



HV

"Hai orang-orang yang beriman, bertawakallah kepada Allah dan hendaklah setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok, dan bertawakallah kepada Allah. Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.

Dan janganlah lupa kepada Allah, lalu Allah menjadikan mereka lupa pada diri mereka sendiri. Mereka itulah orang-orang yang fasik." (Al-Hasyr: 8-9)

Tempat ini hanyalah persinggahan sementara dalam panjangnya jalan yang harus ditempuh. Kini Aku harus kembali dalam pencarian diri. Yang kutahu hanyalah aku berjalan dalam mencari ridho Allah.

Kahatur..., kanggo Ibu, Bapak, Kang Jejen, Kang Encon, Teh Iin, Kang Ade, Teh Ati sareng Teh Bai.

4/TNH/1992/02



PENGARUH CARA PENEMPATAN KAPUR DAN PUPUK P  
TERHADAP EFISIENSI PENYERAPAN HARA, PERTUMBUHAN  
DAN TEKANAN KEKERINGAN AIR TANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*)  
VARIETAS KALINGGA PADA TANAH PODSOLIK MERAH KUNING  
( TYPIK HAPLUDULT ) JASINGA

Oleh

MUHAMMAD HIKMAT



JURUSAN TANAH, FAKULTAS PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR

1992



## RINGKASAN

Muhammad Hikmat. Pengaruh Cara Penempatan Kapur dan Pupuk P terhadap Efisiensi Penyerapan Hara, Pertumbuhan dan Cekaman Kekeraangan Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) Varietas Kalingga pada Tanah Merah Podsolik Merah Kuning (Typik Hapludult) di bawah bimbingan Ir. Atang Sutandi dan Dra. Ratna Fathan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari lebih lanjut pengaruh penempatan kapur dan pupuk P serta cekaman air terhadap pola penyebaran akar, serapan hara, dan pertumbuhan tanaman jagung.

Penelitian ini dilakukan di Rumah Kaca dan Laboratorium Kelompok Peneliti Fisiologi, Balai Penelitian Tanaman Pangan, Bogor. Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 1990 sampai bulan Juni 1991.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah Podsolik Merah Kuning (Typik Hapludult) yang diambil dari daerah Jasinga, dengan indikator tanaman jagung (*Zea mays L.*) Varietas Kalingga. Sebagai pupuk dasar, digunakan Urea, TSP, KCl, MgO, ZA, dan kapur.

Sebelum melakukan penanaman, terlebih dahulu dilakukan pengapur dan pemupukan. Pupuk Urea, TSP, KCl, ZA, dan MgO diberikan masing-masing sebanyak 222 ppm, 111 ppm, 111 ppm, 10 kg/ha dan 10 kg/ha. Sedangkan kapur pertanian diberikan setara dengan 1 Al-dd pada tiap bagian tanah



yang diberikan bahan kapur. Pupuk Urea, KCl, ZA, dan MgO diberikan secara merata pada tanah, sedangkan kapur dan TSP ditempatkan sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan, yaitu:

P0 = perlakuan kontrol tanpa kapur dan TSP

P1 = penempatan kapur secara merata pada seluruh bagian tanah tanpa TSP

P2 = penempatan kapur dan TSP secara merata pada seluruh bagian tanah

P3 = penempatan kapur dan TSP secara merata pada kedalaman 20 cm

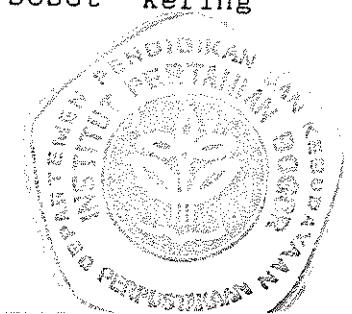
P4 = penempatan kapur secara merata pada kedalaman 20 cm, dengan TSP ditugal pada kedalaman 5 cm

P5 = penempatan kapur dan TSP secara merata pada kedalaman 10 cm

P6 = penempatan kapur secara merata pada kedalaman 10 cm, dengan TSP ditugal pada kedalaman 5 cm.

Setiap perlakuan dipisah menjadi tiga kelompok berdasarkan kadar air tanahnya, masing-masing dengan kadar air 0.6, 0.8, dan 1 kapasitas lapang.

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi kandungan Al-dd dalam tanah, pH tanah, dan perkembangan akar pada setiap kedalaman 10 cm ,serapan P, K, S, Mg dan Na batang dan daun, bobot kering batang, bobot kering daun, luas permukaan daun dan tinggi tanaman.





Hasil Penelitian menunjukkan bahwa penempatan kapur pupuk serta kedalaman tanah berbeda nyata terhadap kandungan Al-dd perkembangan akar; penempatan kapur dan pupuk P berpengaruh nyata terhadap K, Mg, dan Na batang, serta P dan Na daun, bobot kering batang, bobot kering daun, tinggi tanaman dan luas permukaan daun.

Perbedaan kadar air tanah berpengaruh nyata terhadap kandungan Al-dd tanah, kandungan P dan Mg daun, perkembangan akar dalam tanah, berat kering batang, berat kering daun dan tinggi tanaman jagung.

Dari pengamatan yang dilakukan terhadap seluruh parameter, P5 memberikan hasil yang paling baik bagi pertumbuhan tanaman, dan tanaman menampakkan gejala tekanan kekeringan pada kadar air setara dengan 0.6 kapasitas lapang.



PENGARUH CARA PENEMPATAN KAPUR DAN PUPUK P  
TERHADAP EFISIENSI PENYERAPAN HARA, PERTUMBUHAN  
DAN TEKANAN KEKERINGAN AIR TANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*)  
VARIETAS KALINGGA PADA TANAH PODSOLIK MERAH KUNING  
(TYPIK HAPLUDULT) JASINGA

**Skripsi**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian  
Institut pertanian Bogor

oleh

**MUHAMMAD HIKMAT**

**A 24.0256**

JURUSAN TANAH, FAKULTAS PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR

**1992**



Judul

PENGARUH CARA PENEMPATAN KAPUR DAN  
PUPUK P TERHADAP EFISIENSI  
PENYERAPAN HARA, PERTUMBUHAN DAN  
TEKANAN KEKERINGAN AIR TANAMAN  
JAGUNG ( Zea mays L.) VARIETAS  
KALINGGA PADA TANAH PODSOLIK MERAH  
KUNING (TYPIK HAPLUDULT) JASINGA

Nama Mahasiswa : MUHAMMAD HIKMAT

Nomor Pokok : A 24.0256

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Ir. Atang Sutandi

NIP 130 937 427

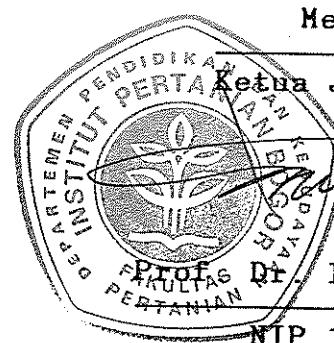
Dosen Pembimbing II

Dra. Ratna Fathan

NIP 080 026 873

Mengetahui

Ketua Jurusan Tanah



Prof Dr Ir. Oetit Koswara

NIP 130 429 228

Tanggal lulus: 18 Mei 1992



## RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Cimahi, Jawa Barat, pada tanggal 10 Januari 1969, sebagai putra ketujuh dari tujuh bersaudara dari keluarga Bapak Soedjana W. dan Ibu Siti Hindasah.

Penulis mengenyam pendidikan dasar di SDN XIII Cimahi pada tahun 1975 sampai 1981. Kemudian masuk ke SMPN I Cimahi sampai tahun 1984, selanjutnya penulis masuk ke SMAN IV Bandung sampai selesai pada tahun 1987.

Pada tahun 1987 penulis diterima di Institut Pertanian Bogor melalui jalur Penelusuran Minat dan Bakat (PMDK), dan masuk ke Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian pada tahun 1988.



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga akhirnya dengan segala keterbatasan ilmu yang dimiliki penulis bisa menyelesaikan karya ilmiah ini dengan lancar.

Karya Ilmiah ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pertanian pada Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian lanjutan dari percobaan yang telah dilakukan sebelumnya mengenai cara penempatan kapur dan pupuk P oleh Staf Kelompok Peneliti Fisiologi, Balai Penelitian Tanaman Pangan, Bogor.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Ir. Atang Sutandi dan Ibu Dra. Ratna Fathan yang telah memberikan segala bimbingan dan arahannya selama penulis melakukan penelitian sampai selesaiya tulisan ini. Juga penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada Bapak Katma, Bapak Djaji, Yuda, Wawang, Eko, Tono, Siswanto dan kawan-kawan yang lain yang tidak mungkin penulis sebutkan satu-persatu, atas bantuannya ketika penulis melakukan penelitian.

Sekalipun telah berusaha sebaik-baiknya, penulis merasa bahwa tulisan ini bukanlah sempurna dan masih sarat dengan kekurangan-kekurangan. Sekalipun demikian, mudah-

mudahan bisa memberikan manfaat mereka yang membaca tulisan ini bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang pertanian.

Bogor, 22 Mei 1992

Penulis





## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
PENDAHULUAN.....	1
Latar Belakang.....	1
Tujuan Penelitian.....	3
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
Karakteristik Tanah Podsolik.....	4
Sifat-sifat Tanah Masam.....	5
Pengaruh Pemberian Kapur terhadap Sifat-Sifat Kimia Tanah.....	8
Perilaku Fosfor dalam Tanah dan Fungsinya Bagi bagi Tanaman.....	11
Penempatan Pupuk P dan Kapur serta Pergerakannya dalam Tanah.....	15
Kebutuhan Air Tanaman.....	16
BAHAN DAN METODE.....	20
Tempat dan Waktu.....	20
Bahan Percobaan.....	20
Pelaksanaan Percobaan.....	21
Pengamatan.....	25
Rancangan Percobaan.....	25
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
Sifat-sifat Tanah Podsolik Merah Kuning (Typik Hapludult) Jasinga.....	29

<b>Perubahan Sifat Kimia Tanah.....</b>	<b>32</b>
<b>Serapan Unsur-unsur Hara oleh Tanaman.....</b>	<b>38</b>
<b>Pertumbuhan Tanaman.....</b>	<b>47</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>64</b>
<b>Kesimpulan.....</b>	<b>64</b>
<b>Saran.....</b>	<b>64</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>68</b>



No. <i>dok mau uk IPB Universi</i>	Teks	Halaman
1.	Hasil Uji Beda Rataan Al-dd dalam Tanah.....	32
2.	Hasil Uji Beda rataan Kandungan Basa-basa pada Batang Tanaman Jagung.....	36
3.	Hasil Uji Beda Rataan Kandungan Basa-basa pada Daun Tanaman Jagung.....	37
4.	Hasil Uji Beda Rataan Bobot Kering Akar untuk Setiap Perlakuan.....	43
5.	Hasil Uji Beda Rataan Bobot Kering Batang dan Daun Tanaman Jagung.....	48
6.	Hasil Uji Beda Rataan Tinggi Tanaman Jagung....	50
7.	Hasil Uji Beda Rataan Luas Permukaan Daun Tanaman Jagung pada Umur 40 Hari.....	54

#### Lampiran

1.	Deskripsi Tanaman Jagung Varietas Kalingga (Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Bogor, 1990).....	62
2.	Data Analisa Pendahuluan Tanah Podsolik Merah Kuning Jasinga.....	64
3.	Kriteria Penilaian Data Analisa Sifat kimia Tanah untuk Penilaian Status Hara.....	65
4.	Kombinasi Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Status Kesuburnya.....	66
5.	Nilai Al-dd dalam Tanah.....	67
6.	Nilai pH Tanah.....	68
7.	Nilai Kandungan Basa-basa pada Batang Tanaman.....	69
8.	Nilai Kandungan Basa-basa pada Daun Tanaman.....	70



9.	Nilai Bobot Kering Akar Tanaman Jagung.....	68
10.	Nilai Bobot kering Batang Tanaman Jagung.....	68
10.	Nilai Bobot kering Daun Tanaman Jagung.....	68
11.	Nilai Tinggi Tanaman Jagung pada Umur 2 Minggu .....	69
13.	Nilai Tinggi Tanaman Jagung pada Umur 3 Minggu .....	70
14.	Nilai Tinggi Tanaman Jagung pada Umur 4 Minggu .....	71
15.	Nilai Tinggi Tanaman Jagung pada Umur 5 Minggu .....	71
16.	Nilai Tinggi Tanaman Jagung pada Umur 6 Minggu .....	72
17.	Nilai Luas Permukaan Daun Tanaman Jagung pada Umur 40 Hari.....	72
18.	Hasil Sidik Ragam Kandungan Al- <sup>dd</sup> dalam Tanah...72	
19.	Hasil Sidik Ragam pH Tanah.....	73
20.	Hasil Sidik Ragam Serapan P pada Jaringan Batang Tanaman Jagung.....	73
21.	Hasil Sidik Ragam Serapan K pada Jaringan Batang Tanaman Jagung.....	73
22.	Hasil Sidik Ragam Serapan S pada Jaringan Batang Tanaman Jagung.....	74
23.	Hasil Sidik Ragam Serapan Mg pada Jaringan Batang Tanaman Jagung.....	74
24.	Hasil Sidik Ragam Serapan Na pada Jaringan Batang Tanaman Jagung.....	74
25.	Hasil Sidik Ragam Serapan P pada Jaringan Daun Tanaman Jagung.....	75

26.	Hasil Sidik Ragam Serapan K pada Jaringan Daun Tanaman Jagung.....	75
27.	Hasil Sidik Ragam Serapan S pada Jaringan Daun Tanaman Jagung.....	75
28.	Hasil Sidik Ragam Serapan Mg pada Jaringan Daun Tanaman.....	76
29.	Hasil Sidik Ragam Serapan Na pada Jaringan Daun Tanaman.....	76
30.	Hasil Sidik Ragam Bobot Kering Akar.....	76
31.	Hasil Uji Beda Nilai Tengah Bobot Kering Akar pada Sisi Kiri dan Sisi Kanan dengan Penempatan Pupuk P ditugal.....	77
32.	Hasil Sidik Ragam Bobot Kering Batang pada Umur 40 Hari.....	77
33.	Hasil Sidik Ragam Bobot Kering Daun pada Umur 40 Hari.....	77
34.	Hasil Sidik Ragam Tinggi Tanaman Jagung pada Umur 2 Minggu.....	78
35.	Hasil Sidik Ragam Tinggi Tanaman Jagung pada Umur 3 Minggu.....	78
36.	Hasil Sidik Ragam Tinggi Tanaman Jagung pada Umur 4 Minggu.....	78
37.	Hasil Sidik Ragam Tinggi Tanaman Jagung pada Umur 5 Minggu.....	79
38.	Hasil Sidik Ragam Tinggi Tanaman Jagung pada Umur 6 Minggu.....	79
39.	Hasil Sidik Ragam Luas Permukaan Daun Tanaman Jagung Pada Umur 40 Hari.....	79



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Perlakuan Penempatan Pupuk P dan Kapur.....	23
2. Deskripsi Perkembangan Akar Tanaman Jagung dengan Berbagai Penempatan Pupuk P dan Kapur.....	47
3. Deskripsi Tinggi Tanaman dengan Berbagai Penempatan Pupuk dan Kapur.....	52



## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Dalam rangka menunjang program pemerintah menuju swasembada jagung, perlu kiranya dikaji kendala-kendala yang menyebabkan rendahnya hasil jagung di Indonesia. Pengapuran dan pemupukan fosfat merupakan salah satu cara untuk memperbaiki pertumbuhan dan hasil tanaman jagung pada tanah masam. Dengan cara penempatan kapur dan pupuk P yang tepat, diharapkan dapat mengatasi hal tersebut.

Fosfor dalam tanah walaupun jumlah totalnya sebanding dengan nitrogen, tetapi jauh lebih sedikit daripada kalium atau magnesium. Salah satu masalah yang terpenting ialah bahwa sebagian fosfor tidak tersedia bagi tanaman, sekali-pun keadaan tanah sangat baik.

Praktek pemupukan yang dilakukan di berbagai daerah menunjukkan masalah ketersediaan fosfor. Pemakaian pupuk fosfat hampir tidak kalah banyaknya dibandingkan dengan pemupukan pupuk nitrogen. Namun demikian, kehilangan fosfor dari tanah yang terangkat tanaman adalah rendah dibandingkan dengan nitrogen atau kalium; dalam kebanyakan hal berkisar antara seperempat hingga sepertiga dari kedua unsur tadi. Keharusan pemakaian dosis yang tinggi dibandingkan dengan jumlah yang terambil tanaman menunjukkan bahwa sebagian besar dari fosfor yang ditambahkan ke dalam tanah menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Karena



fosfor tidak mudah tercuci, masalah ketidakefisienan penggunaan fosfor oleh tanaman sangat menonjol (Soepardi, 1983).

Secara singkat, masalah menyeluruh dari fosfor adalah jumlah fosfor yang sedikit dalam tanah, ketidaktersediaan fosfor yang sudah ada dalam tanah, dan adanya fiksasi fosfor yang menyolok (Soepardi, 1983).

Sumber fosfor di dunia hanya dinikmati oleh beberapa negara saja. Industri pupuk fosfat hanya terdapat di negara-negara industri maju. Bahan bakar tidak selalu dipunyai oleh negara-negara industri tersebut. Interaksi dari ketiga kenyataan ini dapat menimbulkan krisis pupuk. Walaupun jumlah unsur fosfor yang diangkut tanaman sedikit, tetapi karena keefisienan penggunaan fosfor dari pupuk sangat rendah, ditambah dengan kemungkinan krisis pupuk yang selalu mengancam setiap saat, maka pemupukan menjadi amat penting bagi kita. Dalam menghadapi keadaan demikian maka peningkatan ketersediaaan fosfor yang sudah ada dalam tanah dan mengurangi kemungkinan peningkatan fosfor oleh tanah atau mempertinggi kefisienen penggunaan fosfor dari pupuk fosfat merupakan hal-hal yang harus diperhatikan (Soepardi, 1983).

Pengendalian fosfor tanah dapat dilakukan melalui pengapuran dan pemberian bahan organik atau dengan melakukan penempatan pupuk yang tepat (Soepardi, 1983).

Disamping itu faktor lingkungan seperti air dan iklim sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Cekaman (stress) lingkungan seperti air dapat menyebabkan turunnya hasil jagung.

Kendala kekeringan pada tanaman jagung dapat menurunkan hasil sampai 15 persen. Apabila hal ini dapat diatasi, maka produksi jagung dapat meningkat sekitar 20 persen. Hal ini telah dikemukakan oleh Gardner, Blad, Maure dan Watts (1981).

### Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas maka penelitian ini bertujuan untuk mempelajari lebih lanjut pengaruh penempatan pupuk P dan kapur serta cekaman air terhadap pola penyebaran akar, serapan hara, dan pertumbuhan tanaman jagung.



## TINJAUAN PUSTAKA

### Karakteristik Tanah Podsolik

Podsolik merupakan golongan tanah yang telah mengalami perkembangan profil, bertekstur liat, bereaksi masam dan mempunyai kejenuhan basa yang rendah. Untuk Indonesia tanah ini merupakan tanah yang terluas, kurang lebih 60% luas kepulauan Indonesia (Soepraptohardjo, 1961). Dengan demikian jenis tanah ini mempunyai potensi yang besar untuk perluasan pertanian di masa mendatang. Problem utama tanah ini sebagai lahan petanian adalah reaksi tanah masam, kandungan Al yang tinggi, ketersediaan hara rendah, sehingga diperlukan usaha pemupukan, pengapurran, dan pengelolaan tanah yang baik agar tanah menjadi produktif dan tidak rusak (Hardjowigeno, 1985).

Kemasaman yang tinggi merupakan masalah yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, sehingga perlu diusahakan pengapurran yang selanjutnya dilakukan pemupukan yang tinggi, perbaikan dan pengawetan tanah yang intensif (Soepraptohardjo, 1961). Kemasaman yang tinggi mencerminkan pula bahwa tanah ini miskin akan unsur-unsur hara kalsium, magnesium, fosfor, kalium, natrium serta unsur-unsur mikro seperti seng, sulfur dan molibdenium. Sedang dalam proses pembentukannya tanah podsolik berasal dari bahan induk tufa masam, batuan pasir dan sedimen kuarsa dengan mineral liat kaolinit dan gipsisit. Penyebaran tanah



podsolik umumnya pada daerah beriklim sedang dengan curah hujan 2500-3500 mm/th tanpa bulan kering, topografi bergelombang sampai berbukit dan terletak pada ketinggian 50-350 meter di atas permukaan laut (Soepraptohardjo, 1961).

Mineral liat yang mendominasi tanah Podsolik Merah Kuning adalah kaolinit dengan asosiasi beidelit, gibsit, haloysit, integrasi vermiculit (tipe 2:1 sampai tipe 2:2), seskuoksida dan vermiculit (Buol *et. al.*, 1976).

Podsolik Merah Kuning mempunyai sifat dan ciri sebagai berikut: batas hirizon nyata; warna matriks merah hingga kuning; konsistensi teguh hingga gembur, dan semakin ke bawah makin teguh; sering ditemukan konkresi besi dan kerikil kuarsa; agregat berselaput liat; permeabilitas lambat sampai sedang; kepekaaan erosi besar dan mempunyai kandungan unsur hara yang rendah, terutama N, P, K, dan Ca (Soepraptohardjo, 1961).

### Sifat-sifat Tanah Masam

Persoalan utama pada tanah yang bereaksi masam adalah kelarutan ion Al, Fe, Mn serta unsur-unsur mikro lainnya yang cukup tinggi. Selain itu terjadi pula interaksi antara ion Al dengan P, dimana Al akan mengikat P-tanah atau P yang berasal dari pupuk. Jumlah Al-dd dan Al dapat larut dalam tanah dapat menghambat pertumbuhan tanaman.

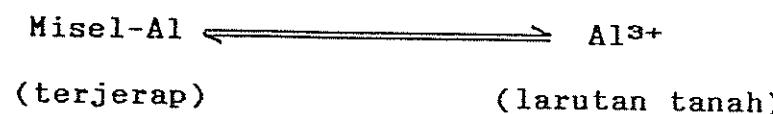
Soepardi (1983) mengatakan bahwa terdapat dua macam kation terjerap, yaitu hidrogen dan alumunium yang merupakan penyebab kemasaman.

Dalam tanah masam, dua kelompok hidrogen kita jumpai dalam larutan tanah dan yang dijerap oleh kompleks koloid. Kedua kelompok ini berada dalam keimbangan dan secara konsekuensi keduanya harus dianggap sebagai faktor yang mengatur nisbah ion hidrogen dan hidroksil dalam larutan tanah.

Untuk mudahnya kadar ion hidrogen dalam larutan tanah kita sebut kemasaman aktif. Ion hidrogen yang dijerap pada kompleks koloid disebut kemasaman cadangan atau dapat dipertukarkan dari tanah. Hal ini dilukiskan oleh persamaan berikut:



Soepardi (1983) mengatakan bahwa alumunium yang terjerap berada dalam keseimbangan dengan Al dalam larutan tanah. Alumunium dalam larutan tanah merupakan penyebab kemasaman karena cenderung berhidrolisis. Kejadian tersebut dapat dilukiskan dengan reaksi-reaksi berikut yang disederhanakan:



Alumunium merupakan sumber kemasaman yang penting, karena ion  $\text{Al}^{3+}$  akan menyumbangkan ion  $\text{H}^+$  ke dalam larutan tanah melalui proses hidrolisa:



(Kamprath, 1983).

Ion Hidrogen yang dibebaskan secara demikian akan memberikan nilai pH rendah bagi larutan tanah dan mungkin merupakan sumber utama ion hidrogen dalam sebagian besar tanah masam.

Coleman dan Thomas (1967) membagi kemasaman tanah dalam kemasaman yang dapat dipertukarkan (exchangeable acidity) dan kemasaman pertukaran (extractable acidity).

Kemasaman yang dapat dipertukarkan adalah kemasaman yang dipertukarkan oleh garam buffer seperti KCl, NaCl dan CaCl<sub>2</sub>. Kemasaman pertukaran adalah kemasaman yang dapat dinetralkan pada pH tertentu, biasanya pada pH 8,2. Untuk tanah-tanah dengan pH 4,2 - 5,2 kemungkinan sumber kemasamannya adalah alumunium hidronium (Jackson, 1963), yang reaksinya dapat dilukiskan sebagai berikut:



Buckman dan Brady (1964) mengatakan bahwa kemasaman tanah terjadi akibat kurangnya kation basa yang dapat dipertukarkan. Jumlah kation-kation demikian menentukan persentase kejenuhan basa dan oleh karena itu secara tidak

langsung menentukan konsentrasi ion H<sup>+</sup> dalam larutan tanah.

## Pengaruh Pemberian Kapur terhadap Sifat-sifat Kimia Tanah

Kalsium dan magnesium merupakan dua kation yang paling cocok untuk mengurangi kemasaman tanah. Mereka adalah murah, dijumpai di alam dalam jumlah banyak (Madiapura, Amir, dan Zulfahmi dalam Soepardi, 1983) dan memberikan efek menguntungkan terhadap sifat fisik tanah. Selanjutnya, bentuk-bentuk karbonat, oksida dan hidroksida dari kedua unsur ini mudah dikuasai dan bereaksi sedang. Di tanah daerah basah, kalsium dan sebagian kecil magnesium, bersama-sama dengan  $H^+$  merupakan kation-kation dominan pada kompleks jerapan. Adalah wajar, bahwa usaha memperbaiki kemasaman tanah tidak lain adalah menambah kalsium atau magnesium guna meningkatkan kadarnya.

Kalsium dan magnesium biasa diberikan dalam bentuk kalsit atau dolomit. Selain menaikkan pH tanah, pemberian bahan kapur juga bisa menambah senyawa-senyawa lain selain Ca dan Mg yang berasal dari bahan tersebut (Tisdale dan Nelson, 1975). Menurut Buckman dan Brady (1964) pengapuran juga akan menaikkan ketersediaan unsur fosfat dan molibdenium. Awan (1964) menunjukkan bahwa pengapuran

membebaskan fosfor dalam bentuk organik dan menambah efisiensi pemberian fosfat. Pengapur yang terlalu banyak dapat menyebabkan tidak tersedianya unsur Mn, B, dan Fe (Kamprath, 1958) dan dapat pula menimbulkan kekurangan kalium bagi tanaman (Truog, Goates dan Gerlaff, 1947). Selanjutnya menurut Kamprath (1958) pemberian kapur yang terlalu banyak menyebabkan penurunan hasil, kerusakan struktur tanah, pengurangan ketersediaan fosfor, boron mangan, dan seng. Sanchez (1967) mengemukakan bahwa dengan pengapur muatan negatif tanah dapat diperbesar, sehingga kemampuan untuk menahan kation-kation dapat diperbesar.

Menurut Mclean (1976) kebutuhan kapur adalah sejumlah kapur atau basa yang dibutuhkan untuk menetralkan kemasaman yang berdisosiasi dan tidak berdisosiasi, dari keadaan masam sampai kurang masam. Sedangkan menurut Adam dan Pearson (1978) jumlah kapur yang diperlukan untuk memperbaiki kesuburan tanah masam tergantung pada produksi yang diinginkan, macam faktor kemasaman, jenis tanah, dan jenis tanaman.

Soepardi (1983) menyatakan bahwa cara yang lebih tepat ialah menentukan berapa banyak Al yang dapat dipertukarkan terdapat dalam tanah. Untuk itu Kamprath (1970 dalam Sanchez, 1976) mengalikan kadar Al yang dapat dipertukarkan dengan 1,5 untuk mendapatkan jumlah kebutuhan



kapur dengan pertimbangan akan terjadi pembebasan ion  $H^+$  dari bahan organik dan ionisasi dari oksida-iksida berair hidrat.

Buckman dan Brady (1964) menerangkan bahwa bila kalsium dan magnesium ditambahkan ke dalam tanah, mereka berada dalam waktu tertentu dalam tanah sebagai kalsium dan kalsium-magnesium karbonat padat, basa dapat dipertukarkan pada kompleks koloid, dan kation yang diasosiasikan dalam larutan tanah, biasanya berasosiasi dengan ion bikarbonat. Kemudian dijelaskan bahwa jerapan kalsium dan magnesium akan menaikkan persentase kejenuhan basa dari kompleks koloid tanah dan pH larutan tanah ikut naik. Dengan naiknya pH tanah, kelarutan Fe dan Al berkurang atau diendapkan dalam bentuk lain (Tisdale dan Nelson, 1975), dengan demikian kandungan fosfor tersedia meningkat.

Magnesium diserap tanaman dalam bentuk  $Mg^+$ . Dalam tanah magnesium dijumpai dalam bentuk segera tersedia, lambat tersedia, dan tidak segera tersedia bagi tanaman. Bentuk magnesium yang segera tersedia bagi tanaman berada dalam bentuk magnesium dapat ditukar atau bentuk larutan tanah, sedangkan bentuk lambat tersedia berada dalam keseimbangan dengan bentuk dapat ditukar. Bentuk tidak tersedia berada dalam bentuk mineral-mineral primer dan sekunder (Tisdale dan Nelson, 1975).



Tisdale *et. al.* (1985) mengatakan bahwa ketersediaan magnesium dipengaruhi oleh jumlah magnesium tersedia, tingkat kejenuhan magnesium, sifat ion lain yang dapat ditukar, tipe liat dan pH tanah. Donahue (1958) menjelaskan bahwa serapan magnesium berhubungan erat dengan serapan fosfor. Magnesium merupakan carrier bagi fosfor, sehingga dengan semakin meningkatnya kandungan magnesium akan meningkatkan efisiensi pemupukan fosfor.

### Perilaku Fosfor dalam Tanah dan Fungsinya bagi Tanaman

Dengan Nitrogen sebagai kekecualian, tidak ada unsur lain yang sekritikal fosfor bagi pertumbuhan tanaman. Kekurangan unsur ini adalah sangat gawat, karena dapat menyebabkan tanaman tidak mampu menyerap unsur lain.

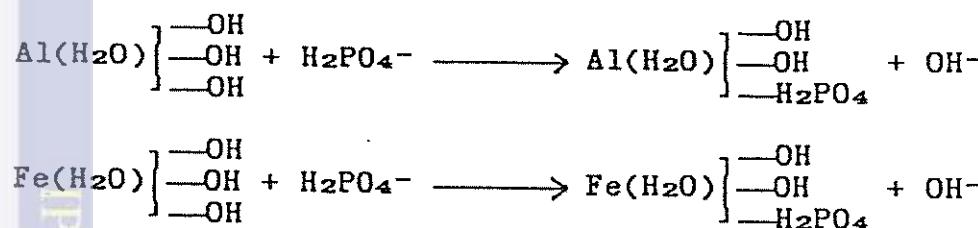
Walaupun sebanding dengan nitrogen, jumlah fosfor tanah jauh lebih sedikit daripada kalium ataupun magnesium. Satu masalah terpenting ialah bahwa sebagian fosfor tidak tersedia bagi tanaman, dan juga bila fosfor larut ditambahkan ke dalam tanah, sebagian daripadanya diikat atau dibuat menjadi tidak tersedia bagi tanaman, sekalipun keadaan tanah sangat baik (Soepardi, 1983).

Didalam tanah fosfor dijumpai dalam bentuk fosfor anorganik dan organik. Keduanya merupakan sumber fosfor penting bagi tanaman. Pada umunya P anorganik maupun P organik hanya sedikit yang dapat larut dalam air (Tisdale



dan Nelson, 1975). Fosfor dalam tanah umumnya berbentuk sebagai  $\text{PO}_4^{3-}$  dan keberadaannya tidak bisa dimasukkan ke dalam kategori cepat tersedia seperti kebanyakan Ca, Mg dan kalium.

Ketidaktersediaan unsur P untuk mendukung pertumbuhan tanaman terutama pada tanah masam, disebabkan oleh tingginya kapasitas jerapan atau fiksasi P (Egawa, 1982). Sebagian besar unsur P yang dipasok melalui pemupukan secara cepat akan bereaksi melalui reaksi presipitasi dan jerapan pada permukaan mineral tanah, sehingga berangsur-angsur menjadi bentuk tidak tersedia bagi tanaman. Oleh karena itu, pemupukan pada tanah masam umumnya mempunyai efisiensi yang rendah (Sanchez, 1976). Cooke (1974) menjelaskan bahwa apabila pupuk fosfat ditambahkan ke dalam tanah, maka pupuk tersebut mungkin mengendap dalam tanah sebagai Ca-P, Fe-P, atau Al-P, tergantung dari sifat kimia tanah tersebut. Mekanisme fiksasi P oleh Al dan Fe, secara sederhana digambarkan oleh Devlin (1969) melalui persamaan reaksi berikut:





Kedua reaksi tersebut menggambarkan bahwa kesetimbangan kimia sangat dipengaruhi oleh perubahan pH di dalam tanah. Pada pH tinggi kemantapan Al dan Fe-hidroksida lebih tinggi daripada Al dan Fe-P, sehingga terjadi pembebasan P. Sedangkan pada pH rendah, Al dan Fe-P lebih mantap sehingga P menjadi tidak tersedia bagi tanaman.

Besarnya fiksasi P oleh permukaan mineral tanah menggambarkan keeratan hubungan antara sifat mineralogik tanah dengan perilaku P selama kontak dengan tanah. Intensitas fiksasi P berdasarkan hubungan tersebut digambarkan oleh Sanchez (1976) menurut deret berikut: oksida amorf (termasuk alofan) - oksida kristalin (gibsit,goetit) - mineral tipe 1:1 - mineral tipe 2:1.

Buckman dan Brady (1964) mengemukakan bahwa untuk mencapai ketersediaan fosfor maksimum, pH harus dipertahankan antara 6.0 sampai 7.0. Dengan demikian, menurut Tisdale dan Nelson (1975) penambahan kapur pada tanah masam akan menyebabkan pengendapan Al dan Fe dalam bentuk lain, dengan demikian menambahkan kandungan P tersedia.

Fosfor diabsorpsi tanaman dalam bentuk ion orthofosfat primer,  $H_2PO_4^-$ , dan sebagian kecil dalam bentuk sekunder,  $HPo_4^{2-}$  (Buckman dan Brady, 1964). Absorpsi kedua ion ini dipengaruhi oleh pH di sekitar perakaran.



Pada tanah-tanah masam, alumunium yang ada mengurangi ketersediaan fosfor bagi tanaman. Al yang diabsorpsi oleh permukaan akan mungkin dapat membentuk endapan fosfat dalam jaringan akar (McCormick dan Barden, 1972).

Dalam tanaman, fosfor berfungsi untuk mempercepat pembungaan dan pembuahan, dan merupakan unsur yang sangat penting dalam proses transfer energi (Mayer dan Anderson, 1952). Selanjutnya Miller (1959) mengatakan bahwa fosfor dibutuhkan dalam pertumbuhan akar, memperbesar luas daun dan memperbaiki kualitas biji.

Kekurangan fosfor dalam tanaman dapat menyebabkan kematangan yang terlambat, perakaran dan perkembangan daun terhambat, jumlah cabang sedikit dan biasanya daun berwarna hijau tua (Miller, 1959; Tisdale dan Nelson, 1975). Cooke (1954) mengatakan bahwa akibat kekurangan fosfat menyebabkan terjadinya penimbunan karbohidrat dalam bagian vegetatif tanaman, dan menyebabkan daun berwarna ungu karena terbentuknya zat anthocyanin.

### Penempatan Pupuk P dan Kapur Serta Pergerakannya dalam Tanah

Satu masalah yang terpenting dari P adalah sebagian fosfor tidak tersedia bagi tanaman dan jika fosfor larut ditambahkan ke dalam tanah sebagian besar akan diikat atau dibuat tidak tersedia bagi tanaman, sekalipun keadaan tanah sangat baik. Retensi yang tinggi dari unsur P ini



menyebabkan konsentrasinya dalam larutan tanah cepat sekali berkurang (Soepardi, 1983).

Jumlah fosfat yang hilang melalui pencucian adalah sangat kecil walaupun drainase terjadi hebat sekali. Pemupukan yang berat dapat menyebabkan pencucian P apabila tingkat konsentrasi P dalam tanah mencapai titik jenuh. Tetapi tanah biasanya mempunyai kemampuan untuk bereaksi dengan P yang larut ini sehingga kelarutannya berkurang (Liewakabessy, 1983).

Pengendalian terhadap ketersediaan fosfor tanah dapat dilakukan melalui pengapuran dan pemberian bahan organik atau penempatan pupuk. Dengan mempertahankan pH tanah di sekitar 6 dan 7, pengikatan fosfor dapat ditekan serendah-rendahnya. Guna menghindari reaksi yang cepat dari pupuk fosfat dengan tanah, biasanya pupuk ditempatkan dalam tempat yang terbatas. Secara ringkas, Soepardi (1983) mengatakan bahwa usaha mempertahankan fosfor tersedia yang cukup dalam tanah dapat dilakukan melalui penambahan pupuk fosfat dan pengendalian fiksasi hingga batas tertentu dalam tanah dari fosfat yang ditambahkan maupun yang sudah ada dalam tanah.

Pengapuran merupakan salah satu cara untuk mempertahankan ketersediaan fosfor. Agar bisa secara cepat bereaksi, kapur biasanya diberikan ke dalam tanah secara diaduk merata.



Menurut Buckman dan Brady (1975) pengapuran akan menaikkan ketersediaan unsur fosfat dan molibdenium. Menurut Awan (1964), pengapuran akan membebaskan fosfor dalam bentuk organik dan menambah efisiensi pemberian fosfat.

Soepardi (1983) mengatakan bahwa dengan waktu, butiran bahan kapur karbonat lambat laun akan hilang dan kompleks koloid kehilangan sebagian basa-basanya. Ini dipengaruhi oleh ion  $H^+$  yang dihasilkan oleh asam karbonat dan asam-asam lainnya. Melalui cara ini "adanya-kapur" tanah, yaitu kalsium dan magnesium karbonat dan kalsium dan magnesium terjerap lambat laun memasuki larutan tanah melalui pertukaran kation, yang kemudian digunakan untuk berbagai keperluan.

### Kebutuhan Air Tanaman

Air merupakan salah satu aspek lingkungan yang paling menentukan dalam pertumbuhan tanaman. Dari seluruh senyawa yang dibutuhkan tanaman, air merupakan senyawa yang dibutuhkan dalam jumlah terbesar (Black, 1979).

Soepardi (1983) menyatakan bahwa tidak semua air tersedia bagi tanaman. Ada tiga pembagian air sementara, yaitu air berlebih, air tersedia yang diinginkan, dan air tidak tersedia.



Air berlebih kurang begitu berguna bagi tanaman karena akan memberikan pengaruh yang tidak menguntungkan bagi tanaman dikarenakan aerasi yang buruk. Tidak saja tanaman kekurangan oksigen, tetapi juga kegiatan bakteri seperti nitrifikasi, penambatan nitrogen dan amonifikasi, banyak terganggu. Selanjutnya perubahan biokimia yang tidak menguntungkan akan dirangsang.

Pengaruh merugikan dari adanya kelebihan air adalah hilangnya unsur hara karena pencucian. Pada tanah bertekstur halus, ini berarti suatu perpindahan hara yang lebih dalam yang kemudian dapat digunakan lagi oleh tanaman. Pada tanah yang bertekstur kasar, senyawa-senyawa unsur hara menghilang dari tanah melalui drainase.

Air tersedia merupakan air yang terdapat antara kapasitas lapang dan koefisien layu permanen. Sedangkan air yang tidak tersedia meliputi air higroskopik, dan sebagian air masih dapat diambil dari dalam tanah, tapi jumlahnya terlalu sedikit untuk menghindari kelayuan.

Banyaknya air yang dapat diserap oleh tanaman sangat ditentukan oleh tersedianya air tanah. Menurut Tisdale dan Nelson (1975), jumlah air yang diserap tanaman kira-kira 75 % dari total air tersedia.

Pertumbuhan tanaman berbanding lurus dengan jumlah air yang tersedia, sampai suatu batas tertentu (Tisdale dan Nelson, 1975). Dijelaskan oleh Prawiranata, Harran,



dan Tjondronegoro (1981), bahwa pentingnya air bagi tanaman disebabkan oleh peranannya yang sangat menentukan bagi kelangsungan proses kehidupan tanaman tersebut. Air merupakan senyawa utama pembentuk protoplasma, sebagai pelarut dan media pengangkutan hara-hara mineral dari tanah ke dalam tubuh tanaman, medium berlangsungnya reaksi-reaksi metabolism, sebagai bahan baku fotosintesa dan menentukan turgiditas sel dan jaringan tanaman, serta mempunyai peranan penting dalam fase pemanjangan dan proses pertumbuhan. Tanaman akan mengalami stres apabila suplai air tidak mencukupi kebutuhannya. Kondisi ini menyebabkan tertekannya pertumbuhan akibat gangguan dalam sistem tanaman.

Intersepsi, aliran masa, dan difusi merupakan mekanisme-mekanisme yang bertanggung jawab terhadap besarnya suplai hara ke permukaan akar tanaman. Berlangsungnya ketiga mekanisme tadi sangat dipengaruhi oleh tersedianya air dalam tanah.

Perakaran tanaman yang tumbuh di bawah kondisi tanah yang lembab akan lebih berkembang, sehingga kontak permukaan dengan sistem tanah akan lebih luas. Dengan demikian akar tanaman akan lebih banyak mengintersepsi hara dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh di bawah kondisi



Ca dan Mg merupakan kasus penting dari serapan hara melalui mekanisme ini.

Dalam hubungannya dengan serapan P tanaman, Sabiham et. al (1983) menyatakan bahwa difusi memegang peranan penting dalam pergerakan P ke permukaan akar. Namun demikian, P hanya sedikit sekali dapat mencapai permukaan akar, karena dijerap kuat oleh tanah. Jarak akar yang dapat dicapai melalui difusi adalah 0.02 cm. Untuk meningkatkan efisiensi serapan P tanah, dapat dilakukan dengan menurunkan kapasitas menyangga tanah, yaitu melalui pengapuruan, peningkatan P tanah dan penempatan pupuk P yang tepat.



## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan Waktu

Penelitian ini merupakan percobaan pot yang dilaksanakan di rumah kaca Kelompok Peneliti Fisiologi, Balai Penelitian Tanaman Pangan, Bogor. Penelitian di rumah kaca dimulai pada minggu ketiga bulan Desember 1990 dan berakhir pada minggu pertama bulan Februari 1991.

Analisa tanah pendahuluan, analisa perubahan sifat kimia tanah serta analisa jaringan tanaman dilakukan di laboratorium Kelompok Peneliti Fisiologi, Balai Penelitian Tanaman Pangan, Bogor.

### Bahan Percobaan

Tanah yang digunakan sebagai media tumbuh tanaman indikator adalah Podsolik Merah Kuning (Typik Hapludult) yang diambil dari Jasinga, Jawa Barat. Tanah ini dimasukkan ke dalam pot-pot percobaan setara dengan 18.23 kg tanah berat kering oven 105° C. Pot-pot yang telah diisi tanah dibagi ke dalam tiga kelompok yang masing-masing dijaga kadar airnya sampai 0.6, 0.8, dan 1.0 kapasitas lapang. Seluruh kelompok tersebut secara berurutan dinautasikan dengan A1, A2, dan A3.

Pupuk yang digunakan sebagai pupuk dasar adalah pupuk Urea, TSP, KCl, ZA, dan MgO, serta ditambah dengan kapur pertanian ( $\text{CaCO}_3$ ). Pupuk Urea, KCl, ZA, dan MgO diaduk



merata dalam semua titik contoh percobaan, sedangkan TSP dan kapur pertanian penempatannya diatur sedemikian rupa sebagai bentuk perlakuan. Dalam penelitian ini digunakan satu perlakuan standar dengan tanpa menggunakan menggunakan pupuk P dan kapur pertanian, serta enam perlakuan penempatan pupuk P dan kapur pertanian. Secara berurutan ketujuh perlakuan tersebut dinotasikan dengan P0, P1, P2, P3, P4, P5, dan P6.

Pupuk Urea, TSP, KC1, ZA dan MgO masing-masing diberikan sebanyak 222 ppm, 111 ppm, 111 ppm, 10 kg/ha, dan 10 kg/ha. Sedangkan kapur pertanian diberikan setara dengan 1 Al-dd pada tiap bagian tanah yang diberi kapur. Untuk P0 tidak diberikan kapur, P1 dan P2 diberi kapur sebanyak 43.557 g/pot, P3 dan P4 sebanyak 21.778 g/pot, serta P5 dan P6 sebanyak 10.889 g/pot.

Dalam penelitian ini sebagai tanaman indikator digunakan tanaman jagung (*Zea mays*) varietas Kalingga.

### Pelaksaan Percobaan

Tanah percobaan yang telah dihaluskan, dikeringudarkan, dan disaring dalam saringan 0.5 cm, dimasukkan ke dalam pot-pot percobaan dengan jumlah setara dengan tanah kering udara 105°. Sejumlah pupuk Urea, KC1, ZA, dan MgO yang telah ditetapkan banyaknya, masing-masing sebanyak 8.89 g/pot, 4.02 g/pot, 0.32 g/pot dan 0.32 g/pot



dimasukkan ke dalam pot-pot berisi tanah percobaan secara merata. Kemudian semua pot tanah diinkubasikan selama satu minggu.

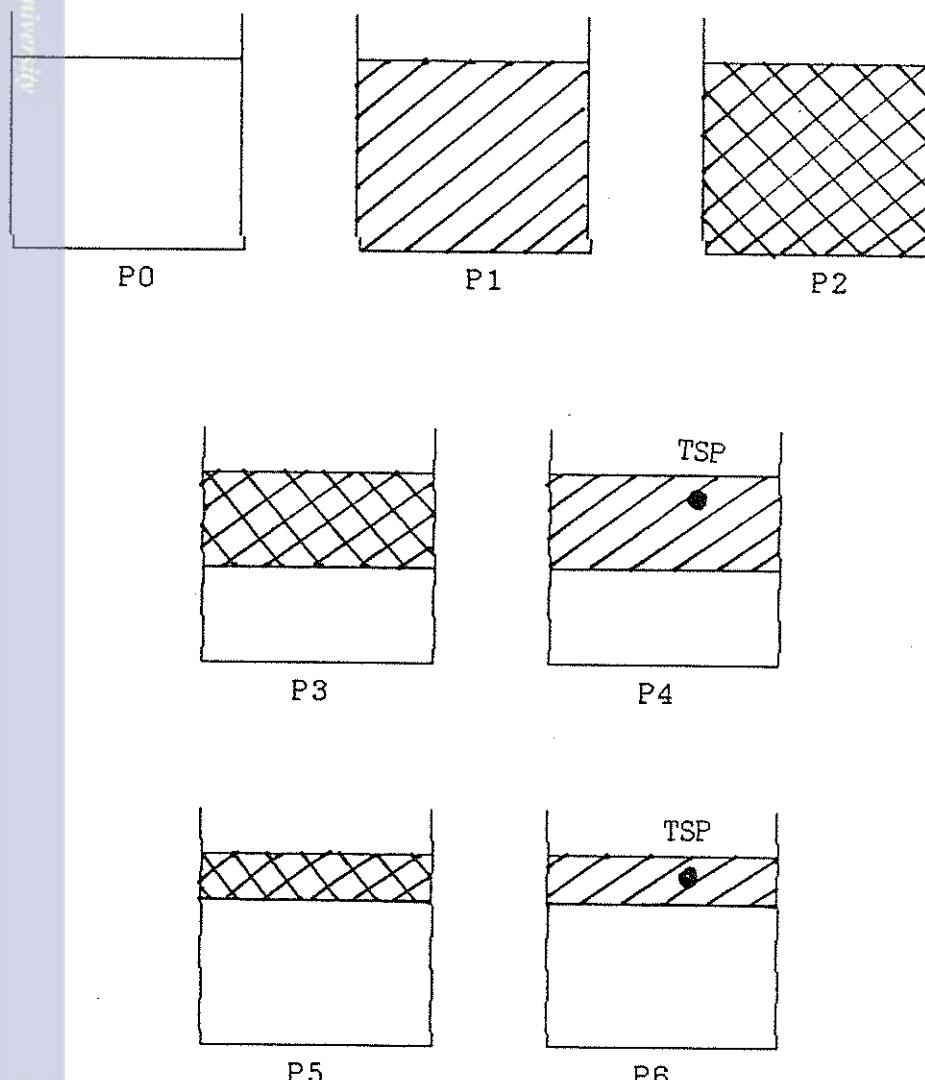
Semua pot yang akan digunakan dalam penelitian ini, dipisahkan ke dalam tiga kelompok. Tiap-tiap kelompok ini akan dijaga kadar airnya sesuai dengan kandungan air yang telah ditetapkan, yaitu setara dengan 0.6, 0.8 dan 1 kadar air kapasitas lapang.

Kedalam pot tanah tersebut diberikan sejumlah pupuk P dan kapur pertanian yang jumlahnya telah ditetapkan, dan cara penempatannya telah diatur sebagai perlakuan pada percobaan ini. Dalam penelitian ini digunakan tujuh macam perlakuan penempatan pupuk P (TSP) dan kapur pertanian pada tiap-tiap kelompok percobaan seperti tergambar pada Gambar 1, dan setiap perlakuan pada tiap kelompok percobaan ini diulang sebanyak tiga kali.

Setelah seminggu pot-pot tanah tersebut diinkubasikan benih jagung ditanam sebanyak tiga biji dalam tiap pot. Selama seminggu setelah benih jagung ditanam dilakukan penjarangan terhadap tanaman jagung yang sudah mulai tumbuh, sehingga tinggal dua tanaman dalam tiap pot. Tanaman tersebut dipelihara sampai mencapai umur 40 hari.

Selama pemeliharaan dilakukan pembersihan gulma-gulma yang tumbuh, dan penyemprotan pestisida bila diperlukan. Setiap hari pot-pot tanah ditimbang dan kemudian disiram

*@Hak cipta milik IPB University*



Gambar 1. Perlakuan Penempatan Kapur dan TSP

## Keterangan

1

= TSP; dosis = 10.117 g/pot

= kapur; dosis = 43.557 g/pot, untuk P1 dan P2  
21.778 g/pot, untuk P3 dan P4  
10.889 g/pot, untuk P5 dan P6

Po

= perlakuan tanpa P dan tanpa kapur

P1

= perlakuan dengan kapur disebar merata, tanpa P

P2

= perlakuan dengan kapur dan P disebar merata

P3

- = perlakuan dengan kapur dan P disebar merata pada kedalaman 20 cm
- = perlakuan dengan kapur disebar merata pada keda-

DE

= laman 20 cm, dengan P ditugal pada kedalaman 5 cm  
= perlakuan dengan kapur dan P disebar merata pada  
kedalaman 10 cm

P6

= perlakuan dengan kapur disebar merata pada kedalaman 10 cm, dengan P ditugal pada kedalaman 5 cm

sampai pot tanah mencapai berat yang telah ditetapkan, yaitu 23.184 untuk A1, 24.912 untuk A2, dan 26.640 untuk A3. Pengamatan terhadap tinggi tanaman dilakukan dalam lima waktu pengukuran.

Pemanenan dilakukan pada tanaman berumur 40 hari. Pada saat pemanenan contoh tanah diambil pada secara komposit dari setiap kedalaman ulangan yang sama pada tiap lapisan 10 cm, yaitu 0 - 10 cm (D1), 10 - 20 cm (D2), 20 - 30 cm (D3), dan 30 - 40 cm (D4).

Dengan bantuan kotak kayu yang dilengkapi dengan besi tusuk, perkembangan akar diamati pada setiap kedalaman 10 cm setelah tanah dalam pot dibersihkan dari akar tersebut.



Semua bagian jaringan tanaman yang terdiri dari akar, batang dan dun tanaman dipisahkan, diambil untuk kemudian dikeringkan dalam oven 63°C. Berat kering masing-masing jaringan tersebut diukur sebagai parameter penelitian. Bagian batang dan daun yang telah dikeringkan digunakan sebagai bahan analisis serapan P, K, S, Mg, dan Na oleh tanaman.

Sedangkan contoh tanah diambil pada tiap kedalaman 10 cm dari setiap pot. Setiap ulangan dicampurkan secara komposit dan kemudian dikeringudarakan. Contoh tanah yang telah siap digunakan sebagai bahan analisis tanah untuk pH dan Al-dd.

### Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah perubahan sifat kimia tanah, yang meliputi Al-dd dan pH tanah. Sedangkan parameter tanaman terdiri dari tinggi tanaman, bobot kering akar, bobot kering daun, bobot kering batang, dan serapan basa-basa P, K, S, Mg, dan Na pada jaringan batang dan daun tanaman, dan luas permukaan daun.

### Rancangan Percobaan

Pengamatan di rumah kaca menggunakan model rancangan acak lengkap faktorial dengan 3 ulangan. Sedangkan mengolah data parameter yang diukur, percobaan ini menggunakan



tiga model rancangan percobaan, masing-masing adalah rancangan acak lengkap faktorial dengan 3 ulangan untuk tinggi tanaman, bobot kering batang, bobot kering daun dan luas permukaan daun, rancangan acak kelompok untuk serapan hara pada batang dan daun tanaman, serta rancangan acak split plot untuk pH, Al-dd dan bobot kering akar tanaman jagung, dengan kedalaman tanah sebagai petak utama dan penempatan kapur dan pupuk P sebagai anak petak. Sedangkan uji beda nilai tengah digunakan untuk melihat perkembangan akar pada pot dengan perlakuan penempatan pupuk P secara ditugal.

Model rancangan pertama yaitu rancangan acak lengkap faktorial dengan tiga ulangan, adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + A_j + (PA)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

$Y_{ijk}$  = nilai pengamatan pada penempatan kapur dan TSP ke-i, kadar air tanah ke-j, dan ulangan ke-k

$\mu$  = nilai tengah pengamatan

$P_i$  = pengaruh penempatan kapur dan TSP ke-i

$A_j$  = pengaruh kadar air tanah ke-j

$(PA)_{ij}$  = pengaruh interaksi penempatan kapur dan TSP ke-i dengan kadar air tanah ke-j

$\epsilon_{ijk}$  = galat pada penempatan kapur dan TSP ke-i, kadar air ke-j dan ulangan ke-k.



Model rancangan yang kedua yaitu rancangan acak kelompok, adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + P_i + A_j + \epsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$  = nilai pengamatan pada penempatan kapur dan TSP ke- $i$  dan kadar air ke- $j$

$\mu$  = nilai tengah pengamatan

$P_i$  = pengaruh penempatan kapur dan TSP ke- $i$

$A_j$  = pengaruh kadar air ke- $j$

$\epsilon_{ij}$  = galat pada penempatan kapur dan TSP ke- $i$  dan kelompok ke- $j$

Model rancangan yang ketiga yaitu rancangan acak split-plot, adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + D_{ij} + (PD)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

$Y_{ijk}$  = nilai pengamatan pada kadar air ke- $i$ , penempatan kapur dan TSP ke- $j$  dan kedalaman ke- $k$

$\mu$  = nilai tengah pengamatan

$A_i$  = pengaruh kadar air ke- $i$

$P_j$  = pengaruh penempatan kapur dan TSP ke- $j$

$D_k$  = pengaruh kedalaman ke- $k$

$(PD)_{ij}$  = pengaruh interaksi penempatan kapur ke- $j$  dan kedalaman ke- $k$

$\epsilon_{ijk}$  = galat pada kadar air ke- $i$ , penempatan kapur dan TSP ke- $j$ , dan kedalaman ke- $k$



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat-sifat Tanah

#### Podsolik Merah Kuning (Typik Hapludult) Jasinga

Tanah merupakan media tumbuh bagi tanaman tanaman yang menyediakan unsur-unsur hara dan air yang dibutuhkan oleh tanaman. Pertumbuhan suatu tanaman sangat tergantung pada ketersediaan hara dalam tanah. Oleh karena itu ketersediaan hara dalam tanah merupakan faktor penentu status kesuburan tanah. Penilaian tingkat kesuburan tanah ini bisa diduga melalui analisa sifat-sifat tanah maupun analisa jaringan tanaman.

Tanah Podsolik merupakan golongan tanah yang telah mengalami pelapukan lanjut, bertekstur liat, bereaksi masam dan mempunyai kejenuhan basa yang rendah. Pada umumnya tanah Podsolik Merah Kuning termasuk dalam tanah yang mempunyai tingkat kesuburan yang rendah.

Berdasarkan hasil analisa pendahuluan (Tabel Lampiran 2), tanah Podsolik Merah Kuning Jasinga mempunyai nilai kapasitas tukar kation yang tinggi ( $25,08 \text{ me}/100 \text{ g}$ ), kejenuhan basa rendah (22,71%), P dan K tersedia yang rendah yaitu masing-masing sebesar 0.149 dan 0.218  $\text{me}/100 \text{ gr}$ , serta C-organik yang tergolong rendah (1.99%). Selain hal di atas, tanah ini mempunyai reaksi yang masam ( $\text{pH H}_2\text{O} 4.96$ ) dan mengandung Al-dd yang tinggi ( $4.3 \text{ me}/100 \text{ g}$ ).



Nilai kapasitas tukar kation pada tanah ini mempunyai nilai yang cukup tinggi (25.1 me/100 g). Hal ini menunjukkan tingginya kemampuan untuk menjerap kation-kation yang ada dalam tanah. Nilai kapasitas tukar kation suatu tanah dipengaruhi oleh kandungan mineral liat, jenis mineral liat dan kandungan bahan organik. Dengan rendahnya kandungan bahan organik, maka tingginya nilai KTK ini diduga sebagai akibat adanya kandungan mineral liat montmorilonit yang cukup tinggi.

Kandungan Al-<sup>3+</sup> yang tinggi dan pH yang rendah menunjukkan tingkat kemasaman tanah yang tinggi. Kondisi tanah seperti ini kurang baik bagi tanaman. Keadaan demikian bisa mengakibatkan keracunan Al pada tanaman serta tidak tersedianya beberapa unsur hara bagi tanaman, terutama unsur P.

Berdasarkan sifat-sifat di atas, dengan merujuk kepada kriteria penentuan beberapa sifat kimia tanah dan status kesuburannya (Staf Peneliti Pusat Penelitian Tanah, 1983), bisa kita simpulkan bahwa tanah Podsolik Merah Kuning yang digunakan dalam percobaan ini mempunyai tingkat kesuburan yang rendah. Untuk menciptakan suatu kondisi yang optimum bagi pertumbuhan tanaman, diperlukan suatu upaya perbaikan untuk merubah sifat-sifat kimia. Tindakan pemupukan yang disertai dengan pemberian kapur menurut Tisdale dan Nelson (1975) dapat memperbaiki sifat



kimia, fisika dan aktivitas biologi tanah. Dengan pengapur dan pemupukan diharapkan sifat-sifat buruk tanah bisa teratas.

Pemberian pupuk yang berlebihan akan berakibat buruk bagi tanaman karena terlalu banyak unsur hara yang terserap serta tidak tersedianya beberapa unsur hara yang lain sebagai akibat interaksi dengan unsur hara tersebut. Di samping akibat fisiologis, pemupukan yang berlebihan secara ekonomis tidak menguntungkan. Oleh karena itu perlu diterapkan suatu cara penggunaan pupuk secara tepat dan efisien. Salah satu alternatifnya adalah dengan melakukan penempatan pupuk secara efektif.

Menurut Tisdale dan Nelson (1975), penempatan pupuk merupakan hal yang penting di dalam penggunaan pupuk secara efisien dalam hubungannya dengan tanaman. Penempatan pupuk adalah penting untuk sekurang-kurangnya 3 alasan:

1. Penggunaan secara efisien zat-zat hara yang diberikan, sejak tanaman muncul hingga dewasa.
2. Mencegah kerusakan oleh garam-garam yang ada di dalam tanah pada saat benih ditanam.
3. Mempermudah penggunaan zat-zat hara oleh tanaman selama pertumbuhan.



### Perubahan Sifat Kimia Tanah

Kondisi tanah yang baik merupakan salah satu syarat pokok bagi pertumbuhan tanaman yang baik. Adanya pH optimum bagi tanaman merupakan hal penting untuk menjamin tersedianya hara-hara bagi tanaman serta terkendalinya unsur-unsur yang beracun. Langkah pengapuran dan pemberian pupuk dengan penempatan tertentu merupakan salah satu upaya mengarahkan tanah ke dalam kondisi yang optimum bagi pertumbuhan tanaman dengan efisiensi yang tinggi.

Hasil sidik ragam Al-tersedia disajikan pada Tabel Lampiran 18. Berdasarkan hasil sidik ragam, diperoleh hasil bahwa penempatan pupuk P dan kapur berpengaruh nyata kandungan Al-tersedia. Selain penempatan pupuk P dan kapur serta kedalaman secara sangat nyata mempengaruhi kandungan Al-dd pada tiap pot tanah, demikian pula interaksi antara penempatan kapur dan pupuk P dengan kedalaman tanah.

Hasil uji beda rataan terhadap kandungan Al-dd tanah pada tiap pot perlakuan dengan taraf 1% menunjukkan bahwa P0 mempunyai kandungan yang tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. P1 berbeda nyata dengan P2 dan P6, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. P2 mempunyai nilai terendah dan berbeda nyata dengan semua perlakuan, dan P3 berbeda secara nyata



Tabel 1. Hasil Uji Beda Rataan Al-dd dalam Tanah

Cara Penempatan	Kedalaman				rata <sup>2</sup>
	D1	D2	D3	D4	
-----me/100 g-----					
P0	1.12	1.18	1.27	1.12	1.17
P1	0.73	0.72	0.66	0.79	0.72
P2	0.43	0.47	0.44	0.39	0.43
P3	0.39	0.51	0.76	0.72	0.60
P4	0.73	0.59	1.04	1.00	0.84
P5	0.51	0.96	1.03	0.93	0.86
P6	0.70	0.97	1.04	0.97	0.92
rata <sup>2</sup>	0.66	0.77	0.89	0.85	

$$\text{BNTo}_{.05} (\text{D}) = 0.334 \quad \text{BNTo}_{.01} (\text{D}) = 0.814$$

$$\text{BNTo}_{.05} = 0.227 \quad \text{BNTo}_{.01} = 0.393$$

dengan semua perlakuan kecuali dengan P1. Sedangkan di antara P4, P5 dan P6 tidak saling berbeda nyata. Data hasil uji beda rataan ini tersaji pada Tabel 1.

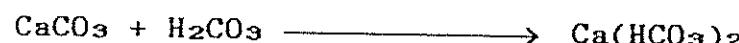
Berdasarkan hasil uji beda rataan, penempatan kapur dan pupuk P secara jelas menurunkan ketersediaan alumunium aktif dalam tanah. Rendahnya Al-dd ini merupakan efek dari pemberian kapur ke dalam tanah. Kapur pertanian ( $\text{CaCO}_3$ ) merupakan bahan yang mengandung unsur Ca yang bisa meningkatkan pH tanah dan menekan Al-tersedia.

Bahan kapur yang diberikan ke dalam tanah akan berubah menjadi bentuk bikarbonat. Hal ini disebabkan tekanan parsial karbon dioksida, yang biasanya mempunyai jumlah beberapa ratus kali lebih besar dari kadar dalam atmosfer yang cukup kuat untuk menghalangi terbentuknya hidroksida

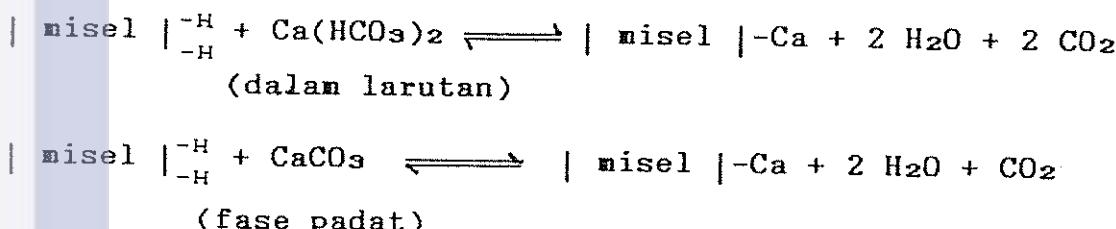




atau karbonat (Soepardi, 1983). Reaksi perubahan senyawa kimia kapur tersebut mengikuti reaksi sebagai berikut:



Koloid dalam tanah secara terus-menerus akan mengganggu reaksi keseimbangan dengan menyerap ion kalsium. Ion-ion tersebut diambil dari larutan tanah atau langsung dari fase padat bila sangat dekat berhubungan dengannya. Jerapan kalsium oleh koloid tanah dapat digambarkan sebagai berikut:



Di dalam tanah, unsur Ca juga akan mendorong terjadinya reaksi hidrolisa Al dan pembebasan H<sup>+</sup> dari kompleks jerapan ke dalam larutan tanah. Akibatnya, konsentrasi dan aktivitas Al-dd dan Al-larutan akan berkurang karena endapan hidroksida Al melalui reaksi berikut:



Hasil sidik ragam pH tanah disajikan pada Tabel Lampiran 19. Berdasarkan hasil sidik ragam ditunjukkan bahwa penempatan kapur dan pupuk P serta kedalaman tanah



dan interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah. Hal ini terjadi karena setelah pemberian kapur, lambat laun tanah akan kembali menuju kondisi masam yang diakibatkan tanah oleh terbentuknya ion  $H^+$  yang berasal dari hasil protonasi hidroksil yang terdapat dalam patahan-patahan kristal mineral liat. Hal inilah yang menyebabkan pH tanah menjadi rendah kembali.

Sekalipun demikian pH tanah memperlihatkan kecenderungan menurun dengan semakin tingginya tingkat kedalaman terjadi karena pada bagian yang lebih atas secara keseluruhan menerima jumlah kapur yang lebih banyak. Dengan demikian penekanan aktivitas ion  $H^+$  pada lapisan tersebut berjalan lebih efektif dibandingkan dengan lapisan yang ada di bawahnya dan menjadikan nilai pH-nya lebih tinggi.

Dalam penelitian ini, adanya perbedaan kadar air tanah tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah.

#### Serapan Unsur-Unsur Hara oleh Tanaman

Tubuh tanaman tersusun dari struktur multiseluler senyawa-senyawa organik dan air. Air merupakan bagian terbesar dari bobot tanaman. Lebih dari 75 % dari jaringan tanaman terdiri dari air. Jenis senyawa organik yang umum terdapat dalam jaringan tanaman adalah asam amino, protein, lipid, karbohidrat dan nukleotida. Senya-



wa-senyawa ini terbentuk melalui proses asimilasi dari unsur-unsur penyusunnya yang diperoleh baik dari dalam tanah maupun dari udara.

Unsur-unsur hara merupakan bahan pembentuk jaringan tubuh tanaman yang sebagian besar diperoleh dari dalam tanah. Dengan demikian ketersediaan unsur-unsur hara merupakan merupakan hal sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Kesuburan tanah merupakan faktor yang bertanggung jawab untuk mensuplai kebutuhan hara tanaman. Banyaknya hara yang terjerap oleh tanaman tergantung pada sifat-sifat kimia, fisika, dan aktivitas biologi tanah. Kombinasi dari sifat-sifat di atas akan memberikan sifat kesuburan tertentu dan menentukan status ketersediaan hara. Selain sifat tanah, kondisi tanaman juga menentukan tingkat kebutuhan hara suatu tanaman. Kekurangan salah satu unsur dari unsur-unsur hara yang dibutuhkan tanaman akan menghambat dan menjadi faktor pembatas dalam pertumbuhan tanaman.

Hasil sidik ragam kandungan hara P, K, S, Mg, dan Na pada jaringan batang tanaman disajikan masing-masing pada Tabel Lampiran 20, 21, 22, 23, dan 24. Sedangkan pada daun, hasil sidik ragamnya disajikan dalam Tabel Lampiran 25, 26, 27, 28, dan 29.



Berdasarkan hasil sidik ragam, penempatan pupuk P dan kapur berpengaruh sangat nyata terhadap K dan Na batang, berpengaruh secara nyata terhadap kandungan Mg dan tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan P dan S batang. Penempatan pupuk P dan kapur tidak berpengaruh terhadap kandungan Na, S, dan K daun; dan berpengaruh sangat nyata terhadap kandungan P dan Mg daun.

Adanya pengelompokan pada tiap-tiap perlakuan berdasarkan kadar air tidak berpengaruh nyata pada serapan semua hara yang diamati pada batang tanaman, dan hanya berpengaruh sangat nyata pada serapan P dan Mg oleh daun.

Tabel 2. Hasil Uji Beda Rataan Kandungan Hara pada Batang Tanaman.

Perlakuan	P	K	S	Mg	Na
-----(%-----)					
A1	0.261	1.364	0.178	0.102	0.067
A2	0.283	1.440	0.164	0.108	0.069
A3	0.268	1.249	0.204	0.119	0.063
-----(**)-----					
P0	0.187b	1.672a	0.168	0.123	0.104
P1	0.164b	1.577a	0.208	0.127	0.073
P2	0.156b	1.474ab	0.254	0.121	0.060
P3	0.337ab	1.410ab	0.212	0.110	0.057
P4	0.158b	1.145b	0.172	0.097	0.065
P5	0.557a	1.102b	0.134	0.101	0.054
P6	0.335ab	1.078b	0.125	0.090	0.051g

\*) Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%

\*\*) Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji 1%



Hasil uji beda rataan untuk kandungan P pada daun tanaman pada taraf 1% menunjukkan bahwa P0 dan P1 berbeda nyata dengan P2, P3, P4, P5 dan P6. P2, P3, dan P5 berbeda secara nyata dengan P4 dan P6. Sedangkan di antara P0 dengan P1, P2, P3, dan P5; dan di antara P4 dengan P6, kandungan P daunnya tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Tabel 3. Hasil Uji Beda Rataan Kandungan Hara dalam Daun Tanaman Jagung

Perlakuan	P	K	S	Mg	Na
-----(%-----					
A1	0.371b	1.067	0.199	0.069c	0.057
A2	0.515a	1.040	0.190	0.081	0.055
A3	0.559a	1.135	0.249	0.088	0.054c
-----(%-----					
P0	0.241cd	1.034	0.225	0.075	0.057
P1	0.225d	1.090	0.241	0.094	0.059
P2	0.749a	1.127	0.232	0.081	0.057
P3	0.616ab	1.042	0.199	0.065g	0.055
P4	0.407cd	1.013	0.142	0.078	0.055
P5	0.704a	1.269	0.226	0.079	0.054
P6	0.431bc	0.990	0.222	0.082	0.049g

\*) Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%

\*\*) Angka yang diikuti huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 1%

Hasil uji beda rataan terhadap kandungan K pada batang tanaman menunjukkan bahwa P0, P1 dan P2 berbeda secara nyata dengan P4, P5, dan P6, tetapi tidak berbeda nyata dengan P3. Kandungan K pada P3 berbeda nyata dengan

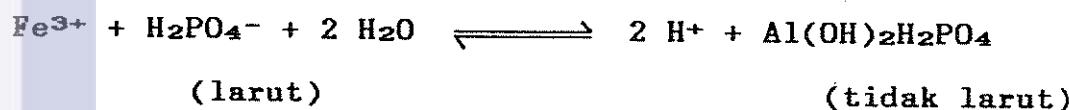


P5 dan P6, dan tidak berbeda nyata dengan P4. Sedangkan kandungan K di antara P0, P1 dan P2; dan di antara P5 dan P6 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Kandungan Mg daun pada P3 berbeda secara nyata dengan kandungan Mg pada P0, P1, P2, P4, P5, dan P6; sedangkan di antara P0, P1, P2, P4, P5 dan P6 tidak saling berbeda nyata. Kandungan Mg pada batang tanaman untuk P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 berbeda nyata terhadap P6, sedangkan di antara P0, P1, P2, P3, P4 dan P5 satu sama lain tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

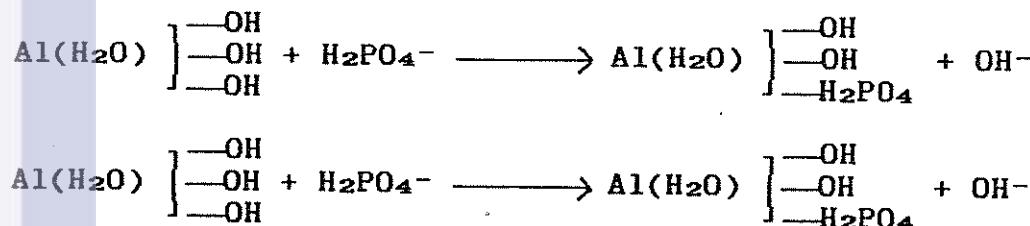
Untuk kandungan Na pada batang tanaman, berdasarkan uji beda rataan pada taraf 1% menunjukkan bahwa semua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata, kecuali terhadap P6. Semua data rataan dari serapan basa-basa oleh batang dan daun tanaman tersaji dalam Tabel 3 dan 4.

Tanah Podsolik adalah tanah yang bereaksi masam, mempunyai kandungan Al- $^{3+}$  yang tinggi, dan ketersediaan unsur haranya rendah, terutama unsur P. Ketidaktersediaan unsur P ini disebabkan oleh tingginya kapasitas jerapan atau fiksasi P. Adanya pengapuran dan penempatan pupuk P secara umum memberikan efek yang baik terhadap penyerapan hara oleh tanaman. Penambahan kapur ke dalam tanah akan meningkatkan pH tanah dan mengurangi Al- $^{3+}$ . Hal ini sangat menguntungkan bagi ketersediaan unsur-unsur hara bagi tanaman, terutama unsur P. Tanpa pengapuran, seba-

gian unsur P yang diberikan ke dalam tanah secara cepat akan bereaksi melalui reaksi presipitasi dan jerapan pada permukaan mineral tanah, sehingga berangsur-angsur menjadi bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman. Pupuk P yang ditambahkan akan diendapkan ke dalam tanah sebagai Al atau Fe-P (Cooke, 1924). Fosfor tanah diendapkan oleh Al dan Fe menurut reaksi berikut:

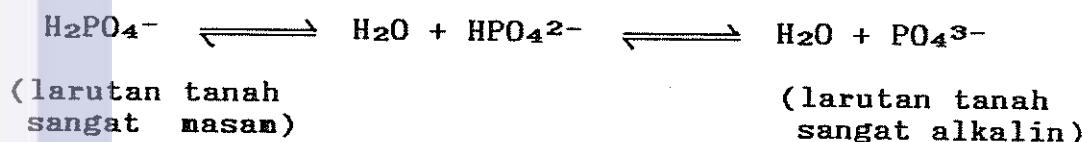


Sedangkan pengikatan oleh hidroksida mineral liat tanah mengikuti reaksi berikut:



Dengan adanya pengapuran, pH tanah meningkat dan P akan dibebaskan ke dalam bentuk yang tersedia oleh tanaman. Pada pH yang tinggi, kemantapan Al dan Fe-hidrok sida lebih tinggi daripada Al dan Fe-P, sehingga terjadi pembebasan P sehingga tersedia bagi tanaman.

Fosfor diserap tanaman dalam bentuk ion orthofosfat primer  $H_2PO_4^-$ , dan sebagian kecil dalam bentuk sekunder,  $HPO_4^{2-}$ . Absorpsi kedua ion ini dipengaruhi oleh pH tanah di sekitar perakaran. Pada tanah yang sangat masam P diserap dalam bentuk ion  $H_2PO_4^-$ . Bila pH dinaikkan, mula-mula ion  $HPO_4^{2-}$ , dan akhirnya  $PO_4^{3-}$  dominan. Keadaan ini diperlihatkan melalui persamaan reaksi berikut:



Dalam percobaan ini , P5 mempunyai kandungan paling tinggi pada batang tanaman. Pada daun kandungan P pada P5 juga mempunyai nilai yang tinggi bersama-sama dengan P3. Kandungan yang tinggi pada P5 dimungkinkan karena terse- dianya sejumlah P yang ditambahkan ke dalam tanah yang disertai dengan pengapuran pada kedalaman yang sama. Adanya kandungan P yang tinggi akan merangsang perkem- bangaan akar lebih baik. Hal ini menjadikan efisiensi penyerapan P oleh tanaman pada lapisan tersebut semakin meningkat.

Pengelompokan tiap-tiap perlakuan berdasarkan kadar air dalam tanah secara nyata mempengaruhi kandungan P daun. Berdasarkan uji beda rataan dengan taraf 1%, A1 lebih rendah dan berbeda nyata dengan A2 dan A3. Sedangkan di antara A2 dan A3 tidak saling berbeda nyata.



Fosfor dalam tanah merupakan unsur yang immobil. P sedikit sekali bergerak mendekati permukaan akar, karena P diikat secara kuat oleh tanah. Dalam hubungannya dengan serapan P, difusi memegang peranan penting dalam pergerakan P ke permukaan akar. Penambahan air ke dalam tanah memegang peranan penting untuk meningkatkan efisiensi serapan P tanah. Adanya penambahan air akan menurunkan kesukaran lintasan difusi P.

Selain terhadap P, penempatan pupuk P dan kapur pada tanah juga menpengaruhi serapan K, Mg dan Na pada batang, serta Mg pada jaringan daun. Penempatan kapur dan pupuk P menurunkan kandungan K, Mg dan Na tanaman, dan menurunkan kandungan Mg daun. Turunnya kandungan K, Mg dan Na batang serta Mg daun merupakan akibat dari persaingan hara-hara tersebut dengan Ca dalam tanah. Adanya pengapuran dalam tanah menyebabkan Ca mendominasi tanah sehingga serapan K, Mg dan Na menjadi menurun.

Dari data rataan kandungan Mg dalam batang dan daun, diketahui bahwa penempatan pupuk P dan kapur meningkatkan kandungan Mg. Baik pada batang maupun pada daun, P1 menunjukkan kandungan K tertinggi, dimana seluruh bagian tanah pada pot perlakuan mendapatkan pengapuran secara merata. Secara keseluruhan adanya penempatan pupuk P dan kapur pada tanah mengakibatkan menurunnya kadar Mg batang dan meningkatkan kadar Mg daun.



### Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan suatu tanaman menggambarkan respon tanaman tersebut terhadap perubahan kondisi lingkungan di sekitar tanaman tumbuh, yang mencakup kondisi tanah dan keadaan udara, selain dipengaruhi oleh sifat genetik tanaman itu sendiri.

Pertumbuhan tanaman berkaitan erat dengan kesuburan tanah serta ketersediaan unsur hara pada tanah tersebut. Dalam pertumbuhan, berlaku prinsip keseimbangan di antara unsur-unsur hara yang diserap oleh tanaman. Kekurangan salah satu hara yang dibutuhkan akan membatasi efek yang baik dari unsur-unsur hara lainnya bagi pertumbuhan tanaman.

Akar merupakan bagian dari tubuh tanaman yang berfungsi menyerap unsur-unsur hara dan air dari tanah. Dengan demikian perkembangan akar merupakan hal yang mutlak dalam hubungannya dengan pertumbuhan tanaman. Selain sifat genetik tanaman, perkembangan akar sangat dipengaruhi sifat-sifat tanah, yang mencakup sifat kimia, fisika dan biologi tanah. Pemberian kapur dan penempatan pupuk P diharapkan bisa memperbaiki sifat tanah dan memberikan efek yang baik bagi perkembangan akar dalam tanah.



Hasil Sidik ragam bobot kering akar disajikan pada tabel lampiran 26. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penempatan pupuk P dan kapur pada tanah berpengaruh sangat nyata terhadap perkembangan akar tanaman pada tiap-tiap pot perlakuan, penyebaran akar berdasarkan kedalaman tanah maupun interaksi antara tiap perlakuan dengan penyebarannya dalam tiap lapisan tanah. Pengelompokan pada tiap pot-pot perlakuan berdasarkan kandungan airnya berpengaruh sangat nyata terhadap perkembangan akar.

Tabel 4. Hasil Uji Beda Rataan Bobot Kering Akar untuk Setiap Perlakuan.

Cara Penempatan	Kedalaman				
	D1	D2	D3	D3	rata <sup>2</sup>
-----g-----					
P0	0.50	0.34	0.15	0.08	0.27
P1	0.54	0.27	0.19	0.11	0.28
P2	3.82	1.52	0.94	0.52	1.70
P3	3.25	1.57	1.07	0.59	1.62
P4	3.75	2.39	1.28	0.65	2.02
P5	4.18	1.57	0.83	0.65	1.81
P6	5.52	2.07	1.85	1.03	2.62
rata <sup>2</sup>	3.08a	1.389	0.901	0.519	
BNTo.05 (D)	= 1.672				BNTo.01 (D) = 1.672
BNTo.05	= 1.266				BNTo.01 = 2.200

Berdasarkan hasil uji beda rataan bobot kering akar pada Tabel 4, pemberian pupuk P dan kapur meningkatkan bobot kering akar. Ini menunjukkan tingkat perkembangan akar yang lebih tinggi. Perkembangan akar pada P6 dengan



pemberian kapur secara merata pada 10 cm lapisan tanah teratas dan penempatan pupuk P secara ditugal berjalan lebih aktif dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perkembangan akar pada P6 secara nyata berbeda dari yang lainnya. P0 dan P1 tidak saling berbeda nyata, tetapi keduanya berbeda secara nyata dengan P2, P3, P4, P5 dan P6. P2 dan P3 tidak saling berbeda nyata, dan keduanya berbeda terhadap P6. Sedangkan di antara P2, P3, P4, dan P5; serta antara P4, P5 dan P6 tidak saling berbeda nyata.

Tanah Podsolik Merah Kuning merupakan tanah masam yang miskin dengan unsur hara. Dalam kondisi demikian, P berada dalam bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman karena diikat oleh Al dan Fe, sehingga perkembangan akar tanaman jagung dalam tanah akan terhambat.

Pemberian kapur akan menurunkan kemasaman tanah dengan meningkatnya pH. Mobilitas Al-<sup>3+</sup> bisa ditekan dan P yang terikat akan dilepaskan dari bentuk Al-P dan Fe-P menjadi bentuk P-tersedia. Jumlah P-tersedia semakin meningkat dengan adanya pemupukan P. Hal ini akan memudahkan akar tanaman jagung untuk menyerap P dari dalam tanah dan akan merangsang perkembangan akar. Menurut Tisdale dan Nelson (1975), adanya P-tersedia di dalam tanah akan merangsang perkembangan akar dalam tanah.

Perakaran tanaman yang tumbuh di bawah kondisi tanah yang lembab akan lebih berkembang sehingga kontak antara



permukaan akar dengan sistem tanah akan lebih luas. Dengan demikian pemukaan akar akan lebih banyak mengintersepsi hara dibandingkan dengan akar yang tumbuh di bawah kondisi tanah kering. Berdasarkan data rataan bobot kering akar, adanya kandungan air yang tinggi sampai batas tertentu akan menyebabkan perkembangan akar tanaman semakin berkembang.

Selain pengaruh langsung dari adanya P tersedia, kemasaman tanah merupakan faktor yang mempengaruhi perkembangan akar dalam tanah. Dari hasil uji beda rataan, tampak sebaran akar lebih tinggi pada lapisan yang paling atas. Penyebaran akar semakin menurun dengan bertambah dalamnya lapisan tanah.

Dengan cara penempatan kapur yang dilakukan, rata-rata jumlah kapur yang diberikan lebih besar pada lapisan paling atas. Dengan demikian kondisi rata-rata tanah lapisan atas lebih baik dibandingkan dengan lapisan di bawahnya, sehingga mampu menyangga kemasaman tanah dengan lebih baik. Dengan kondisi demikian, perkembangan akar tanaman menjadi semakin aktif.

Dari keseluruhan data rataan yang terlihat, tampak cara pemberian kapur secara merata pada 10 cm lapisan teratas dan penempatan pupuk P secara ditugal sejauh 5 cm dari tempat benih (P6) memberikan pengaruh yang paling baik bagi perkembangan akar tanaman jagung.



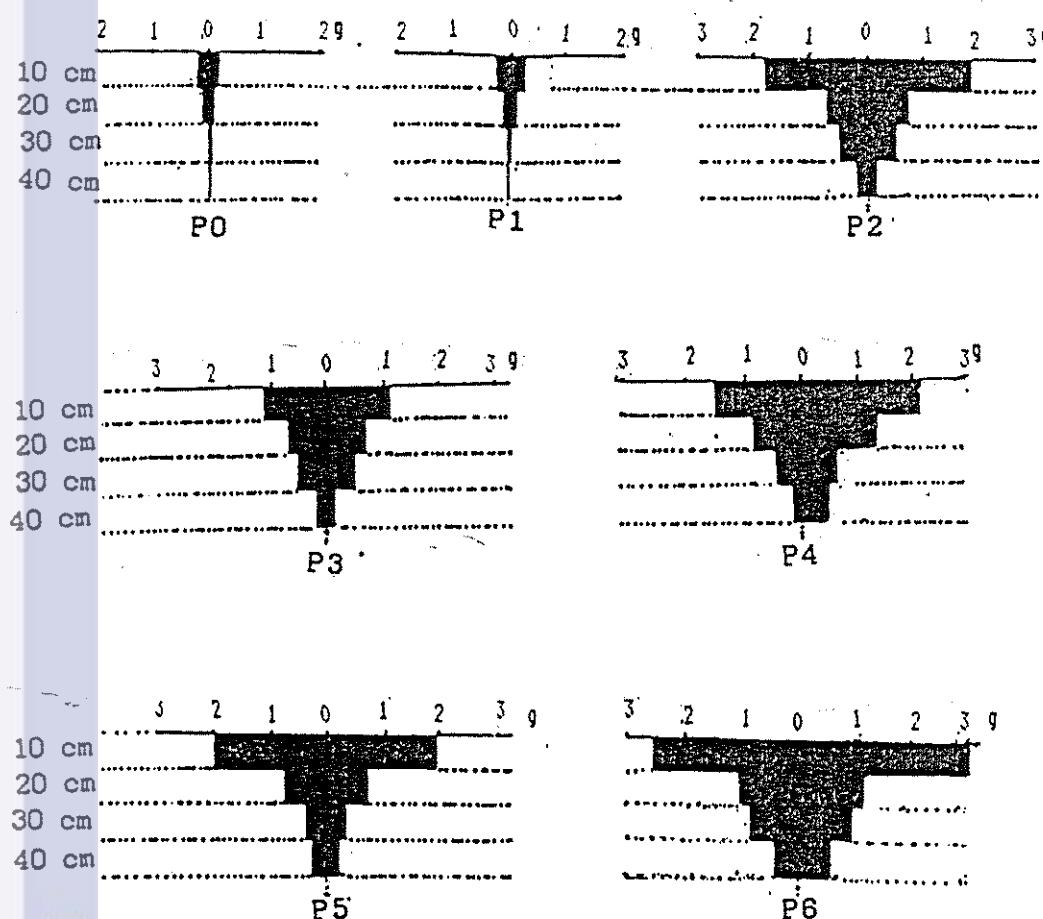
Hasil uji beda nilai tengah bobot kering akar untuk P4 dan P6 disajikan pada Tabel Lampiran 27. Berdasarkan hasil uji beda nilai tengah terhadap dua penempatan kapur dan pupuk P secara ditugal, yaitu P4 dan P6, perkembangan akar pada bagian tanah yang diberikan pupuk P secara ditugal secara sangat nyata menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan perkembangan akar pada tanah yang tidak diberikan kapur. Hal ini dimungkinkan karena sifat pupuk P merangsang perkembangan akar.

Sebagaimana akar tanaman, penempatan pupuk P dan kapur secara umum memberikan pengaruh yang baik bagi perkembangan tajuk tanaman. Selama masa pertumbuhan vegetatif, jaringan tajuk yang terbentuk meliputi jaringan batang dan daun. Jaringan batang terdiri dari organ-organ yang berfungsi sebagai pelaksana sistem transportasi makanan dari bagian akar kebagian atas tanaman maupun sebaliknya. Sedangkan daun berfungsi sebagai tempat asimilasi makanan dengan bantuan cahaya matahari. Kedua jenis jaringan di atas tumbuh dengan baik pada masa awal pertumbuhan, sebelum terbentuknya organ-organ reproduktif.

Berdasarkan uji statistik, penempatan pupuk P dan kapur secara sangat nyata mempengaruhi bobot kering batang dan daun tanaman. Adanya perbedaan kadar air pada tiap-tiap pot juga mempengaruhi bobot kering batang dan daun secara sangat nyata.



Dari data rataan bobot kering batang dan daun tanaman pada Tabel 5, diketahui bahwa penempatan pupuk P dan kapur pada tanah meningkatkan bobot kering batang dan daun. Hal ini menunjukkan kondisi awal tanah Podsolik Merah Kuning Jasinga sebelum mendapatkan perlakuan adalah sangat buruk dan menekan pertumbuhan tanaman. Pada kondisi semacam ini P menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan tanaman.



Gambar 2. Deskripsi Perkembangan Akar Tanaman Jagung dengan Berbagai Penempatan Pupuk P dan Kapur



Adanya perbedaan tiap-tiap perlakuan berdasarkan kadar air tanah berpengaruh sangat nyata terhadap bobot kering batang dan daun. Berdasarkan uji beda rataan, bobot

Tabel 5. Hasil Uji Beda Rataan Bobot Kering Batang dan Daun Tanaman Jagung.

Perlakuan	Bobot Kering Batang	Bobot Kering Daun
-----g-----		
K1	2.44b	5.24b
K2	5.25ab	11.27a
K3	7.22a	13.26a
P0	0.35b	1.06c
P1	0.55b	1.59bc
P2	7.40a	15.51a
P3	4.67ab	9.93ab
P4	7.52a	13.31a
P5	6.71a	14.65a
P6	7.60a	13.41a

\*) Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5%

\*\*) Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 1%

kering batang dan bobot kering daun semakin meningkat dengan semakin tingginya kandungan air tanah. Pada batang, A1 mempunyai nilai yang paling rendah dan berbeda nyata dengan A2 dan A3. Sedangkan di antara A2 dan A3 tidak saling berbeda nyata. Pada daun, A1 mempunyai nilai terendah dan berbeda nyata dengan A2 dan A3. Sedangkan di antara A2 dan A3 tidak saling berbeda nyata.

Prawiranata, Harran dan Tjondronegoro (1981) menjelaskan bahwa air penting bagi tanaman sebagai senyawa utama pembentuk protoplasma, sebagai pelarut dan media pengangkutan hara-hara mineral dari tanah ke dalam tubuh tanaman, medium berlangsungnya reaksi-reaksi metabolism, sebagai bahan baku fotosintesa dan menentukan turgiditas sel dan jaringan tanaman, serta mempunyai peranan penting dalam fase pemanjangan dan proses pertumbuhan. Dengan semakin berfungsinya air bagi tanaman, karena semakin tersedianya air, maka pertumbuhan tanaman semakin meningkat dan berat kering tanaman akan semakin meningkat pula.

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap minggu, dimulai sejak tanaman berumur 2 minggu sampai tanaman berumur 40 hari. Data hasil sidik ragam dari tinggi tanaman dari minggu ke-2 sampai dengan minggu ke-6 disajikan masing masing pada tabel lampiran 30, 31, 32, 33, dan 34. Sedangkan data hasil uji beda rataan dari tinggi tanaman tersaji pada Tabel 6.

Sejak pengukuran pertama, terlihat secara jelas bahwa tinggi tanaman jagung dipengaruhi oleh pemberian kapur dan pupuk P. Tinggi tanaman pada PO sebagai perlakuan kontrol dan P1 dengan perlakuan pengapur secara merata pada seluruh bagian tanah tampak tertekan dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada usia seperti ini tanaman membutuhkan unsur-unsur hara dalam jumlah yang cukup untuk



pertumbuhannya, sehingga pada P0 dan P1, tanah tidak bisa mensuplai kebutuhan hara tanaman dalam jumlah yang cukup. Pertumbuhan tanaman terganggu karena tanaman mengalami kekurangan hara, terutama unsur P. Gejala ini terlihat dari pertumbuhannya yang tertekan, penampakan kerdil, batang kecil, dan daun sempit berwarna keungu-unguan.

Fosfor dalam tanaman mempunyai peranan penting dalam metabolisme energi. Ia diinkorporasikan dalam adenosin trifosfat, ATP, yang merupakan bagian dari energi bagi semua sel. Fosfor juga dijumpai sebagai fosfolipida termasuk yang terdapat dalam selaput sel, dalam fosfogula, berbagai nukleotida dan ko-enzim.

Tabel 6. Hasil Uji Beda Rataan Tinggi Jagung.

Perlakuan	minggu ke-				
	2	3	4	5	6
-----cm-----					
A1	31.54	57.86	72.17b	79.29b	84.75b
A2	31.94	58.37	76.79ab	97.28a	114.73a
A3	31.19	59.96	83.44b	104.25a	120.99a
P0	28.36c	40.27c	44.11c	53.58d	54.48c
P1	29.49bc	41.04	53.37c	55.18d	56.56c
P2	32.48ab	63.87ab	88.89ab	113.29ab	129.50a
P3	30.51bc	62.48b	78.01ab	90.74c	117.34b
P4	32.97ab	68.02ab	88.49ab	108.30b	125.78a
P5	32.14ab	65.77ab	94.56a	120.88a	136.61a
P6	34.97a	69.66a	94.83a	113.27ab	127.49a

- \*) Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%
- \*\*) Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji 1%



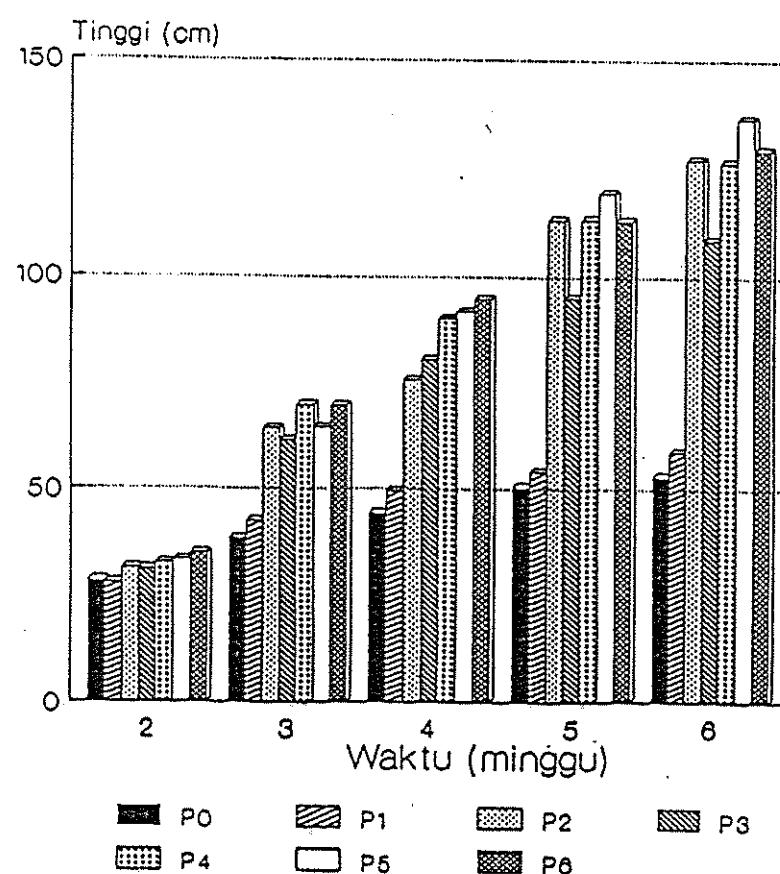
Kekurangan P menyebabkan tanaman tidak mampu mensintesa protein sehingga terjadi akumulasi gula pada bagian vegetatifnya. Konsentrasi gula yang tinggi pada jaringan daun akan menstimulir terbentuknya pigmen anthocyanin yang menyebabkan daun berwarna keungu-unguan. Kondisi ini mengakibatkan terganggunya proses fotosintesa dan respirasi tanaman dan terlibat langsung dalam pembuatan zat-zat penyusun tubuh. Akibatnya, pertumbuhan tanaman secara keseluruhan akan terhambat. Kekurangan P terutama menghambat pertumbuhan dan perkembangan akar. Hal ini menyebabkan berkurangnya kontak antara permukaan akar dengan tanah, sehingga penyerapan unsur-unsur hara tanah juga akan berkurang.

Selanjutnya pengaruh penempatan pupuk P dan kapur semakin nyata terlihat. Pertumbuhan pada P0 dan P1 semakin tertekan dibandingan dengan perlakuan lainnya.

Penambahan kapur dan pupuk P ke dalam tanah semakin meningkatkan pertumbuhan tanaman. Dari keseluruhan data tinggi tanaman yang diambil, terlihat bahwa tanaman yang tidak diberi pupuk P dan kapur pertumbuhannya sangat tertekan. Begitu pula dengan tanah yang diberi kapur tanpa pemupukan pupuk P. Pemberian kapur tanpa disertai pemupukan P tidak berarti banyak bagi pertumbuhan tanaman. Sebagaimana halnya dengan P0, pertumbuhan tanaman jagung pada P1 terhambat karena mengalami defisiensi P.



Adanya perbedaan pada tiap pot perlakuan berdasarkan kadar air tanah, pada awal-awal masa pertumbuhan belum memperlihatkan pengaruh yang nyata. Hal ini dimungkinkan karena jumlah air yang terdapat dalam tanah masih tersedia dan mencukupi kebutuhan air tanaman, sehingga adanya penambahan air dalam jumlah yang berbeda tidak mempengaruhi tinggi tanaman. Perbedaan tinggi tanaman



Gambar 3. Deskripsi Tinggi Tanaman dengan Berbagai Penempatan Pupuk P dan Kapur



antar tiap kelompok mulai terlihat ketika umur tanaman memasuki minggu keempat, terutama tinggi pada A1 dibandingkan dengan A2 dan A3. Meskipun demikian, secara statistik angka-angka tinggi tanaman tersebut tidak berbeda nyata. Pengaruh dari perlakuan kadar air ini mulai tampak pada minggu keempat, dan kemudian kemudian pada minggu kelima dan keenam. Pada minggu keempat A1 mempunyai nilai yang paling kecil dan berbeda nyata terhadap A3, tetapi tidak berbeda nyata terhadap A2. Di antara A2 dan A3 tidak saling berbeda nyata. Pada minggu kelima dan keenam A1 juga mempunyai nilai yang paling kecil dan berbeda nyata terhadap A2 dan A3. Sedangkan di antara A2 dan A3 tidak saling berbeda nyata.

Mulai pada minggu keempat, kemungkinan air tanah pada A1 sudah tidak bisa mensuplai kebutuhan tanaman dalam jumlah yang cukup untuk menopang pertumbuhannya. Tanaman pada umur 4 minggu telah mengalami perkembangan yang cukup pesat, sehingga membutuhkan air untuk mendukung proses fisiologisnya dalam jumlah yang cukup. Hal ini tidak bisa dipenuhi oleh tanah pada A1, sehingga pertumbuhannya terhambat.

Dijelaskan oleh Prawiranata, Harran, dan Tjondronegoro (1981) bahwa air sangat berperanan dalam fase pemanjangan sel dalam proses pertumbuhan. Ditambahkan oleh



Tisdale dan Nelson (1975) bahwa pertumbuhan tanaman berbanding lurus dengan jumlah air yang tersedia sampai batas tertentu. Tanaman akan mengalami stres apabila suplai air tidak mencukupi kebutuhan tanaman. Kondisi ini akan menyebabkan tertekannya pertumbuhan akibat gangguan dalam sistem tanaman.

Kekurangan P pada tanaman juga mempengaruhi luas permukaan daun dari tanaman jagung. Menurut Millar (1959) fosfor dalam tanaman dibutuhkan untuk memperbesar luas daun. Kekurangan P dalam tanaman bisa mengakibatkan sempitnya luas permukaan daun tanaman.

Tabel 7. Hasil Uji Beda Rataan Luas Permukaan Daun Tanaman Jagung pada Umur 40 Hari.

Perlakuan	Luas Permukaan Daun -----cm <sup>2</sup> -----
A1	1983.47b **) 1983.47b
A2	4406.51a
A3	5289.00a
P0	559.02c
P1	718.57c
P2	6261.50a
P3	3724.11b
P4	4777.27ab
P5	6093.31a
P6	5117.27ab

- \*) Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%  
 \*\*) Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji 1%



Berdasarkan uji statistik penempatan pupuk P dan kapur, perbedaan kadar air pada tiap-tiap pot perlakuan, maupun interaksi antara keduanya berpengaruh secara sangat nyata terhadap luas permukaan daun total pada tanaman. Dari hasil uji beda rataan pada luas permukaan daun tanaman, diketahui bahwa P0 mempunyai luas yang paling kecil dan berbeda secara nyata dengan yang lainnya. Sedangkan P5 mempunyai luas permukaan yang paling tinggi dibandingkan dengan yang lainnya.

Sebagai pengaruh dari perlakuan kadar air tanah, berdasarkan uji beda rataan, luas permukaan daun tanaman pada A1 mempunyai nilai yang paling kecil dan berbeda nyata dengan A2 dan A3. Sedangkan di antara A2 dan A3 tidak saling berbeda nyata.



## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Secara statistik penempatan kapur dan pupuk P, kedalaman tanah, dan interaksinya berpengaruh nyata terhadap kandungan Al-<sup>dd</sup> dan perkembangan akar tanaman. Penempatan kapur dan pupuk P berpengaruh nyata terhadap serapan Na, Mg, dan K batang, serta kandungan P dan Mg daun. Dalam pertumbuhan, penempatan pupuk P dan kapur juga mempengaruhi kedalaman tanah tertentu, dan interaksinya, bobot kering batang, bobot kering daun, tinggi tanaman jagung dan luas permukaan daun tanaman.

Perbedaan kadar air dalam tanah berpengaruh nyata terhadap kandungan P daun. Dalam pertumbuhan, penempatan pupuk P dan kapur berpengaruh sangat nyata terhadap bobot kering batang, bobot kering daun, tinggi tanaman pada minggu keempat, kelima dan minggu keenam, dan luas permukaan daun tanaman.

Dari hasil pengamatan terhadap seluruh parameter, penempatan kapur dan pupuk P secara merata pada kedalaman 10 cm (P5) memberikan hasil yang paling baik bagi pertumbuhan tanaman, dan kandungan air tanah yang setara dengan 0.8 kapasitas lapang menunjukkan gejala tertekan.

Saran

Diharapkan adanya pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini dengan mempergunakan cara penempatan lain dari pupuk P dan kapur yang lebih efisien, serta dengan menggunakan beberapa jenis tanah yang umum terdapat di Indonesia.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adam, F. and R. W. Pearson. 1978. Liming and fertilization of Ultisols and Oxisols. In C. S. Andrew and E. J. Kamprath, eds. Mineral Nutrition of Legumes in Tropical and Subtropical Soils. CSIRO, Melbourne.
- Awan, A. B. 1984. Effect of lime on availability of phosphorus in Zomorano soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28: 672-673
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Bogor. 1990. Deskripsi Varietas Jagung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Bogor. Bogor.
- Black, C. A. 1973. Soil-Plant Relationships. Wiley Eastern Private LTD. New Delhi.
- Buckman, H. O. and N. C. Brady. 1964. The Nature of Properties of Soils. Sixth Edition. The MacMillan Company. New York.
- Buol, S. W., F. D. Hole, and R. J. McCracken. 1980. Soil Genesis and Classification. The Iowa State University Press. Ames. Iowa.
- Chang, S. C., and H. L. Jackson. 1958. Soil phosphorus fraction in some representative soil. J. Soil Sci. 8: 109-119.
- Coleman, N. T. and G. W. Thomas. 1967. The basic chemistry of soil acidity. In R. W. Pearson and F. Adam, eds. Soil Acidity and Liming. Agron. Monogr. 12: 1-14. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin.
- Cook, R. L. 1985. Soil management for Conservation and Production. John Wiley and Sons, Inc.. New York.
- Cooke, L. R. 1974. The Control of Soil Fertility. Fletcher and Soils Ltd. Norwich.
- Devlin, R. M. 1969. Plant Physiology. Van Nostrand Reinhold Co. New York.
- Donahue, R. L. 1958. An Introduction to Soil and Plant Growth. Precentice - Hall. Inc.. New York.

- Egawa, T. 1982 Recycling of Phosphorus in agriculture. Food and Fertilizer Technologi Centre. Tech. Bull. 69: 16-25.

Follet, R. H., L. S. Murphy and R. L. Donahue. 1981. Fertilizers and Sopil Amandement. Prentice Hall. Inc., Engelwood Clips. New Jersey.

Gardner, B. R., B. L. Blad, R. E. Maure, and D. G. Watss. 1981. Relationship between corp temperature and Phisicological development differentially irrigated corn. Agron.

Hardjowigeno, S. 1985. Klasifikasi Tanah - Survai Tanah dan Evaluasi Kemampuan Lahan. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Bogor.

Jackson, M. L. 1963. Alumunium Bonding in soils: A unifying principle soil sciennce. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 27: 1-10.

Kamprath, E. J. 1958. Soybean and phosphorus. In The Crop and Soils. Amer. Soc, Agric. Publ. p:18-19.

Leiwakabessy, F. M. 1983. Bahan kuliah Kesuburan Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Mayer, B. S., D. B. Anderson, and R. H. Bohning. 1960. Introduction to Plant Physiology. D. Van Nostrand Co., Inc., Princeton. New Jersey.

McCormick, L. H. and F. Y. Barden. 1972. Phosphate fixation by alumunium and plant roots. Soil Sci. Soc. Amer. proc. 36: 799-802

McLean, E. O. 1976. Testing soil for pH and lime requirement. In Soil Testing and Plant Analisys. Soil Sci. Soc. Amer. proc. 34: 91-93

Millar, C. E., L. M. Turk and H. D. Foth. 1958. Fundamental of Soil Science. John Wiley and Sons, Inc.. New York.

Nason, A. and W. D. McElroy. 1965. Mode of action of the essential mineral. In. F. C. Steward (ed). Plant Physiology. Academic Press. New York - London.



- Prawiranata, W., S. Harran dan P. Tjondronegoro. 1981. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. Jilid II. Dept. Botani, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Sabiham, S., S. Djokosudardjo dan G. Soepardi. 1983. Diktat Kuliah Pupuk dan Pemupukan. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Sanchez, P. A. 1976. Properties and Management of Soils in The Tropics. John Wiley and Sons, Inc.. New York.
- Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Soepraptohardjo, M. 1961. Klasifikasi Tanah Kategori Tinggi. Balai Penyelidikan Tanah. Kongres Nasional Ilmu Tanah I. Bogor.
- Staf Peneliti Pusat Penelitian Tanah. 1983. Term of Preference Klasifikasi Kesesuaian Lahan. Proyek Penelitian Menunjang Transmigrasi. Pusat Penelitian Tanah, Bogor.
- Thompson, L.M. and F. M. Troeh. 1978. Soils and Soil Fertility. Tata McGraw - Hill Publishing Co. Ltd.. New Delhi.
- Tisdale, S. L. and W. L. Nelson 1975. Soil, Fertility and Fertilizers. McMillan Publishing Co., Inc.. New York.
- Tisdale, S. L., W. L. Nelson and J. D. Beaton. 1985. Soil Fertility and Fertilizers. 4th ed. Mac. Publishing Co. New York.
- Troug, E., R. Z. Goates, G. G. Gerlaff, and K. C. Berger. 1947. Mg-P relationship in plant nutrient. Soil Sci. 63: 19-25



Lampiran 1. Deskripsi Tanaman Jagung Varietas Kalingga  
 (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Bogor, 1990)

Nama varietas	:	Kalingga
Tahun pelepasan	:	1986
Asal	:	Generasi ke-8 dari Pool 4. Pool 4 terbentuk dari 34 populasi berasal dari bahan dalam dan luar negeri pada awal tahun 1980 dan dikembangkan dengan seleksi hafisib
Golongan varietas	:	Bersari bebas
Umur	:	- 50 % keluar rambut : 70 hari - panen : 96 hari
Hasil rata-rata	:	5.4 ton/ha pipilan kering
Batang	:	Tinggi dan tegap
Daun	:	Besar, panjang dan cukup silindris
Biji	:	Setengah mutiara
Warna daun	:	Hijau agak tua
Warna biji	:	Kuning sampai kuning kemerahan, kadang-kadang ada yang putih
Kedudukan tongkol	:	Rata-rata di tengah batang
Kelobot	:	Menutup tongkol cukup baik
Perakaran	:	Baik
Baris biji	:	Cukup lurus dan rapat
Jumlah baris/tongkol	:	Kebanyakan 12-18 baris
Bobot 1000 butir	:	Kurang lebih 302 g
Kereahan	:	Sedang
Potensi hasil	:	7.0 ton/ha pipilan kering

Ketahanan terhadap penyakit : Cukup tahan Bulai (*Parosclerospora maydis*)  
Keterangan : Baik untuk dataran rendah sampai tinggi



Tabel Lampiran 5. Data Analisa Pendahuluan Tanah  
Podsolik Merah Kuning Jasinga

No.	Jenis Analisa	Hasil
1.	Tekstur - pasir (%)	22.72
	debu (%)	24.06
	liat (%)	53.22
2.	pH H <sub>2</sub> O (1 : 2.5)	4.96
3.	C/N ratio	12.7
4.	Zat Organik (g) - N	0.16
	C	1.20
5.	P (ppm)	0.15
6.	Ca (me/100 g)	4.73
7.	Mg (ppm)	0.56
8.	K (me/100 g)	0.22
9.	Na (me/100 g)	0.18
10.	KTK (me/100 g)	25.1
11.	Jumlah Kation (me/100 g)	5.71
12.	Kadar Basa (me/100 g)	22.7
13.	Al-dd (me/100 g)	4.3
14.	Mn (ppm)	42.89
15.	Cu (ppm)	0.74
16.	Zn (ppm)	4.56

Tabel Lampiran 5. Nilai Al-<sup>dd</sup> dalam Tanah

Kadar Air	Kedalaman	Cara Penempatan						
		P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6
----- (me/100 g) -----								
A1	D1	4.98	4.69	4.55	4.82	4.42	4.85	4.83
	D2	4.43	4.58	4.33	4.45	4.48	4.63	4.58
	D3	4.37	4.62	4.42	4.72	4.33	4.51	4.40
	D4	3.68	3.82	4.09	4.21	4.47	4.58	4.35
A2	D1	4.46	4.05	4.22	4.63	4.37	4.59	4.41
	D2	4.46	4.27	4.08	4.48	4.40	4.33	4.38
	D3	5.05	4.14	4.41	4.32	4.23	4.32	4.33
	D4	4.97	4.75	4.31	4.35	4.19	4.29	4.32
A3	D1	5.05	4.05	4.82	4.73	4.37	4.81	4.51
	D2	4.44	4.20	4.45	4.72	4.34	4.52	4.44
	D3	4.00	4.27	4.72	4.30	4.14	4.40	4.42
	D4	4.69	4.30	4.21	4.44	4.20	4.37	4.40
rata <sup>2</sup>		4.49	4.31	4.38	4.46	4.35	4.52	4.53

Tabel Lampiran 6. Nilai pH Tanah

Kadar Air		Cara Penempatan						
		P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6
-----								
A1	D1	4.98	4.69	4.55	4.82	4.42	4.85	4.83
	D2	4.43	4.58	4.33	4.45	4.48	4.63	4.58
	D3	4.37	4.62	4.42	4.72	4.33	4.51	4.40
	D4	3.68	3.82	4.09	4.21	4.47	4.58	4.35
A2	D1	4.46	4.05	4.22	4.63	4.37	4.59	4.41
	D2	4.46	4.27	4.08	4.48	4.40	4.33	4.38
	D3	5.05	4.14	4.41	4.32	4.23	4.32	4.33
	D4	4.97	4.75	4.31	4.35	4.19	4.29	4.32
A3	D1	5.05	4.05	4.82	4.73	4.37	4.81	4.51
	D2	4.44	4.20	4.45	4.72	4.34	4.52	4.44
	D3	4.00	4.27	4.72	4.30	4.14	4.40	4.42
	D4	4.69	4.30	4.21	4.44	4.20	4.37	4.40
rata <sup>2</sup>		4.49	4.31	4.38	4.46	4.35	4.52	4.53



Tabel Lampiran 7. Nilai Kandungan Basa-basa pada Batang Tanaman Jagung

	Kadar Air	Cara Penempatan							
		P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	rata <sup>2</sup>
		(%)							
P	A1	0.254	0.192	0.068	0.179	0.158	0.549	0.403	0.261
	A2	0.091	0.103	0.179	0.703	0.137	0.681	0.065	0.283
	A3	0.217	0.196	0.221	0.128	0.547	0.442	0.536	0.268
	rata <sup>2</sup>	0.187	0.164	0.156	0.337	0.158	0.557	0.335	
K	A1	1.615	1.385	1.461	1.346	1.281	1.269	1.192	1.364
	A2	1.692	1.846	1.423	1.615	1.308	1.192	1.004	1.440
	A3	1.702	1.500	1.538	1.269	1.846	1.846	1.038	1.249
	rata <sup>2</sup>	1.672	1.577	1.474	1.410	1.145	1.102	1.078	
S	A1	0.155	0.223	0.159	0.268	0.157	0.137	0.145	0.178
	A2	0.187	0.184	0.204	0.162	0.198	0.133	0.080	0.164
	A3	0.162	0.217	0.399	0.207	0.160	0.132	0.149	0.204
	rata <sup>2</sup>	0.168	0.208	0.254	0.212	0.172	0.134	0.125	
Mg	A1	0.118	0.115	0.125	0.268	0.078	0.085	0.078	0.102
	A2	0.118	0.146	0.106	0.095	0.097	0.111	0.083	0.108
	A3	0.132	0.120	0.132	0.120	0.115	0.106	0.109	0.119
	rata <sup>2</sup>	0.123	0.127	0.121	0.110	0.097	0.101	0.090	
Na	A1	0.107	0.065	0.054	0.054	0.082	0.053	0.054	0.067
	A2	0.111	0.102	0.047	0.058	0.058	0.055	0.054	0.069
	A3	0.093	0.053	0.080	0.059	0.054	0.055	0.045	0.063
	rata <sup>2</sup>	0.104	0.073	0.060	0.057	0.085	0.540	0.520	



Tabel Lampiran 8. Nilai Kandungan Basa-basa pada Jaringan Daun Tanaman Jagung

Kadar Air		Cara Penempatan							rata <sup>2</sup>
		P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
		(%)							
P	A1	0.226	0.216	0.589	0.492	0.215	0.564	0.302	0.371
	A2	0.252	0.251	0.793	0.630	0.478	0.819	0.380	0.515
	A3	0.250	0.207	0.864	0.073	0.527	0.728	0.611	0.559
	rata <sup>2</sup>	0.241	0.225	0.749	0.616	0.407	0.704	0.431	
K	A1	1.011	1.077	1.115	1.154	1.077	0.961	1.638	1.067
	A2	1.077	1.154	1.077	1.011	1.038	1.000	0.923	1.040
	A3	1.015	1.038	1.154	0.961	0.923	0.846	1.008	1.135
	rata <sup>2</sup>	1.034	1.090	1.127	1.042	1.013	1.269	0.990	
S	A1	0.221	0.210	0.186	0.179	0.187	0.231	0.177	0.199
	A2	0.240	0.253	0.204	0.170	0.220	0.242	0.192	0.190
	A3	0.215	0.261	0.306	0.241	0.216	0.205	0.296	0.249
	rata <sup>2</sup>	0.225	0.241	0.232	0.199	0.142	0.226	0.222	
Mg	A1	0.078	0.083	0.068	0.054	1.564	2.124	1.175	0.069
	A2	0.073	0.101	0.083	0.068	2.023	2.303	1.916	0.081
	A3	0.075	0.097	0.092	2.303	1.987	2.260	1.866	0.088
	rata <sup>2</sup>	0.075	0.094	0.081	0.065	0.078	0.079	0.082	
Na	A1	0.058	0.062	0.055	0.054	0.058	0.059	0.051	0.057
	A2	0.068	0.062	0.055	0.053	0.055	0.055	0.047	0.055
	A3	0.055	0.054	0.055	0.058	0.051	0.049	0.049	0.054
	rata <sup>2</sup>	0.057	0.059	0.057	0.055	0.055	0.054	0.049	



Tabel Lampiran 9. Nilai Bobot Kering Akar Tanaman Jagung

		Cara Penempatan							
		P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	rata <sup>2</sup>
<b>g</b>									
A1	D1	0.63	0.67	3.09	2.15	1.26	3.73	2.42	
	D2	0.31	0.27	1.16	1.10	1.18	1.82	2.04	1.19
	D3	0.19	0.15	0.84	1.07	1.13	1.92	1.50	
	D4	0.10	0.13	0.32	0.49	0.69	0.68	0.95	
A2	D1	0.52	0.51	4.60	4.17	4.88	4.03	7.57	
	D2	0.20	0.29	1.59	3.04	3.40	1.46	2.56	1.87
	D3	0.19	0.22	1.26	1.68	1.74	0.60	2.41	
	D4	0.08	0.10	0.69	1.12	0.67	0.38	1.33	
A3	D1	0.35	0.44	3.77	1.41	5.02	4.78	6.58	
	D2	0.14	0.23	1.76	0.52	2.21	1.43	1.72	1.37
	D3	0.11	0.18	0.75	0.49	0.98	1.67	1.62	
	D4	0.05	0.06	0.52	0.13	0.57	0.64	0.83	
rata <sup>2</sup>		0.27	0.28	1.7	1.62	202	1.81	2.62	

Tabel Lampiran 10. Nilai Bobot Kering Batang Tanaman Jagung

Kadar Air	Cara Penempatan							
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	rata <sup>2</sup>
<b>g</b>								
A1	I	0.40	0.20	6.50	2.30	2.40	5.00	2.30
	II	0.30	0.50	4.70	3.50	2.40	3.40	3.30
	III	0.20	0.60	2.60	3.40	1.40	4.00	1.90
A2	I	0.40	0.30	10.60	10.00	8.00	9.60	6.90
	II	0.60	1.10	5.00	1.70	4.70	3.60	18.90
	III	0.10	0.50	10.00	1.00	13.20	8.90	7.10
A3	I	0.30	0.40	13.60	11.30	19.70	22.10	10.00
	II	0.40	0.90	6.50	6.20	9.00	10.50	7.40
	III	0.40	0.50	7.00	2.60	6.90	5.30	10.60
rata <sup>2</sup>		0.34	0.48	7.40	4.67	7.52	7.80	7.60



Tabel Lampiran 11. Nilai Bobot Kering Daun Tanaman Jagung

Kadar Air		g						rata <sup>2</sup>
		P0	P1	P2	P3	P4	P5	
A1	I	0.90	1.00	10.10	7.20	4.40	7.80	4.60
	II	1.10	1.50	10.20	5.40	5.40	6.90	7.50
	III	1.10	1.50	6.70	8.80	3.70	10.00	4.20
A2	I	1.80	1.50	25.70	23.70	14.60	19.20	14.70
	II	1.60	2.20	12.60	3.60	10.60	9.50	22.10
	III	0.40	1.50	16.60	3.30	17.00	17.00	17.50
A3	I	0.60	1.80	26.50	17.50	28.30	22.60	19.50
	II	1.60	1.90	16.40	11.90	19.40	22.70	13.20
	III	0.40	1.40	14.80	8.60	16.40	16.20	17.40
rata <sup>2</sup>		1.06	1.59	15.51	9.93	13.31	13.43	13.41

Tabel Lampiran 12. Nilai Tinggi Tanaman Jagung Pada Umur 2 Minggu

Kadar Air		Cara Penempatan						rata <sup>2</sup>
		P0	P1	P2	P3	P4	P5	
A1	I	25.75	27.00	31.50	25.75	30.75	28.00	33.25
	II	29.00	35.00	32.50	34.25	32.50	35.00	33.00
	III	29.00	34.75	25.75	31.75	33.00	28.00	35.00
A2	I	29.00	26.50	28.75	32.75	31.50	39.25	33.50
	II	29.00	36.60	26.50	28.25	32.25	33.00	41.00
	III	34.00	28.00	34.80	30.25	36.25	30.00	42.50
A3	I	25.25	25.50	37.25	32.75	30.00	36.25	33.70
	II	28.25	33.25	31.25	27.50	35.75	36.00	32.25
	III	28.50	26.25	33.75	31.00	34.25	38.00	30.25
rata <sup>2</sup>		28.36	29.48	32.49	30.51	32.97	32.14	34.98

Tabel Lampiran 13. Nilai Tinggi Tanaman Jagung pada Umur 3 Minggu

Kadar Air		Cara Penempatan							
		P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	rata2
cm									
A1	I	41.25	38.00	60.00	64.00	86.00	59.25	68.50	
	II	38.00	45.25	55.00	66.50	69.50	68.25	68.75	
	III	47.25	35.00	60.00	69.00	65.00	68.80	68.75	57.86
A2	I	39.00	40.75	73.50	65.00	65.00	73.50	69.00	
	II	45.00	45.75	59.25	51.50	53.00	52.75	70.00	
	III	38.00	39.50	70.00	56.25	75.00	66.00	77.00	58.37
A3	I	32.25	39.50	66.25	70.00	74.00	72.50	71.50	
	II	43.00	44.25	60.75	63.50	69.00	69.75	72.00	
	III	38.30	41.00	70.00	56.50	73.00	61.50	70.50	59.96
rata2		40.27	41.04	63.87	62.48	68.02	65.78	69.66	

Tabel Lampiran 14. Nilai Tinggi Tanaman Jagung pada Umur 4 Minggu

Kadar Air	Cara Penempatan							
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	rata <sup>2</sup>
-----cm-----								
A1	I	42.50	78.00	65.00	883.00	72.50	81.50	75.50
	II	44.00	56.50	92.00	87.50	85.50	90.00	82.00
	III	47.00	49.00	77.00	88.00	75.50	92.50	91.00
A2	I	53.00	44.50	109.50	67.00	94.50	94.50	93.00
	II	47.50	48.50	76.50	57.00	68.50	82.00	125.00
	III	39.00	47.50	97.00	100.50	93.00	97.00	105.00
A3	I	34.40	94.00	94.00	90.50	104.50	107.50	96.00
	II	49.00	48.25	92.00	87.00	100.75	107.50	101.00
	III	40.50	44.00	97.00	69.50	101.50	98.50	91.50
rata <sup>2</sup>	44.11	53.37	88.89	68.01	88.48	94.56	94.83	



Tabel Lampiran 15. Nilai Tinggi Tanaman Jagung pada Umur 5 Minggu

Kadar Air		Cara Penempatan							rata <sup>2</sup>
		P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
cm									
A1	I	50.50	53.00	83.50	94.25	81.00	101.25	81.00	
	II	51.25	59.50	99.50	85.50	91.75	104.50	90.50	79.29
	III	44.50	48.00	99.00	87.75	86.50	91.50	80.50	
A2	I	75.25	54.00	120.25	72.50	115.75	127.50	133.75	
	II	56.00	56.80	108.00	67.50	94.25	108.00	141.50	97.28
	III	55.00	52.00	132.50	126.00	119.00	136.00	114.00	
A3	I	48.50	54.00	123.25	92.25	122.25	131.25	124.25	
	II	60.50	63.50	122.50	114.75	129.50	139.50	123.50	104.25
	III	40.80	45.80	121.00	125.75	134.50	148.50	130.50	
rata <sup>2</sup>		53.58	55.18	113.29	90.74	108.30	120.88	113.28	

Tabel Lampiran 16. Nilai Tinggi Tanaman Jagung pada Umur 6 Minggu

Kadar Air		Cara Penempatan							rata <sup>2</sup>
		P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
cm									
A1	I	51.20	54.40	109.00	103.00	81.00	98.00	81.00	
	II	56.90	69.50	112.00	99.25	93.00	111.00	94.50	84.75
	III	45.25	58.00	87.50	90.50	86.50	106.00	82.00	
A2	I	61.00	56.50	152.50	145.00	133.50	155.00	165.00	
	II	61.50	56.00	100.50	85.00	157.50	130.00	160.50	114.73
	III	57.00	55.00	141.00	75.00	143.00	147.00	130.75	
A3	I	40.50	58.00	147.50	146.50	157.00	166.00	148.00	
	II	64.50	68.00	148.00	135.00	142.00	163.50	148.50	120.99
	III	52.50	53.00	144.00	99.00	138.58.50	153.00	137.00	
rata <sup>2</sup>		54.48	56.56	129.50	117.34	125.78	136.61	127.49	

Tabel Lampiran 17. Nilai Luas Permukaan Dara Tanaman

Kadar Air	Cara Penempatan							
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	rata <sup>2</sup>
cm <sup>2</sup>								
A1	I 152.05	566.89	3048.94	3048.94	1029.03	3584.12	1284.42	
	II 466.17	613.01	4207.05	1705.24	1804.77	2819.07	3057.43	1983.47
	III 509.02	600.30	2676.28	3609.39	1262.17	3977.81	1021.14	
A2	I 916.00	793.44	9324.14	8484.46	5965.91	7840.76	5968.72	
	II 613.01	975.73	5933.93	1029.63	5942.21	4652.14	6873.57	4406.51
	III 274.03	727.81	6222.48	1365.78	6904.48	6226.87	7652.78	
A3	I 927.28	636.24	8848.46	6717.91	8689.51	9733.45	7824.51	
	II 864.43	823.19	8340.37	4873.32	8086.76	8962.15	5499.40	5289.00
	III 600.21	730.80	7242.93	2686.27	5370.54	7032.45	6873.80	
	rata <sup>2</sup>	559.02	719.00	6261.50	3724.11	4777.26	6093.31	5117.27

Tabel Lampiran 18. Hasil Sidik Ragam Al-*dd* dalam Tanah

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	0.21	0.106	3.77	.086
D	3	0.65	0.218	7.80	.017
Galat (D)	6	0.17	0.028		
P	6	4.11	0.684	35.12	.000
D x P	18	0.82	0.046	2.35	.009
Galat	48	0.94	0.019		

Koefisien Keragaman = 17.63%

Tabel Lampiran 19. Hasil Sidik Ragam pH tanah

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	0.18	0.088	0.72	
D	3	0.70	0.232	1.90	0.230
Galat	6	0.73	0.122		
P	6	0.53	0.089	1.23	0.309
D x P	18	0.88	0.049	0.68	
Galat	48	3.48	0.073		

Koefisien Keragaman = 6.07%

Tabel Lampiran 20. Hasil Sidik Ragam Serapan P pada Jaringan Batang Tanaman Jagung

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	0.00	0.001	0.03	
P	6	0.40	0.067	2.12	
Galat	12	0.38	0.320		0.126

Koefisien Keragaman = 65,91%

Tabel Lampiran 21. Hasil Sidik Ragam Serapan K pada Jaringan Batang Tanaman Jagung

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	0.13	0.065	2.42	0.130
P	6	1.05	0.176	6.59	0.002
Galat	12	0.32	0.027		

Koefisien Keragaman = 12.09%



Tabel Lampiran 22. Hasil Sidik Ragam Serapan S pada Jaringan Batang Tanaman Jagung

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	0.01	0.003	0.90	
P	6	0.04	0.006	3.79	0.144
Galat	12	0.04	0.003		

Koefisien Keragaman = 30.96%

Tabel Lampiran 23. Hasil Sidik Ragam Serapan Mg pada Jaringan Batang Tanman Jagung

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	0.00	0.001	3.25	0.074
P	6	0.00	0.001	3.79	0.023
Galat	12	0.00	0.000		

Koefisien Keragaman = 11.64%

Tabel Lampiran 24 Hasil Sidik Ragam Serapan Na pada Jaringan Batang Tanaman Jagung

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	0.00	0.000	0.36	
P	6	0.01	0.001	4.72	0.010
Galat	12	0.00	0.000		

Koefisien Keragaman = 21.65%

Tabel Lampiran 25. Hasil Sidik Ragam Serapan P pada Jaringan Daun Tanaman Jagung

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	0.13	0.067	10.59	0.002
P	6	0.81	0.136	21.260	0.000
Galat	12	0.08	0.006		

Koefisien Keragaman = 16.57%

Tabel Lampiran 26. Hasil Sidik Ragam Serapan K pada Jaringan Daun Tanaman Jagung

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	0.03	0.017	0.039	
P	6	0.16	0.027	0.630	
Galat	12	0.52	0.043		

Koefisien Keragaman = 19.26%

Tabel Lampiran 27. Hasil Sidik Ragam Serapan S pada Jaringan Daun Tanaman Jagung

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	0.01	0.007	2.80	0.100
P	6	0.02	0.003	1.37	0.301
Galat	12	0.03	0.002		

Koefisien Keragaman = 23.50%





Tabel Lampiran 28. Hasil Sidik Ragam Serapan Mg pada Jaringan Daun Tanaman Jagung

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	0.00	0.001	15.92	0.383
P	6	0.00	0.000	5.35	0.006
Galat	12	0.00	0.000		

Koefisien Keragaman = 8.09%

Tabel Lampiran 29. Hasil Sidik Ragam Serapan Na pada Jaringan Daun Tanaman Jagung

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	0.00	0.000	1.04	0.363
P	6	0.00	0.000	2.54	0.080
Galat	12	0.00	0.000		

Koefisien Keragaman = 6.45%

Tabel Lampiran 30. Hasil Sidik Ragam Bobot Kering Akar

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	6.59	3.295	4.79	0.057
D	3	80.55	26.848	39.01	0.000
Galat (D)	6	4.13	0.688		
P	6	56.23	9.366	15.90	0.000
D x P	18	27.85	1.547	2.63	0.003
Galat	48	28.28	0.589		

Koefisien Keragaman = 52.11%



Tabel Lampiran 31. Hasil Uji Beda Nilai Tengah Bobot Kering Akar pada Sisi Kiri dan Sisi Kanan dengan Penempatan Pupuk Ditugal

Perlakuan	Varians ( $\delta_2$ )	Galat Baku ( $S_d$ )	db	t
D1 x P4	7.120	1.258	16	3.003
D2 x P4	2.402	0.731	16	3.096
D3 x P4	0.619	0.619	16	3.292
D4 x P4	0.174	0.174	16	3.289
D1 x P4	14.818	1.815	16	3.018
D2 x P4	1.769	0.625	16	3.604
D3 x P4	1.225	0.287	16	6.317
D4 x P4	0.481	0.209	16	3.289

Tabel Lampiran 32. Hasil Sidik Ragam Bobot Kering Batang Tanaman Jagung pada Umur 40 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	262.53	131.265	9.93	0.000
P	6	619.77	103.295	7.81	0.000
A X P	20	193.24	16.103	1.22	0.303
Galat	6	555.25	13.220		

Koefisien Keragaman = 71.07%

Tabel Lampiran 33. Hasil Sidik Ragam Bobot Kering Daun Tanaman Jagung pada Umur 40 Hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	663.62	331.808	17.94	0.000
P	6	1935.66	322.610	17.44	0.000
A X P	12	416.15	34.679	1.88	0.066
Galat	42	776.79	18.495		

Koefisien Keragaman = 44.11%



Tabel Lampiran 34. Hasil Sidik Tinggi Tanaman Jagung pada Umur 2 Minggu

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	5.95	2.976	0.20	
P	6	273.83	45.639	3.12	0.012
A X P	20	175.28	14.607	1.00	
Galat	6	614.43	14.629		

Koefisien Keragaman = 12.12%

Tabel Lampiran 35. Hasil Sidik Tinggi Tanaman Jagung pada Umur 3 Minggu

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	50.64	25.320	0.81	
P	6	8543.99	1423.999	45.64	0.000
A X P	12	449.28	37.440	1.20	0.314
Galat	42	1310.43	31.201		

Koefisien Keragaman = 9.51%

Tabel Lampiran 36. Hasil Sidik Tinggi Tanaman Jagung pada Umur 4 Minggu

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	1348.44	674.222	6.33	0.003
P	6	22851.38	3808.564	35.78	0.000
A X P	20	2951.95	245.996	2.31	0.022
Galat	6	4470.83	106.448		

Koefisien Keragaman = 13.32%



Tabel Lampiran 37. Hasil Sidik Tinggi Tanaman Jagung pada Umur 5 Minggu

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	6969.61	3484.806	37.70	.000
P	6	43387.17	7231.195	78.23	.000
A X P	12	4865.51	405.459	4.39	.000
Galat	42	3882.39	92.437		

Koefisien Keragaman = 10.27%

Tabel Lampiran 38. Hasil Sidik Tinggi Tanaman Jagung pada Umur 6 Minggu

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	15761.30	7880.648	54.18	0.000
P	6	68074.72	11345.786	78.01	0.000
A X P	20	9152.76	762.730	5.24	0.000
Galat	6	6108.70	145.445		

Koefisien Keragaman = 11.29%

Tabel Lampiran 39. Hasil Sidik Ragam Luas Permukaan Daun Tanaman Jagung pada Umur 40 Hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Prob.
A	2	4222233.77	2111116.686	3.13	0.080
P	6	102293851.70	17415641.949	26.83	0.000
Galat	12	8091907.78	674325.649		

Koefisien Keragaman = 20.92%