhan vegetatif tanaman bibit kakao. Serapan hara N, K dan Ca yang lebih

tinggi (Tabel Lampiran 10) pada pemupukan dengan NPK-Mg, Pf1 dan Pf2, dapat meningkatkan diferensiasi sel-sel baru. Tanaman kakao mengabsorpsi N maksimum pada waktu tanaman tumbuh aktif (umur muda) dan menurun dengan bertambahnya umur tanaman.

#### Diameter Batang

Hasil pengukuran jumlah daun disajikan pada Tabel Lampiran 8, sedang data rataannya pada Tabel 7.

Berdasarkan data rataaan diameter batang (Tabel 7), diameter terbesar dicapai pada perlakuan Pf1, kemudian menurun masing-masing pada perlakuan NPK-Mg, Pf4, Pf2, Pf8, dan kontrol. Secara statistik perlakuan NPK-Mg, Pf1, Pf2, Pf4, menunjukkan beda nyata dibandingkan kontrol. Sedangkan antara perlakuan NPK-Mg dengan pupuk Pf1, Pf2, dan Pf4 tidak berbeda nyata.

Unsur yang berperan dalam perkembangan diameter batang adalah Nitrogen dan Kalsium. Dimana pada perlakuan Pf1 tidak terlihat bahwa serapan hara N dan Ca (Tabel Lampiran 10) cukup tinggi dibanding serapan hara perlakuan lainnya, sehingga perkembangan diameter batang pada perlakuan Pf1 lebih baik. Ketersediaan nitrogen dan kalsium yang cukup dapat memacu pertumbuhan besarnya batang.

#### Jumlah Daun

Hasil pengukuran jumlah daun disajikan pada Tabel Lampiran 8, sedangkan data rataannya pada Tabel 7.

Unsur yang berperan penting dalam perkembangan daun adalah Kalium, Kalsium dan Magnesium. Berdasarkan data rata-rata jumlah daun menunjukkan bahwa jumlah daun pada perlakuan pupuk NPK-Mg dan Pamafert tidak berbeda nyata dibandingkan kontrol, sedangkan untuk perlakuan dengan dosis Pf8 nyata menurunkan jumlah daun dibanding kontrol. Hal ini berarti pupuk Mg tersedia lebih cepat dari pupuk Pamafert sampai dosis 4 tablet dapat menunjang pertumbuhan daun kakao.

Pada perlakuan Pf8 terlihat bahwa serapan hara K, Ca, dan Mg (Tabel Lampiran 10) paling kecil dibanding perlakuan lainnya, sehingga tanaman menyerap unsur ini dalam jumlah yang kecil. Rendahnya kandungan unsur hara Mg daun pada dosis pupuk Pf8 menyebabkan pembentukan khlorofil terhambat.

Tabel 7. Data Rataan Tinggi Tanaman, Diameter Batang, Jumlah Daun dan Panjang akar bibit kakao pada umur 3 bulan.

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Diameter Batang (mm)	Jumlah daun	Panjang akar (cm)
Kontrol	37.2 bc	4.43 b	16.0 ab	37.5 ab
NPK-Mg	44.2 ab	6.00 a	20.3 a	30.8 b
Pf1	44.9 a	6.10 a	17.7 ab	46.3 a
Pf2	39.1 abc	5.77 a	16.7 ab	36.6 ab
Pf4	34.8 c	5.80 a	16.7 ab	26.5 bc
Pf8	26.9 d	4.58 b	14.3 b	17.9 c

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom tabel tidak berbeda nyata pada uji DMRT pada taraf 5%

### Panjang Akar

Hasil pengukuran panjang akar disajikan pada Tabel Lampiran 9, sedangkan data rataannya pada Tabel 7. Unsur yang berperan penting dalam perkembangan akar, khususnya akar tanaman kakao adalah Fosfor, Kalium dan Kalsium.

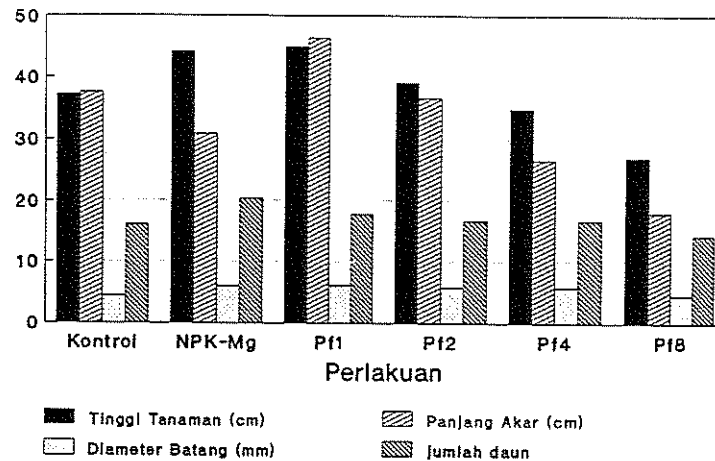
Berdasarkan data rataannya dalam Tabel 7, menunjukkan bahwa panjang akar antara tanaman kontrol terhadap perlakuan pupuk NPK-Mg, Pf1, Pf2, Pf4 tidak berbeda nyata. Hal ini diduga disebabkan bahwa pada umur 3 bulan tanaman sedang berada dalam kondisi belum terlalu banyak menyerap unsur hara sehingga pertumbuhan vegetatif akar belum menunjukkan perbedaan yang nyata.

Tetapi berdasarkan kecenderungan terlihat bahwa panjang akar yang tertinggi terdapat pada perlakuan pupuk Pf1. Hal ini terlihat dari serapan hara P, K dan Ca (Tabel Lampiran 10) pada tanaman kakao Pf1 umumnya lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Adanya unsur P, K dan Ca dalam tanaman akan memperbesar pertumbuhan akar. Keadaan ini berhubungan dengan fungsi P dalam metabolisme sel, sehingga P dapat menstimulir pertumbuhan dan perkembangan akar lebih dini (Tisdale et al ., 1975).

Sedangkan pada perlakuan pupuk Pf8 diperoleh panjang akar terpendek (17.9 cm). Hal ini diduga karena adanya ketidakseimbangan unsur hara (sifat antagonisme antara K dengan Ca tanaman) (Jones et al., 1991 dan Coul, 1969



dalam Leiwakabessy, 1988) sehingga menyebabkan perkembangan akar tidak sempurna.



Gambar 8. Pengaruh Pemupukan Pamafert dan NPK-Mg Terhadap Tinggi Tanaman, Diameter batang, Jumlah Daun dan Panjang Akar.

#### Bobot Kering Tanaman

Hasil pengukuran bobot kering akar, batang dan daun disajikan pada Tabel Lampiran 9, sedangkan data rata-rata pada Tabel 8.

Berdasarkan data rata-rata menunjukkan bahwa berat kering tanaman keseluruhan dengan perlakuan pupuk NPK-Mg dan Pamafert tidak berbeda nyata dibandingkan tanaman kontrol, tetapi ada kecenderungan meningkatnya berat kering tanaman pada perlakuan NPK-Mg, Pf1, Pf2, dan menurun pada Pf4 dan Pf8.

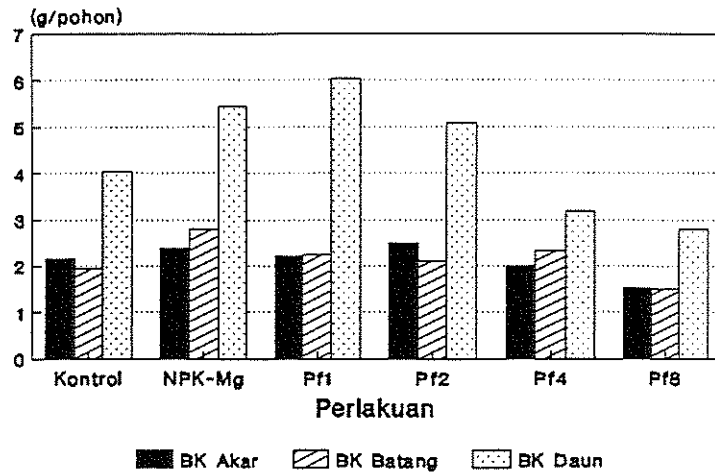


Tabel 8. Data Rataan Bobot Kering Akar, Batang dan Daun Kakao pada Umur 3 Bulan.

Perlakuan	BK Akar -----	BK Batang (g/pohon)	BK Daun -----
Kontrol	2.16 ab	1.95 ab	4.02 abc
NPK-Mg	2.38 a	2.80 a	5.43 a
Pf1	2.23 ab	2.25 ab	6.03 a
Pf2	2.50 a	2.10 ab	5.09 ab
Pf4	2.01 ab	2.32 ab	3.19 bc
Pf8	1.53 b	1.50 b	2.80 c

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom tabel tidak berbeda nyata pada uji DMRT pada taraf 5%

Hal ini dapat dilihat dari data rata-rata tinggi tanam-an, jumlah daun, dan panjang akar yang tidak berbeda nyata dibandingkan kontrol. Ini berarti pada bibit muda (2-4 bulan), unsur hara masih cukup tersedia dari tanah dalam polybag serta dari keping biji, sehingga pertumbuhan vegetatif belum menunjukkan pengaruh yang nyata, yang berakibat ke berat kering tanaman kakao itu sendiri. Meskipun demikian, secara visual bibit kakao yang diberi pupuk NPK-Mg dan Pamafert sampai dosis 2 tablet, lebih baik pertumbuhannya dibandingkan kontrol. Dengan kata lain pada umur 3 bulan, pengaruh perlakuan pupuk terhadap berat kering tanaman masih kecil sekali.



Gambar 9. Pengaruh Pemupukan Pamafert dan NPK-Mg Terhadap Bobot Kering Akar, Batang, dan Daun Bibit Kakao umur 3 bulan.

#### Sisa Pupuk Pamafert

Tabel 9. Sisa Pupuk Pamafert setelah 3 bulan ditanami Bibit Kakao

Perlakuan	Sisa Pamafert (g BKM/Pot)	Rata-rata sisa Pamafert (g BKM/Tablet)	Bobot 1 Tablet Pamafert (g BKM)	Rata-rata Sisa Pamafert (%/Tablet)
Pf1	2.6	2.6	9.5	27.4
Pf2	5.0	2.5	9.5	26.3
Pf4	9.9	2.5	9.5	26.3
Pf8	19.7	2.5	9.5	26.3

Sampai dengan tahap pembibitan umur 3 bulan, ternyata tidak semua pupuk Pamafert yang diberikan ke dalam tanah larut. Tabel 9 menunjukkan pupuk Pamafert yang masih tersisa dalam bentuk padatan. Dari rata-rata sisa pupuk

dalam keadaan bobot kering mutlak adalah 26.6 %. Nilai tersebut merupakan perbandingan antara rata-rata sisa pupuk Pamafert (g BKM/tablet) dengan bobot 1 tablet pupuk Pamafert (g BKM).



## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Tingkat kesuburan Ultisol Pasir Maung tergolong rendah. Pemberian pupuk Pamafert meningkatkan P-tersedia, K-dd, kadar hara nitrogen dan kalium daun, sedangkan Al-dd cenderung menurun dengan penambahan dosis Pamafert.

Pemberian pupuk Pamafert sampai dosis 2 tablet cenderung menaikkan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, panjang akar dan berat kering tanaman keseluruhan.

Pada Pamafert 8 tablet terlihat bahwa pertumbuhan tanaman kurang baik dan daun berwarna kekuningan.

Secara umum pertumbuhan tanaman yang terbaik terdapat pada perlakuan pupuk Pamafert sampai dosis 2 tablet dan pupuk NPK-Mg.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan agar pemberian dosis pupuk Pamafert untuk pembibitan kakao tidak melebihi dosis 1 tablet/pot.

Disamping itu perlu diadakan penelitian lanjutan untuk mengetahui efektivitas pupuk Pamafert, sifat fisik tanah terhadap Tanaman kakao pada masa pembibitan, maupun Tanaman Kakao Belum Menghasilkan (TBM), yang dihubungkan dengan produksi pada masa panen untuk tercapainya keuntungan yang maksimum.

## DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, A. 1983. Pidato Pengarahan Menteri Pertanian pada Upacara Pembukaan Konperensi Coklat Nasional II, tanggal 13-15 Oktober 1983 di Medan.
- Buol, S. W., F.D. Hole, and R. J McCracken. 1980. Soil-Genesis and Classification. 2<sup>nd</sup> ed. The Iowa State Univ. Press. Amer. Iowa.
- Childers, N. T. 1966. Nutrition of Fruit Crops Tropical, Sub Tropical, Temperate Free and Small Fruits. Horticultural Pub. New Jersey. 888p.
- Corley, R. H. V., J. J. Hardon, and B. J Wood, 1976. Developments in Crops Science. 2<sup>nd</sup> ed. Elsevier Scientific Publishing Company.
- Darmawijaya, M. I. 1973. Klassifikasi Tanah Perkebunan Cokelat. Tretes, Sidang Komisi Teknis Perkebunan IV Budidaya Kopi-Cokelat V, 3-6 Desember 1973.
- Epstein, E. 1972. Mineral Nutrient of Plant : Principle and Perspective. John Wiley and Son. Inc. New York.
- Goenadi, D. H. dan A. Hardjono. 1985. Penilaian Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Cokelat di Indonesia. Bulletin Perkebunan No. 3. Balai Penelitian Perkebunan Bogor. Bogor.
- Goenadi, D. H. 1991. Pupuk Lambat Tersedia Manfaatnya dalam menjamin keberhasilan usaha tanaman perkebunan. Makalah seminar sehari penggunaan Fertimel sebagai salah satu pilihan pemupukan yang tepat. Universitas Andalas, Padang. 21 Desember 1991.
- Goenadi, D. H. 1992a. Keefektifan pupuk lambat tersedia Fertimel untuk bibit tanaman perkebunan I. Karakteristik dan reaktivitas PLT Fertimel. Menara perkebunan, 60 (4). Hal 113-118.
- Goenadi, D. H. 1992b. Keefektifan PLT Fertimel untuk bibit tanaman perkebunan II. Keefektifan PLT Fertimel untuk bibit kakao lindak. Menara perkebunan 60 (4). Hal 119-121.
- Hardjowigeno, S. 1985. Genesis dan Klassifikasi Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Hauck, R. D. 1985. Slow-release and Bioinhibitor - Amended nitrogen fertilizier. In Fertilizer Technology and Use. O. P Engelstad (Ed). p : 293-322. Soil Sci. Am. , Inc. Madison.

- Jacob, A and H. V. Uexkull, 1960. Fertilizer Use Nutrition and Manuring of Tropical Crops. Verlagsgesellschaft fur Ackerbau mbH. Hannover.
- Jones, J. B. Jr, B. Wolf, dan H. A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Publishing, Inc. 183 Paradise Blvd, Suit 108, Athens, Georgia, 30607. USA.
- Kussow, W.R. 1971. Introduction to Soil Chemistry. Soil Fertility Project. Departemen Ilmu-ilmu Tanah, Faperta. IPB. Bogor.
- Ling. A. H. 1983. Cocoa nutrition and manuring on Inland Soils in Paninsular Malaysia. Medan, Kumpulan Makalah Konperensi Coklat Nasional II, 13-15 Oktober 1983. p : 146-162.
- Leiwakabessy, F. M. 1988. Kesuburan Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Leiwakabessy, F. M. dan A. Sutandi. 1992. Diktat Kuliah Pupuk dan Pemupukan. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Millar, C. E. 1955. Soil Fertility. John Wiley and Son. Inc. New York.
- Miller, R. W. dan R. L. Donahue. 1991. Soils An Introduction to soils and Plant Growth. 6<sup>th</sup> ed. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Poeloengan, Z. 1980. Pengaruh pupuk kandang dan fosfat alam terhadap tanaman coklat bulk muda pada tanah Podsolik Merah Kuning. Medan, Kumpulan Makalah. Konferensi Coklat Nasional Vol. I 16-18 September 1980, p 214-221.
- Prawiranata, W., S. Haran dan P. Tjondronegoro. 1989. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB. Bogor.
- Sarief, E. S. 1986. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. Pustaka Buana. Bandung. 186 Hal.
- Siregar, T. H. S., S. Riyadi dan L. Nuraeni. 1989. Budi-daya Pengolahan dan Pemasaran Coklat. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Soepraptohardjo, M dan Ismangun. 1978. Classification of Red Soils in Indonesia. Lokakarya I. Klassifikasi Tanah Nasional, 27-28 April 1978 Cisarua. Bogor.



- Soepraptohardjo. 1961. Jenis Tanah di Indonesia. Pusat Penelitian Tanah. Bogor. 24 hal.
- Soepardi, G. 1983. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Soenaryo. 1985. Prospek Komoditi Coklat Sampai tahun 2000. Prosiding Rangkaian Diskusi Panel Promosi Ekspor dan Penanaman Modal Pertanian, PPI. Jakarta.
- Tisdale, S. L, L. N. Werner and D. B. James 1985. Soil Fertility and Fertilizers. Mac. Millan. New York.
- Thompson, L. M., and F. R. Troeh. 1975. Soils and Fertility. Mc. Graw-Hill Pub. Co., New Delhi.
- Teoh, C. H. 1978. Cocoa nursery manuring investigations. International Conference on Cocoa and Coconuts. Kuala Lumpur. Preprint 11.
- Urquhart, D. H. 1961. Cacao. 2<sup>nd</sup> ed. Longmans, Green and Co., London. 293p.
- Van Dierendonck, F. J. E. 1959. The Manuring of Coffee, Cocoa, Tea and Tobacco. Agronomist with the Centre d'Etude de l' Azote 3 Geneva.
- Wibowo, P. 1970. Analisa Daun Sebagai Pedoman Pemupukan. Badan Pusat Penelitian Marihat 1 (1). Medan.
- Wood, G. A. R. 1975. Cacao. Trop. Agric.Series. 3<sup>rd</sup> ed. Longmans, London.



# LAMPIRAN

Mak Cipta (standing) (standing) (standing)

1. Diketahui mengenai sebagian atau seluruh karya tulis ini karena mencantumkan dan memproteksi nomor 1.
2. Pengutipan harus mencantumkan sumber, penulisan, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan karya atau program atau masalah.
3. Pengutipan tidak mengutip laporan yang sangat IPB University.
4. Diketahui menggunakan dan memproteksi sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tabel Lampiran 1. Hasil Analisis Pendahuluan Sifat Kimia Ultisol Pasir Maung, Bogor

Jenis Analisis	Hasil	Metoda Analisis
pH (H <sub>2</sub> O) 1:1	4.7	pH meter
pH (KCl) 1:1	3.7	pH meter
C-Organik (%)	1.92	Walkley dan Black
N-Total	0.13	Kjehdal
C/N	14.77	
P-Tersedia (ppm)	4.0	Bray 1
KTK (me/100 g)	18.2	Ekstraksi NH <sub>4</sub> OAC pH 7
Basa-basa dapat ditukar		
K-dd (me/100 g)	0.13	
Ca-dd (me/100 g)	3.37	
Mg-dd (me/100 g)	0.60	
Na-dd (me/100 g)	0.30	
KB (%)	24.20	
Al-dd (me/100 g)	3.92	N KCl, Titrasasi HCl
Tekstur		
Pasir (%)	19.17	Pipet
Debu (%)	37.90	
Liat (%)	42.90	

Tabel Lampiran 2. Kriteria Penilaian Data Analisis Sifat Kimia Tanah Menurut PPT Bogor.

Sifat Kimia Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi	
N-Total (%)	<0.10	0.1-0.2	0.21-0.5	0.51-0.75	>0.75	
C-Org (%)	<1	1-2	2.01-3.0	3.01-5.0	>5.0	
C/N	<5	5-10	11-15	16-25	>25	
P-Tersedia	<4	5-7	8-10	11-15	>16	
KTK (me/100g)	<5	5-16	17-25	25-40	>40	
Basa-basa dapat ditukar (me/100g)						
K	<0.1	0.1-0.3	0.4-0.5	0.6-1.0	>1.0	
Ca	<2.0	2.0-5.0	6.0-1.0	11-20	>20	
Mg	<0.3	0.4-1.0	1.1-2.0	2.1-8.0	>8.0	
Na	<0.1	0.1-0.3	0.4-0.7	0.8-1.0	>1.0	
KB(%)	<20	20-40	41-60	61-80	>80	
Kejenuhan Al (me/100g)	<5	5-10	11-20	21-40	>40	
Reaksi Tanah	Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Netral	Agak Alkalin	Alkalin
pH H <sub>2</sub> O	<4.5	4.5-5.5	5.6-6.5	6.6-7.5	7.6-8.5	>8.5

Tabel Lmpiran 3. Hasil Pengukuran pH Tanah dan Aluminium Dapat Ditukar (Al-dd)

Perlakuan	Ulangan	pH	Al-dd (me/100g)
Kontrol	I	5.26	0.018
	II	5.28	0.016
	III	5.26	0.017
NPK-Mg	I	4.90	0.015
	II	4.90	0.100
	III	4.90	0.010
Pf1	I	4.95	0.015
	II	4.64	0.026
	III	4.50	0.034
Pf2	I	4.49	0.023
	II	4.44	0.023
	III	4.35	0.027
Pf4	I	4.91	0.002
	II	4.88	0.009
	III	5.16	0.001
Pf8	I	5.39	0.0004
	II	5.41	0.0004
	III	5.86	0.0004



Tabel Lampiran 4. Hasil Pengukuran Nitrogen dan P-Tersedia

Perlakuan	Ulangan	Nitrogen(%)	P-tersedia(ppm)
Kontrol	I	0.15	5.81
	II	0.16	4.02
	III	0.16	3.97
NPK-Mg	I	0.18	126.93
	II	0.18	115.70
	III	0.17	68.99
Pf1	I	0.17	71.82
	II	0.15	82.26
	III	0.16	53.31
Pf2	I	0.16	168.36
	II	0.18	176.74
	III	0.17	148.54
Pf4	I	0.17	222.94
	II	0.17	293.63
	III	0.17	278.13
Pf8	I	0.18	438.37
	II	0.18	538.79
	III	0.19	469.37





Tabel Lampiran 5. Hasil Pengukuran Basa-basa Tersedia

Perlakuan	Ulangan	Na-dd	K-dd	Ca-dd	Mg-dd
		----- (me/100g) -----			
Kontrol	I	0.04	0.12	3.78	0.88
	II	0.02	0.12	3.94	0.94
	III	0.08	0.08	3.90	0.84
NPK-Mg	I	0.06	0.36	4.90	1.76
	II	0.10	0.32	5.20	0.84
	III	0.04	0.40	5.12	0.90
Pf1	I	0.18	0.36	4.42	0.66
	II	0.18	0.34	3.76	0.54
	III	0.12	0.14	3.92	0.58
Pf2	I	0.12	0.82	3.80	0.78
	II	0.04	0.92	3.62	0.70
	III	0.12	0.86	3.86	0.62
Pf4	I	0.06	1.72	3.64	1.18
	II	0.06	1.70	3.54	1.30
	III	0.04	1.76	3.56	1.14
Pf8	I	0.40	2.18	3.26	1.26
	II	0.28	2.26	3.08	1.16
	III	0.36	2.26	2.94	1.22

Tabel Lampiran 6. Hasil Pengukuran Kadar Hara daun Kakao Pada Umur 3 Bulan

Perlakuan	Ulangan	N	P	K	Ca Mg Mn		
					----- (%) -----		
Kontrol	I	1.22	0.29	1.51	1.04	0.64	0.08
	II	1.51	0.31	1.27	0.87	0.62	0.07
	III	1.51	0.29	1.20	0.68	0.60	0.06
NPK-Mg	I	2.49	0.29	2.60	0.60	0.39	0.10
	II	2.27	0.27	2.68	0.82	0.43	0.12
	III	2.52	0.29	2.98	0.70	0.38	0.19
Pf1	I	2.35	0.30	2.29	0.91	0.51	0.10
	II	2.49	0.36	2.56	0.77	0.48	0.08
	III	2.32	0.30	2.36	0.80	0.39	0.09
Pf2	I	2.24	0.36	2.48	0.98	0.53	0.10
	II	2.07	0.32	2.16	0.85	0.48	0.09
	III	2.46	0.38	2.84	0.69	0.54	0.13
Pf4	I	1.93	0.29	2.83	0.74	0.38	0.10
	II	2.07	0.30	2.82	0.92	0.40	0.12
	III	2.10	0.32	2.65	0.67	0.41	0.14
Pf8	I	2.07	0.24	2.80	0.86	0.39	0.10
	II	2.49	0.29	3.01	0.73	0.35	0.19
	III	2.21	0.29	3.00	0.82	0.42	0.13

Tabel Lampiran 7. Hasil Pengukuran Kadar Hara Batang Kakao Pada Umur 3 bulan

Perlakuan	Ulangan	N	P	K	Ca	Mg	Mn
		------(%)-----					
Kontrol	I	0.78	0.30	0.68	0.41	0.72	0.02
	II	0.81	0.39	1.02	0.68	0.81	0.02
	III	0.78	0.29	0.91	0.72	0.72	0.02
NPK-Mg	I	2.52	0.50	1.61	0.89	0.69	0.07
	II	2.00	0.35	1.29	0.80	0.56	0.07
	III	2.77	0.53	1.44	1.18	0.76	0.07
Pf1	I	1.23	0.23	1.67	1.39	0.56	0.03
	II	1.26	0.28	1.72	1.29	0.54	0.02
	III	1.37	0.27	1.42	1.27	0.54	0.03
Pf2	I	1.18	0.30	1.98	1.07	0.64	0.03
	II	1.23	0.27	1.45	1.29	0.58	0.03
	III	1.15	0.29	2.00	0.86	0.57	0.04
Pf4	I	1.37	0.30	2.30	1.06	0.41	0.04
	II	1.29	0.28	2.38	0.82	0.48	0.04
	III	1.23	0.36	2.18	1.12	0.56	0.04
Pf8	I	1.29	0.25	1.48	0.86	0.51	0.04
	II	1.37	0.28	1.95	1.23	0.57	0.03
	III	1.32	0.25	1.65	0.99	0.54	0.04

Tabel Lampiran 8. Hasil Pengukuran Tinggi Tanaman, Diameter Batang, dan Jumlah Daun Bibit Kakao Pada Umur 3 Bulan

Perlakuan	Ulangan	Tinggi Tanaman (cm)	Diameter Batang (mm)	Jumlah Daun
Kontrol	I	37.2	4.50	14.0
	II	40.5	4.70	19.0
	III	34.0	4.10	15.0
NPK-Mg	I	45.1	6.00	21.0
	II	45.4	6.10	21.0
	III	42.0	5.90	19.0
Pf1	I	49.0	7.30	20.0
	II	44.2	5.90	17.0
	III	41.5	5.10	16.0
Pf2	I	40.5	6.30	18.0
	II	34.8	5.30	17.0
	III	42.0	5.70	17.0
Pf4	I	37.8	6.30	16.0
	II	36.5	5.60	17.0
	III	30.0	5.50	15.0
Pf8	I	33.2	4.95	18.0
	II	21.5	4.40	10.0
	III	26.0	4.40	15.0

Tabel Lampiran 9. Hasil Pengukuran Berat Kering Akar, Batang, Daun, dan Panjang Akar Bibit Kakao Pada Umur 3 Bulan

Perlakuan	BK Akar	BK Batang	BK Daun	Panjang Akar (cm)
	-----g/pohon-----			
Kontrol	2.08	2.07	3.97	37.0
	2.26	2.16	4.27	42.5
	2.14	1.63	3.83	33.0
NPK-Mg	2.61	2.61	5.42	32.0
	2.35	2.99	5.38	25.0
	2.18	2.81	5.48	35.4
Pf1	2.80	3.02	7.26	55.0
	2.22	2.33	6.68	43.0
	1.67	1.41	4.16	41.0
Pf2	2.95	2.60	6.82	40.5
	1.76	1.74	3.42	35.0
	2.80	1.95	5.04	34.3
Pf4	2.45	2.97	4.25	28.5
	1.94	1.80	3.11	33.0
	1.65	2.20	2.21	18.0
Pf8	1.44	2.01	3.91	16.1
	1.66	1.28	1.51	13.5
	1.49	1.20	2.97	24.0

Tabel Lampiran 10. Hasil Pengukuran Serapan Hara Tanaman Bibit Kakao Umur 3 Bulan Pada Berbagai Taraf Pupuk Pamafert

Perlakuan	N	P	K	Ca	Mg	Mn
	----- (mg/pohon) -----					
Kontrol	64.58	17.72	74.02	49.78	40.31	3.63
	81.97	21.66	76.26	51.84	44.40	3.52
	70.55	58.38	60.79	37.78	34.72	2.45
NPK-Mg	200.73	28.77	182.94	55.75	39.15	10.14
	181.93	24.99	182.76	68.04	39.88	8.37
	215.93	30.79	203.77	71.52	42.18	12.27
Pf1	207.76	28.73	216.69	108.04	53.94	8.19
	195.69	30.57	211.08	81.49	44.65	6.01
	115.83	16.29	118.20	51.19	23.84	4.26
Pf2	183.45	32.35	220.62	94.66	52.79	7.60
	92.20	15.64	99.10	51.52	26.51	3.33
	146.41	24.81	182.14	51.55	38.33	7.17
Pf4	122.71	21.24	188.59	62.93	13.79	5.21
	87.60	14.37	130.54	43.37	21.08	4.54
	73.47	14.99	106.53	39.45	21.38	3.93
Pf8	106.87	14.41	139.23	50.91	25.50	4.79
	55.14	7.96	70.41	16.85	12.58	3.22
	81.48	11.61	108.90	36.23	18.95	4.43



Tabel Lampiran 11. Analisis Ragam Nitrogen tanah pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F-hit
Perlakuan	5	0.00149	0.00030	5.98**
Galat	12	0.00060	0.00005	
Total	17	0.00209		

cv = 4.2%

\*\* = nyata pada taraf 1 %

Tabel Lampiran 12. Analisis Ragam P-tersedia tanah pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F-hit
Perlakuan	5	442774.3	88554.9	98.61**
Galat	12	10776.35	898.030	
Total	17	453550.7		

cv = 16.5%

\*\* = nyata pada taraf 1 %

Tabel Lampiran 13. Analisis Ragam K-dd tanah pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F-hit
Perlakuan	5	11.28791	2.25758	601.13**
Galat	12	0.04507	0.00376	
Total	17	11.33298		

cv = 6.6%

\*\* = nyata pada taraf 1 %

Tabel Lampiran 14. Analisis Ragam Mg-dd tanah pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F-hit
Perlakuan	5	1.12544	0.22509	4.70*
Galat	12	0.57413	0.04784	
Total	17	1.69958		

cv = 22.8 %

\* = nyata pada taraf 5 %

Tabel Lampiran 15. Analisis Ragam Ca-dd tanah pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F-hit
Perlakuan	5	6.50364	1.30073	40.28**
Galat	12	0.38747	1.30073	
Total	17	6.89111		

cv = 4.6 %

\*\* = nyata pada taraf 1 %

Tabel Lampiran 16. Analisis Ragam Kadar Hara N Daun pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F-hit
Perlakuan	5	2.12678	0.42536	17.35**
Galat	12	0.29420	0.02452	
Total	17	2.42098		

cv = 7.4 %

\*\* = nyata pada taraf 1 %

Tabel Lampiran 17. Analisis Ragam Kadar Hara P Daun pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F-hit
Perlakuan	5	0.01232	0.00246	4.26*
Galat	12	0.00693	0.00058	
Total	17	0.01925		

cv = 7.9 %

\* = nyata pada taraf 5 %

Tabel Lampiran 18. Analisis Ragam Kadar Hara K Daun pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F-hit
Perlakuan	5	5.08500	1.01700	26.98**
Galat	12	0.45240	0.03770	
Total	17	5.53740		

cv = 7.9%

\*\* = nyata pada taraf 1 %

Tabel Lampiran 19. Analisis Ragam Kadar Hara Ca Daun pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F-hit
Perlakuan	5	0.04663	0.00933	0.61ns
Galat	12	0.18433	0.01536	
Total	17	0.23096		

cv = 15.4 %

ns = tidak nyata

Tabel Lampiran 20. Analisis Ragam Kadar Hara Mg Daun pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F-hit
Perlakuan	5	0.12836	0.02567	20.45**
Galat	12	0.01507	0.00126	
Total	17	0.14343		

cv = 7.6 %

\*\* = nyata pada taraf 1 %

Tabel Lampiran 21. Analisis Ragam Kadar Hara Mn Daun pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F-hit
Perlakuan	5	0.01417	0.00283	4.15*
Galat	12	0.00819	0.00068	
Total	17	0.02237		

cv = 23.2 %

\* = nyata pada taraf 5 %

Tabel Lampiran 22. Analisis Ragam Panjang Akar Bibit Kakao Umur 3 Bulan pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F-hit
Perlakuan	5	1458.40667	291.6813	8.38**
Galat	12	417.77333	34.8144	
Total	17	1876.18000		

cv = 18.1 %

\*\* = nyata pada taraf 1 %



Tabel Lampiran 23. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Bibit Kakao Umur 3 Bulan pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F-Hit
Perlakuan	5	662.86444	132.57289	8.35**
Galat	12	190.52000	15.87667	
Total	17	853.38444		

cv = 10.5 %

\*\* = nyata pada taraf 1 %

Tabel Lampiran 24. Analisis Ragam Diameter Batang Bibit Kakao Umur 3 Bulan pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F-Hit
Perlakuan	5	8.19736	1.63947	5.21**
Galat	12	3.77500	0.31458	
Total	17	11.97236		

cv = 10.3 %

\*\* = nyata pada taraf 1 %

Tabel Lampiran 25. Analisis Ragam Jumlah Daun Bibit Kakao Umur 3 Bulan pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F-Hit
Perlakuan	5	59.61111	11.92222	2.26ns
Galat	12	63.33333	5.27778	
Total	17	122.94444		

cv = 13.6 %

ns = tidak nyata

Tabel Lampiran 26. Analisis Ragam Bobot Kering Akar Bibit Kakao Umur 3 Bulan pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F-Hit
Perlakuan	5	1.75849	0.35120	2.17ns
Galat	12	1.94393	0.16199	
Total	17	3.70243		

cv = 18.8 %

ns = tidak nyata

Tabel Lampiran 27. Analisis Ragam Bobot Kering Batang Bibit Kakao Umur 3 Bulan pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F-Hit
Perlakuan	5	2.80345	0.56069	2.21ns
Galat	12	3.04820	0.25402	
Total	17	5.85165		

cv = 23.4 %

ns = tidak nyata

Tabel Lampiran 28. Analisis Ragam Bobot Kering Daun Bibit Kakao Umur 3 Bulan pada berbagai Taraf Pupuk Pamafert

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F-Hit
Perlakuan	5	25.12422	5.02485	3.69*
Galat	12	16.33813	1.36151	
Total	17	41.46236		

cv = 26.4 %

\* = nyata pada taraf 5 %