

A/TMH
1998
0383

**KARAKTERISASI POTENSI NITROGEN PADA
TANAH-TANAH MINERAL MASAM UNTUK TANAMAN JAGUNG
(*Zea mays L.*) DENGAN MENGGUNAKAN METODE
UJI BIBIT NEUBAUER**

Oleh
BOBBY TARIGAN
A 29.1731



**JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
1998**

RINGKASAN

BOBBY TARIGAN. Karakterisasi Potensi Nitrogen pada Tanah-tanah Mineral Masam untuk Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) dengan menggunakan Metode Uji Bibit Neubauer (Dibawah bimbingan Ir. F.M. Leiwakabessy dan Dr. Ir. Suwarno, M.Agr.).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasikan potensi N tanah tropika masam dari beberapa lokasi di Indonesia terhadap produksi vegetatif tanaman jagung varietas Arjuna berdasarkan metode uji bibit Neubauer.

Percobaan dilakukan di rumah kaca dan laboratorium Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Dalam percobaan ini digunakan contoh tanah tropika masam dari 11 lokasi terpilih di Indonesia, dengan tanaman uji jagung varietas Arjuna. Bahan organik (N) yang dicobakan adalah kotoran sapi dan kapur adalah kalsit (CaCO_3). Pupuk dasar yang digunakan adalah SP-36 (36% P_2O_5) dan KCl (60% K_2O). Dalam percobaan ini digunakan rancangan acak lengkap dalam percobaan faktorial. Bahan organik (N) yang dicobakan terdiri dari 4 taraf, yaitu : N0 (tanpa bahan organik); N1 (7,5% BKM); N2 (15% BKM); N3 (30% BKM), perlakuan kapur terdiri dari 2 taraf, yaitu : Ca0 (tanpa kapur) dan Ca1 (dikapur setara 2 Al-dd).

Hasil penelitian menunjukkan pemberian bahan organik (N) berpengaruh sangat nyata dalam meningkatkan berat kering tanaman jagung bagian atas pada semua tanah. Karakterisasi potensi N berdasarkan pendekatan persen produksi relatif, metode Grafik Cate-Nelson, dan analisis ragam menunjukkan bahwa kadar N pada semua tanah percobaan termasuk kategori rendah. Karakterisasi C-organik tanah berdasarkan metode Grafik Cate-Nelson menunjukkan bahwa kadar C-organik dari semua tanah percobaan termasuk kategori rendah.

Pengaruh kapur sangat nyata meningkatkan berat kering pada tanah Nanggung, Cikasungka, dan Banjar Baru, sedangkan pada tanah Parung, Darmaga, Jasinga, Parakan Salak, Cikembar, Bangka, Dorowati, dan Candi, pengapuran memberikan pengaruh tidak nyata dalam meningkatkan berat kering tanaman jagung.

KARAKTERISASI POTENSI NITROGEN PADA
TANAH-TANAH MINERAL MASAM UNTUK TANAMAN JAGUNG
(Zea Mays L.) DENGAN MENGGUNAKAN METODE UJI
BIBIT NEUBAUER

Oleh
BOBBY TARIGAN
A 29.1731

Laporan Penelitian
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian
Pada
Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
1998



Judul : KARAKTERISASI POTENSI NITROGEN PADA
TANAH-TANAH MINERAL MASAM UNTUK
TANAMAN JAGUNG (Zea mays L.) DENGAN
MENGUNAKAN METODE UJI BIBIT NEUBAUER
Nama Mahasiswa : BOBBY TARIGAN
Nomor Pokok : A 29.1731

Menyetujui

Dosen Pembimbing I



(Ir. F.M. Leiwakabessy)
Nip. 130442179

Dosen Pembimbing II



(Dr. Ir. Suwarno)
Nip. 131803642

Mengetahui
Ketua Jurusan Tanah

(Dr. Ir. Supriandi Sabiham, M. Agr)
Nip. 130422698

Tanggal Lulus : 19 AUG 1998

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Tanah Karo pada tanggal 3 Agustus 1973, dari Ibu Jengok Br. Sebayang dan Ayah B. Tarigan, sebagai anak bungsu dari 7 bersaudara.

Lulus tahun 1986 dari Sekolah Dasar Negeri Keriahen, pada tahun 1989 penulis lulus dari SMP Negeri Tiga Binanga dan pada tahun 1992 penulis tamat dari SMA Negeri Tiga Binanga, Tanah Karo, Sumut. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan ke Institut Pertanian Bogor melalui jalur USMI. Pada tahun 1994 penulis mengambil bidang Ilmu Tanah pada Fakultas Pertanian.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke-hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa yang karena kasih dan karunia-NYA telah memimpin penulis mulai dari persiapan pelaksanaan sampai selesainya penulisan skripsi ini.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak Ir. F.M. Leiwakabessy dan Bapak Dr. Ir. Suwarno, M.Agr. selaku pembimbing yang dengan sabar telah membantu dan membimbing penulis sejak perencanaan, pelaksanaan sampai kepada penyusunan skripsi ini.

Ucapan yang sama penulis sampaikan kepada Ketua, Sekretaris, Staf Dosen, serta Karyawan Laboratorium dan Rumah Kaca Jurusan Tanah, atas fasilitas, arahan, dan bantuan yang diberikan.

Penghargaan dan terima kasih yang tiada terhingga ananda haturkan kepada Ibu dan Bapak tercinta, yang dengan tekun dan penuh kesabaran selalu berdoa dan berkorban dalam mendidik dan membimbing putra-putrinya, juga kepada semua kakak dan abangku yang selalu memberi semangat dan arahan kepada adiknya.

Terima kasih yang setulus-tulusnya penulis sampaikan kepada "Tekang nande biringku" yang banyak memberikan dorongan moral dan bantuan selama penulis menyelesaikan studi di Jurusan Tanah, juga kepada rekan-rekan sepenelitian (Mickdon, Gem's, Acep S, Anton, Suroso, Iyoth, Odo) dan teman-teman lain yang secara langsung atau tidak langsung telah memberikan bantuan kepada penulis.

Penulis menyadari adanya keterbatasan pengetahuan, pengalaman, dan waktu dalam penyajian laporan ini. Oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan dan penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat bagi penulis dan semua pihak yang memerlukannya.

Bogor, September 1998

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
PENDAHULUAN	1
TINJAUAN PUSTAKA	3
Sifat Umum Tanah Latosol	3
Sifat Umum Tanah Podsolik	4
Nitrogen	4
Nitrogen Dalam Tanah	4
Transformasi Nitrogen di Dalam Tanah	5
Peranan Nitrogen bagi Tanaman	7
Bahan Organik	8
Pelapukan Bahan Organik	8
Pengaruh Bahan Organik di Dalam Tanah	11
Peranan Bahan Organik bagi Tanaman	13
Peranan Pupuk Kandang Dalam Tanah	14
Hubungan Kemasaman Tanah dengan Sifat Kimia Tanah dan Tanaman	16
Pengapuran	18
Kebutuhan Kapur	21
Jagung	22
BAHAN DAN METODE	23
Tempat dan Waktu Penelitian	23
Bahan dan Alat	23
Metode Penelitian	24
Pelaksanaan Percobaan	25



HASIL DAN PEMBAHASAN	27
Pengaruh Bahan Organik (N) terhadap Berat Kering Tanaman Jagung	27
Karakterisasi Potensi Nitrogen Tanah	29
Karakterisasi Potensi C-Organik Tanah	33
Pengaruh Pengapuran terhadap Berat Kering Tanaman Jagung	34
KESIMPULAN DAN SARAN	36
Kesimpulan	36
Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	41



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Jenis dan Daerah Asal Tanah-tanah yang Digunakan dalam Percobaan	23
2.	Dosis Bahan Organik dan Kapur yang Digunakan sebagai Perlakuan	24
3.	Notasi dan Kombinasi Perlakuan yang Digunakan pada masing-masing Tanah	24
4.	Perbandingan Hasil Karakterisasi N-Tanah melalui Pendekatan Persen Produksi relatif, Metode Grafik Cate-Nelson, dan Analisis Ragam dengan Uji Duncan	30
5.	Perbandingan Hasil Karakterisasi C-Organik Tanah-tanah Percobaan melalui Pendekatan Metode Grafik Cate-Nelson	34
<u>Lampiran</u>		
1.	Hasil Analisis Pendahuluan Tanah-tanah Percobaan	42
2.	Data Berat Kering Tanaman Jagung bagian atas Umur 30 hari pada masing-masing Tanah Percobaan	43
3.	Hasil Analisis Ragam Pemberian N dan Kapur terhadap Berat Kering Tanaman Jagung Bagian Atas	44
4.	Hasil Analisis Uji Duncan pengaruh Bahan Organik (N) dan Kapur terhadap Berat Kering Tanaman Jagung	45
5.	Kadar N dan C-Organik Tanah Percobaan setelah masa Inkubasi	46
6.	Data Persen Produksi Maksimum Tanaman Jagung dengan Perlakuan N dan tanpa Kapur	47
7.	Data Persen Produksi Maksimum Tanaman Jagung dengan Perlakuan N dan Dikapur	47
8.	Data Persen Produksi Maksimum pada setiap Satuan Percobaan	47

DAFTAR GAMBAR

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Pola Hubungan antara Dosis Bahan Organik (N) disertai Pengapuran dan Tanpa Kapur dengan Berat Kering Tanaman jagung bagian atas pada masing-masing Tanah Percobaan	28
2.	Pola Hubungan Pensen Produksi Maksimum dengan Kadar N-Tanah setelah masa inkubasi dan Hasil Karakterisasi N-Tanah berdasarkan Metode Grafik Cate-Nelson	32
3.	Pola Hubungan Pensen Produksi Maksimum dengan Kadar C-Organik Tanah setelah masa inkubasi dan Hasil Karakterisasi C-Organik Tanah berdasarkan Metode Grafik Cate-Nelson	32



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam usaha peningkatan produksi komoditi pertanian, masalah kesuburan tanah dan jumlah unsur hara yang tersedia dalam tanah termasuk faktor-faktor yang sangat menentukan. Oleh sebab itu maka penting diketahui status hara tanah bagi tanaman yang ditanam dan dapat dipakai sebagai dasar bagi pemupukan berimbang, sehingga tercapai keseimbangan semua hara dalam tanah.

Di lain pihak terbatasnya ketersediaan lahan subur untuk usaha perluasan lahan pertanian, memaksa kita untuk memanfaatkan potensi tanah-tanah mineral masam, diantaranya adalah tanah Latosol dan tanah Podsolik menjadi tanah pertanian utama di Indonesia yang sebarannya sangat luas, mencakup 121.730 juta hektar atau 63,8% dari luas areal pertanian Indonesia (Mulyadi dan Soepraptohardjo, 1975). Melihat penyebarannya yang demikian luas, maka jelas tanah-tanah ini merupakan penentu bagi kelangsungan pertanian Indonesia.

Dalam penggunaan tanah tropika masam ini, masalah yang akan dihadapi adalah reaksi tanah yang masam dengan potensi kesuburannya sangat rendah karena miskin unsur hara serta kandungan bahan organik yang umumnya rendah pada tanah tersebut. Hal ini sekaligus mencerminkan kadar nitrogen tanah ini termasuk rendah, sehingga dalam pengelolaan untuk meningkatkan produktifitasnya memerlukan teknik pemupukan N dan pengapuran yang efisien dengan mempertimbangkan tingkat kecukupan hara, perbedaan sifat tanah, tingkat produksi serta status N tanah sehingga tercipta kondisi lingkungan tumbuh yang baik bagi tanaman.

Walaupun pemupukan N pada tanah tropika masam di Indonesia sangat diperlukan, namun penelitian-penelitian mengenai respon tanaman pangan lahan kering termasuk jagung terhadap pemupukan N masih kurang mempertimbangkan *site-characteristic*, seperti tipe tanah, potensi N tanah, tekstur dan sebagainya, sehingga teknik rekomendasi pemupukan yang diterapkan pada saat ini dinilai tidak efisien dan cenderung berlebih. Sementara dilain pihak dijumpai adanya gejala menurunnya

produksi tanaman pertanian. Hal ini tidak lain karena penggunaan pupuk dan kapur yang kurang terarah dan belum begitu baik perencanaannya sebagai akibat dari belum tersedianya metode pemupukan yang berimbang dan metode evaluasi kebutuhan hara yang baik.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka diperlukan upaya-upaya dalam pengembangan strategi pemupukan N berdasarkan *soil-crop-characteristic*. Salah satu upaya tersebut adalah dengan melakukan usaha-usaha untuk mengetahui status N melalui karakterisasi potensi nitrogen tanah. Status N tanah ini penting untuk diketahui sebagai dasar dalam menyusun strategi pemupukan N yang efisien. Untuk memperoleh tingkat efisiensi yang tinggi dibutuhkan suatu metode untuk menduga kemampuan tanah dalam menyediakan unsur N. Dari hasil evaluasi ini, diharapkan dapat diketahui status N tanah apakah unsur tersebut berada pada kategori kurang, cukup ataupun toksik. Sehingga tingkat ataupun besar respon tanaman terhadap dosis pupuk yang diberikan dapat diperkirakan.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkarakterisasikan potensi N tanah tropika masam dari beberapa lokasi di Indonesia terhadap produksi vegetatif tanaman Jagung varietas Arjuna berdasarkan metode uji bibit Neubauer. Teknik ini didasarkan pada serapan unsur hara oleh sejumlah besar tanaman yang ditanam pada volume tanah yang sangat kecil, dalam waktu kurang lebih 20 hari. Dengan demikian diharapkan akar yang sangat padat dalam volume tanah yang kecil akan menyerap semua bentuk N yang tersedia dalam waktu yang relatif singkat.

TINJAUAN PUSTAKA

Sifat Umum Tanah Latosol

Tanah Latosol terbentuk di daerah dengan curah hujan antara 2000-7000 mm/tahun dengan bulan kering kurang dari tiga bulan. Latosol berwarna coklat hingga merah, memiliki profil yang dalam serta berstruktur remah dan gembur (Soeprtohardjo, 1961). Tanah ini mempunyai bahan induk tuff vulkan, banyak dijumpai pada daerah dengan topografi bergelombang, berombak, berbukit, dan bergunung. Tekstur tanahnya sedang sampai berat dengan kandungan liat yang tinggi, dimana fraksi liat didominasi oleh kaolinit dan mengandung seskuioksida bebas.

Proses yang penting dalam pembentukan Latosol adalah laterisasi (*ferralisasi*) dan latosolisasi yang terdiri dari : (1) pelapukan yang intensif dengan hidrolisis dari silikat, (2) pencucian basa-basa dan silikat yang menyebabkan tertimbunnya seskuioksida pada horison penciri B dan (3) pembentukan mineral liat dari kelompok kaolinit (Buringh, 1979). Humbert (1948, dalam Soepardi, 1983) menyatakan bahwa latosolisasi di daerah tropika berlangsung intensif dan pencucian terjadi begitu sempurna, sehingga hidroksida liat yang terbentuk mempunyai basa-basa yang dapat dipertukarkan sangat rendah.

Latosol bereaksi masam sampai sedang (pH 4,5 - 6,5), kandungan bahan organik rendah, kesuburan tanah rendah sampai sedang dan mempunyai KTK 10 - 20 me/100 gram serta kandungan basa-basa seperti Ca rendah, K dan Na sedang, N dan P rendah.

Tanah ini merupakan tanah pertanian yang penting dan banyak digunakan untuk budidaya tanaman di Indonesia. Sanchez (1976) telah mengumpulkan beberapa informasi tanah-tanah di daerah tropika basah termasuk Latosol untuk kepentingan pengelolaannya. Informasi ini mengenai penelitian di Amerika Latin, Hawaii dan Afrika yang nampaknya meningkat dalam sepuluh tahun terakhir ini, baik mengenai bahan organik, pengapuran dan pemakaian pupuk buatan.

Sifat Umum Tanah Podsolik

Podsolik adalah tanah dengan horison penimbunan (mempunyai horison argilik) dengan kejenuhan basa kurang dari 35%, tidak mempunyai horison Albik (Hardjowigeno, 1996). Dalam Sistem Taksonomi Tanah (Soil Taxonomy), tanah Podsolik digolongkan pada kelas Ultisol.

Tanah Podsolik mempunyai bahan induk yang berasal dari tuff masam, batu pasir dan sedimen kuarsa dengan mineral kaolinit dan gipsit. Tanah ini tersebar di daerah dengan curah hujan 1500 - 3000 mm/tahun tanpa bulan kering dengan topografi bergelombang sampai berbukit, dan terletak antara ketinggian 50 - 350 m di atas permukaan laut (Soepraptohardjo, 1961).

Proses pembentukan Podsolik adalah lixiviasi dan podsolisasi lemah. Kedua proses tersebut merupakan proses pencucian basa-basa, anion-anion, SiO_2 , oksida Fe dan Al, bahan organik dan mineral liat dari horison A, sehingga terdapat penimbunan mineral liat, senyawa tercuci, oksida Fe dan Al pada horison B. Akibat pencucian tersebut dapat dilihat melalui terakumulasinya ion H^+ pada horison eluviasi yang berwarna coklat, merah, kuning, dan sangat masam (Driessen dan Soepraptohardjo, 1974). Kesuburan alami tanah ini lebih rendah dari Alfisol atau Molisol, meskipun demikian tanah ini memberikan respon yang baik terhadap pengelolaan yang tepat. Di Amerika tanah ini dapat bersaing dengan tanah-tanah kelas satu lainnya (Soepardi, 1983).

Tanah Podsolik di Indonesia luasnya diperkirakan 48 juta hektar, dengan daerah penyebaran utamanya meliputi pulau Sumatera, Kalimantan, Irian Jaya, Jawa Barat, Sulawesi, dan Maluku (Leiwakabessy, 1988 ; Hardjowigeno, 1986). Hal ini merupakan potensi yang sangat besar bila tanah ini diusahakan dengan baik.

Nitrogen

Nitrogen dalam Tanah

Di antara berbagai hara tanaman, N termasuk yang paling banyak mendapat perhatian dan diteliti. Hal ini disebabkan karena jumlahnya sedikit di dalam tanah,

sedangkan yang diangkut tanaman tiap tahun sangat banyak. Pada saat tertentu nitrogen sangat larut dan mudah hilang dalam air drainase, pada saat yang lain hilang menguap, atau waktu lain sama sekali tidak tersedia bagi tanaman. Sehingga bila dipertimbangkan dari segala segi, N merupakan unsur hara yang dahsyat, yang tidak saja harus diawetkan tetapi juga dikendalikan penggunaannya (Soepardi, 1983).

Nitrogen tanah berasal dari mineralisasi N bahan organik, fiksasi N secara simbiotik, fiksasi N secara non-simbiotik, presipitasi dan pupuk (Millar, 1955 dalam Soepardi, 1983).

Nitrogen tanah dibagi dalam dua bentuk yaitu bentuk organik dan inorganik, bentuk organik merupakan bagian terbesar. Senyawa N organik dalam tanah pada umumnya terdapat dalam bentuk asam-asam amino, protein, dan senyawa kompleks lainnya yang sukar ditentukan seperti reaksi NH_4^+ -lignin, polimerisasi dari quinone dan senyawa N, serta kondensasi dari gula + amino (Leiwakabessy, 1988). Nitrogen inorganik tanah dijumpai dalam bentuk gas seperti nitrogen (N_2), oksida nitrogen (N_2O), amonia (NH_3); dan dalam bentuk ion-ion seperti nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), dan amonium (NH_4^+). Bentuk-bentuk dari NH_4^+ , NO_3^- , dan NO_2^- sangat penting dalam hubungannya dengan kesuburan tanah. Sedangkan bentuk-bentuk N_2O dan N_2 merupakan bentuk-bentuk yang hilang dari tanah dalam bentuk gas akibat proses denitrifikasi (Leiwakabessy, 1988).

Transformasi Nitrogen di dalam Tanah

Nitrogen merupakan unsur hara yang paling banyak dibutuhkan tanaman yang diserap dalam bentuk nitrat (NO_3^-) dan amonium (NH_4^+) (Tisdale, Nelson, dan Beaton, 1985). Ion-ion ini jumlahnya tergantung dari jumlah pupuk yang diberikan dan kecepatan dekomposisi bahan organik tanah. Jumlah yang dibebaskan dari bahan organik dan sisa pupuk ditentukan oleh kesetimbangan antara faktor-faktor yang mempengaruhi mineralisasi, imobilisasi unsur N serta kehilangannya dari tanah. Proses mineralisasi N merupakan perombakan bentuk N-organik menjadi N-inorganik,

sedangkan proses imobilisasi adalah perombakan bentuk N-inorganik menjadi bentuk N-organik (Leiwakabessy, 1988).

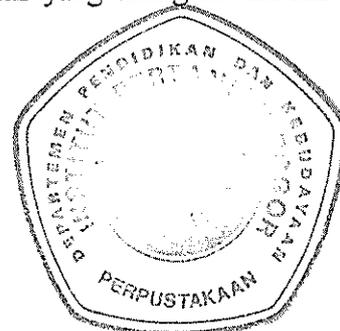
Proses dekomposisi bahan organik terjadi melalui tiga tahap yaitu (1) aminisasi yang meliputi proses transformasi protein menjadi asam amino; (2) amonifikasi yang meliputi proses transformasi asam amino menjadi amonium; dan (3) nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi enzimatik yang dilakukan oleh bakteri tertentu dalam mengubah amonium menjadi nitrat (Soepardi, 1983).

Menurut Leiwakabessy (1988), tahap aminisasi dan amonifikasi berlangsung dibawah aktifitas mikroorganisme yang heterotrop, sedangkan tahap nitrifikasi dipengaruhi oleh bakteri-bakteri autotrop.

Kehilangan nitrogen dari dalam tanah dapat melalui proses volitilisasi, penguraian, hidrolisis, denitrifikasi, dan pencucian ataupun diserap oleh tanaman (Sanchez, 1976 ; Tisdale, *et al.*, 1985). Nitrogen yang hilang melalui proses volatilisasi merupakan transformasi NH_4^+ yang diubah ke bentuk NH_3 menguap ke atmosfer bila tanah kering (Leiwakabessy dan Sutandi, 1996). Penguapan amoniak (NH_3) dari pupuk dipengaruhi oleh faktor-faktor tanah (pH, kadar CaCO_3 , KTK, kation-kation dapat ditukar, tekstur), suhu, kelembaban, jenis dan dosis pupuk amonium, serta dalamnya penempatan (Leiwakabessy, 1988).

Lebih lanjut menurut Leiwakabessy (1988), jumlah NH_4^+ dan NH_3^- dalam larutan tanah dipengaruhi oleh (1) sifat perakaran tanaman, (2) kehilangan N melalui penguapan dan faktor-faktor yang mempengaruhinya, (3) pergerakan vertikal dan pencucian NO_3^- , (4) kelembaban didaerah perakaran, dan (5) ada tidaknya sisa tanaman yang dapat mengimobilisasi nitrogen.

Sedangkan menurut Epstein (1972), jumlah nitrogen yang dibawa melalui aliran massa ke permukaan akar tanaman tergantung dari : (1) kebutuhan tanaman akan unsur N, (2) konsentrasi N dalam larutan tanah, (3) jumlah air yang ditranspirasikan per satuan berat jaringan dan (4) air efektif yang mengalir karena perbandingan potensial dan kontak dengan akar.



Peranan Nitrogen bagi Tanaman

Nitrogen dalam tanaman berfungsi merangsang pertumbuhan di atas tanah dan memberikan warna hijau daun. Hampir pada seluruh tanaman N merupakan pengatur dari penggunaan K dan P dan penyusun lainnya (Soepardi, 1983). Black (1968 dalam Sanchez, 1976) menambahkan bahwa unsur N merupakan bahan utama penyusun protoplasma, pigmen klorofil dan juga dalam hormon tanaman serta merupakan komponen ATP sekaligus pembawa energi respirasi.

Menurut Tisdale, *et al.*, (1985), N merupakan salah satu penyusun protein hasil suatu tanaman. Nitrogen dapat memperbaiki kualitas hasil dengan memperbanyak kadar fenilalanin, sistein, metionin, dan tirosin. Protein yang dibentuk di dalam sel tanaman lebih banyak bersifat fungsional daripada struktural, yaitu sebagai enzim. Nitrogen mengontrol proses-proses metabolik dalam tanaman termasuk reduksi nitrat dan sintesa protein. Fungsi nitrogen berjalan terus karena degradasi protein selalu diikuti dengan sintesa kembali. Nitrogen merupakan bagian integral dari klorofil, yang merupakan bagian primer penyerap energi cahaya yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis.

Nitrogen berperan dalam pembentukan dinding sel tanaman berupa kalsium pektat, selulosa, dan lignin (Russel, 1973). Sebagian besar berat kering tanaman disusun oleh nitrogen (Black, 1968 dalam Sanchez, 1976).

Kekurangan N mengakibatkan tanaman tumbuh lambat, lemah, dan kerdil. Pada gejala awal daun-daun muda akan kelihatan hijau terang sampai kuning. Pada tahap selanjutnya akan kelihatan lebih hebat, dimana daun-daun tua juga ikut menguning. Tanaman yang kekurangan N akan matang lebih cepat.

Tanaman yang kelebihan N akan kelihatan berwarna hijau gelap dengan daun yang sukulen dan mudah terserang hama dan penyakit tanaman. Tanaman mudah terpengaruh cekaman air dan produksi mungkin gagal (Benton, *et al.*, 1991). Kandungan nitrogen yang tinggi mendukung pertumbuhan vegetatif yang berlebihan, dan dapat merugikan tanaman terutama di daerah yang mempunyai kelembaban tanah yang tinggi (Tisdale, *et al.*, 1985).

Bahan Organik

Bahan organik adalah semua bahan yang berasal dari tumbuhan dan binatang yang berada dalam tanah atau yang ditambahkan tanpa memperhatikan tingkat dekomposisi (Millar, 1955 dalam Tan, 1982). Bahan organik tanah secara umum dibedakan atas bahan organik yang mudah didekomposisikan oleh jasad renik dan bahan organik yang relatif sulit didekomposisikan oleh jasad renik, yang disebut humus (Leiwakabessy, 1988).

Menurut Soepardi (1983), sumber asli bahan organik adalah jaringan tumbuhan. Di alam, daun, ranting, cabang, batang, dan akar tumbuhan menyediakan sejumlah bahan organik tiap tahunnya. Sedangkan organisme tanah merupakan sumber penyumbang bahan organik yang kedua setelah jaringan tanaman. Organisme ini akan menggunakan bahan organik sebagai sumber energi dan bila mereka mati jasadnya merupakan sumber bahan organik baru.

Bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah akan mengalami pelapukan. Proses pelapukan bahan organik tersebut dipengaruhi oleh berbagai macam faktor antara lain : temperatur, aerasi, tingkat kesuburan tanah, iklim, komposisi bahan organik, dan nisbah C/N bahan organik tersebut.

Pelapukan Bahan Organik

Pelapukan bahan organik umumnya terjadi pada kisaran temperatur antara 30°C - 45°C , bila lebih rendah atau lebih tinggi dari temperatur tersebut maka proses pelapukan bahan organik akan berjalan lambat, demikian juga bila dalam suasana anaerobik (Russel, 1973).

Pelapukan bahan organik juga sangat dipengaruhi oleh rasio C/N bahan organik. Kadar Nitrogen bahan organik yang rendah atau rasio C/N yang lebar akan menyebabkan pelapukan bahan organik berjalan lambat (Sanchez, 1976). Keadaan ini erat hubungannya dengan sifat mikroorganisme yang cenderung menggunakan terlebih dahulu bahan organik yang kaya nitrogen sebagai sumber makanan. Selanjutnya menurut Leiwakabessy (1988), nisbah C/N yang lebih besar dari 30 cenderung

menyebabkan terjadinya imobilisasi nitrogen, bila nilainya lebih kecil dari 20 akan terjadi mineralisasi, sedangkan bila nisbah C/N ini berada pada kisaran 20 - 30 maka proses mineralisasi akan sebanding dengan proses imobilisasi.

Bahan organik apabila melapuk akan terurai melalui tiga proses besar yaitu : (1) pelapukan secara fisik termasuk penghancuran jaringan tanaman dan pencucian bagian-bagian tertentu; (2) pelapukan secara kimiawi yaitu oksidasi dan hidrolisa bagian tanaman tertentu; dan (3) pelapukan dan sintesa secara biologi (Kussow, 1971).

Proses dekomposisi bahan organik dapat terjadi pada kondisi aerob dan anaerob. Kedua proses ini menurut Sanchez (1976) dibedakan dalam dua hal : (1) kecepatan dekomposisi, kondisi anaerob lebih lambat dari kondisi aerob; (2) hasil akhir dekomposisi.

Menurut Soepardi (1983), senyawa-senyawa yang ditemukan dalam jaringan tumbuhan dapat diklasifikasikan menurut tingkat mudah tidaknya senyawa tersebut dilapuk. Adapun pembagiannya sebagai berikut :

- | | |
|---|---------------|
| (1) gula, zat pati, dan protein sederhana | cepat dilapuk |
| (2) protein kasar | ↓ |
| (3) hemiselulosa | |
| (4) selulosa | |
| (5) lignin, lemak, waks, dan lain-lain. | |
| | |

Tisdale, et al., 1985 mengemukakan bahwa bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah akan diuraikan oleh mikroorganisme dengan merubah ukuran bahan yang masih segar kedalam ukuran yang lebih kecil. Mikroba pengurai tersebut meliputi bakteri, jamur, aktinomicetes, protozoa, dan larva insekta (Waksman, 1952 dalam Stevenson, 1982). Proses selanjutnya bahan organik akan mengalami dekomposisi menjadi bentuk persenyawaan yang lebih sederhana antara lain karbohidrat, protein, tanin, lignin, asam amino, serta fraksi bahan humus seperti asam-asam organik penting seperti polibasik, sitrat, oksalat, malonat, suksinat, dan tartrat. Dalam fase ini juga akan dibebaskan berbagai macam unsur hara, sesuai dengan unsur yang diserap dan disusun oleh tanaman yang dijadikan sumber bahan organik tersebut.

Unsur-unsur tersebut antara lain nitrogen, fosfor, kalsium, kalium, magnesium, besi, belerang, tembaga, seng, boron, dan molibdenum.

Hasil akhir dari proses pelapukan bahan organik adalah humus. Menurut Soepardi (1983) humus merupakan senyawa organik kompleks, relatif resisten terhadap pelapukan lanjut, berwarna coklat, amorf, bersifat koloidal dan berasal dari jaringan tumbuhan atau binatang yang telah diubah atau dibentuk oleh berbagai jasad mikro. Humus berpengaruh lebih luas, yaitu mempertahankan struktur tanah yang baik, meningkatkan KTK, sanggaan pH (*pH buffering*), dan kapasitas menahan air. Sehubungan dengan air terjerap, humus akan menjerap dari lingkungan jenuh air sejumlah air ekuivalen dengan 80 hingga 90 persen dari bobotnya. Sedangkan bahan non-humus berpengaruh lebih sempit, yaitu sebagai sumber bahan makanan dan energi mikroorganisme tanah dan sumber kesuburan alamiah tanah.

Menurut Stevenson (1982), humus dapat dibagi atas asam humik (asam humik coklat dan asam humik kelabu), asam fulfik (asam krenat dan asam apokrenat), protein, karbohidrat, lipid, humin, dan campuran. Jumlah terbanyak didominasi oleh asam fulfik dan humik.

Menurut Black (1968 dalam Sanchez, 1976), gugus asam humik dan fulfik memegang peranan penting dalam pengikatan besi dan aluminium terlarut, disamping asam organik lain yang dapat membentuk kompleks yang stabil, sehingga dapat mencegah bereaksinya fosfor dengan unsur-unsur tersebut.

Stabilitas khelat ditentukan oleh beberapa faktor, diantaranya : banyaknya atom yang berikatan dengan ion logam, banyaknya cincin dari molekul senyawa organik yang membentuk ikatan, sifat dan konsentrasi dari ion logam dan pH tanah (Stevenson, 1982). Dengan terbentuknya khelat antara bahan organik dengan logam seperti aluminium serta mangan yang bersifat racun pada tanah masam akan mengurangi kelarutannya dan sifat ionnya akan hilang sehingga keracunan dapat dikurangi.

Menurut Tan (1982), pengkhelatan dan pembentukan senyawa kompleks memainkan peranan penting dalam memperbaiki kesuburan tanah. Peranan tersebut adalah sebagai berikut :

- (1) pembentukan senyawa kompleks mempercepat dekomposisi mineral dan pembebasan unsur hara;
- (2) asam humik dan asam fulfik dapat meningkatkan pembebasan kalium terfiksasi;
- (3) asam humik dan asam fulfik menurunkan fiksasi fosfor, karena mempunyai afinitas yang tinggi terhadap aluminium, besi, dan kalsium;
- (4) senyawa humik secara efektif berikatan dengan unsur seperti : besi, tembaga, seng, dan mangan sehingga dapat mengurangi bahaya keracunan tersebut.

Selanjutnya Lindsay (1974 dalam Tan, 1982) mengatakan bahwa pada tanah yang kekurangan unsur mikro seperti besi, tembaga, seng, dan mangan, pengkhelatan unsur-unsur tersebut oleh bahan organik tanah dapat menaikkan kelarutannya, kemudian mempertahankan kelarutan unsur mikro tersebut.

Dari penelitian Thomas (1975) serta Bloom, *et al.*, (1979) terlihat bahwa pemberian bahan organik cukup efektif untuk mengurangi Al-aktif yang bersifat racun pada tanah-tanah masam. Selanjutnya Bloom, *et al.*, (1979) menambahkan sebanyak dua persen humus, ternyata Al-aktif berkurang sebanyak 40 persen dari larutan tanah, bila dibandingkan dengan tanah yang tidak diberi humus. Selain itu dijelaskan bahwa disamping humus mengikat aluminium, juga menaikkan kapasitas tukar kation organik, sehingga menurunkan kejenuhan aluminium.

Pengaruh Bahan Organik di dalam Tanah

Penambahan dan pengelolaan bahan organik merupakan tindakan perbaikan lingkungan tumbuh untuk meningkatkan atau mengoptimalkan manfaat pupuk sehingga efisiensinya meningkat. Tanah yang kekurangan bahan organik akan berkurang daya menyangga dan keefisienan pupuk karena sebagian besar pupuk hilang dari lingkungan perakaran (Go Ban Hong, 1977).

Hsieh dan Hsieh (1990) mengemukakan fungsi bahan organik didalam tanah dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu fungsi fisika, kimia, dan biologi.

Fungsi Fisika. Bagian serat dari bahan organik memungkinkan pembentukan agregat atau granulasi tanah. Perbaikan agregasi tanah akan memperbaiki permeabilitas dan peredaran udara tanah liat. Agregasi dan granulasi akan mengurangi aliran permukaan dan memperkuat daya pegang tanah, sehingga erosi akan berkurang. Bahan organik juga menjadikan fluktuasi temperatur tanah lebih kecil. Agregasi dan granulasi juga mempermudah akar tanaman untuk menembus tanah lebih dalam dan luas, sehingga lebih kokoh dan lebih mampu menyerap hara tanaman serta air lebih banyak (Jo, 1990). Tanah yang memiliki kandungan bahan organik tinggi lebih mudah diolah daripada yang berkandungan rendah, tidak membentuk kerak dan tidak merekah besar jika kekeringan, dan mempunyai tingkat kekerasan yang rendah (Uwasawa, 1990)

Fungsi Kimia. Pemberian bahan organik dapat memberi pengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman karena penambahan bahan organik tersebut meningkatkan kapasitas tukar kation, mensuplai dan meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman yang semakin baik (De Datta, 1981). Bahan organik tanah merupakan penyumbang N yang terbesar bagi tanaman, yaitu sekitar 60% dari jumlah N terserap oleh tanaman (Tanaka, 1978).

Bahan organik disamping menyumbang N, S, P, dan K, juga berperan sebagai sumber unsur-unsur mikro seperti B, Zn, Cu, Mo, dan Si (Wen, 1984). Bahan organik juga meningkatkan ketersediaan beberapa unsur hara dan efisiensi penyerapan P. Menurut Sabiham, *et al.*, (1993), fosfor yang semula terfiksasi oleh Ca, Fe, dan Al dan tidak dapat diserap tanaman akan menjadi tersedia bila unsur-unsur Ca, Fe, dan Al tersebut diikat oleh bahan organik menjadi organo-kompleks.

Fungsi Biologi. Bahan organik adalah sumber utama energi bagi aktivitas jasad renik tanah. Penambahan bahan organik dengan nisbah C/N tinggi mendorong pembiakan jasad renik dan mengikat beberapa unsur hara tanaman dan menyebabkan kekurangan sementara. Sebagian jasad renik mati dan melepaskan kembali unsur hara ke tanah.

Peranan Bahan Organik bagi Tanaman

Telah diketahui bahwa bahan organik berperan dalam perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Berdasarkan hal ini maka pemberian bahan organik ke dalam tanah nyata dapat memperbaiki pertumbuhan sekaligus meningkatkan produksi tanaman yang lebih baik.

Menurut Waksman (1952 dalam Stevenson, 1982), bahan organik mengandung auxin dan phytohormon yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Demikian juga Kononova (1966 dalam Sanchez, 1976) mengutarakan bahwa asam humik dan derivatnya dapat meningkatkan permeabilitas membran tanaman sehingga mendukung pengambilan hara. Hal ini dikarenakan humik yang diambil tanaman akan menjadi sumber tambahan dari polyphenol yang berfungsi sebagai katalisator dalam respirasi, sehingga meningkatkan metabolisme tanaman, memperlancar kerjanya enzim, pembelahan sel dipercepat dan sistem perakaran menjadi lebih berkembang. Lebih lanjut Kononova (1966 dalam Sanchez, 1976) menerangkan bahwa asam humik meningkatkan intensitas penyerapan oksigen dan pengambilan N oleh tanaman.

Selain menyediakan unsur hara bagi tanaman, menurut Mulder (1966 dalam Stevenson, 1982), asam-asam organik dengan bobot molekul rendah seperti asam formiat, asetat, propionat, aspartat dari bahan organik dapat mendorong pertumbuhan tanaman.

Menurut Soepardi (1983), pengaruh lain dari pupuk organik dalam tanah yang penting bagi tanaman adalah peranannya dalam menaikkan kadar CO_2 . CO_2 dalam tanah berasal dari dekomposisi bahan organik, disamping penambahan ekresi akar tanaman dan yang terbawa oleh air hujan. Sejumlah kecil CO_2 bereaksi dalam tanah membentuk asam karbonat, membentuk garam dari Ca, Mg, dan K karbonat. Garam-garam tersebut mudah larut dan mudah hilang dalam air drainase atau diserap oleh tanaman. Dengan demikian Ca, Mg, K, dan juga CO_3^{2-} dan HCO_3^- menjadi tersedia bagi tanaman. Namun demikian lebih lanjut Soepardi (1983) mengatakan bahwa beberapa senyawa organik merupakan bahan yang berbahaya bagi tanaman, seperti misalnya asam dihidroksistearat yang mempunyai sifat racun terhadap tanaman.

Dengan keterangan tersebut diharapkan bahwa tanaman yang diberi pupuk organik akan tumbuh dan berproduksi dengan baik.

Percobaan yang dilakukan di kebun percobaan Darmaga IPB, menunjukkan bahwa pemberian bahan organik berupa pupuk kandang kotoran sapi pada tanaman jagung ternyata meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang, bobot tongkol, hasil pipilan kering, bobot 100 butir biji jagung, dan memperbaiki mutu tongkol (Sumaryanto, 1982).

Hasil percobaan Pichot (1971 dalam Sanchez, 1976) pada Ferralitic soil (Oxisol) menunjukkan bahwa pemberian bahan organik berupa pupuk kandang sebanyak 60 ton/ha sekaligus, diperoleh hasil total jagung selama lima tahun sebesar 13,12 ton dan tanpa pupuk kandang hasilnya 5,82 ton/ha. Sukresno (1982) menyimpulkan bahwa pemupukan dengan pupuk kandang ternyata lebih baik daripada pengapuran dalam meningkatkan pertumbuhan dan komponen hasil jagung pada Latosol di Darmaga. Menurut penelitian Anwarhan (1981) pemberian pupuk kandang pada tanah Podsolik Merah Kuning di Kalimantan Timur pada tanaman jagung dapat meningkatkan tinggi tanaman, bobot 1000 butir dan produksi pipilan kering.

Peranan Pupuk Kandang dalam Tanah

Pupuk kandang merupakan penyumbang bahan organik yang dapat dimanfaatkan untuk menambah ketersediaan unsur hara dalam tanah. Menurut Soepardi (1983), pupuk kandang yang umum digunakan di lapang merupakan campuran dari kotoran padat, air kencing, amaran, dan sisa makanan. Sehingga susunan kimia dari bahan itu berbeda dari suatu tempat ke tempat lain tergantung dari : (1) macam ternak, (2) umur dan keadaan hewan, (3) sifat dan jumlah amaran, dan (4) cara mengurus dan menyimpan pupuk sebelum digunakan.

Lebih lanjut Soepardi (1983) mengatakan bahwa pupuk kandang mengandung banyak nitrogen dan mempengaruhi bahan organik yang sudah ada sebelumnya dalam tanah. Sebagai sumber hara ia dapat menaikkan jumlah hara yang dapat tersedia dan

menaikkan hasil tanaman dan sisa bahan organik yang tertinggal dalam tanah. Adanya penambahan nitrogen maka kadar karbon dalam tanah dapat dikendalikan.

Menurut Greenland dan Dart (1971 dalam Sanchez, 1976) keuntungan pemberian pupuk kandang pada tanah ialah : (1) menyediakan sebagian besar nitrogen dan belerang, serta setengah dari unsur fosfor secara perlahan-lahan, (2) meningkatkan KTK tanah masam yang telah mengalami pelapukan lanjut, (3) dapat membentuk kompleks dengan oksida amorf, sehingga oksida amorf tidak mengkristal dan menurunkan fiksasi fosfor, (4) memantapkan agregat tanah dan memperbaiki sifat fisik tanah, sehingga menurunkan erosi, (5) meningkatkan kapasitas menahan air, (6) dapat membentuk kompleks dengan unsur mikro sehingga mencegah pencucian.

Jika dibandingkan dengan pupuk buatan, pupuk kandang mempunyai kandungan unsur hara dalam jumlah sedikit, tetapi kelebihanannya disamping dapat meningkatkan hara juga dapat meningkatkan humus, memperbaiki struktur tanah dan mendorong kehidupan jasad mikro. Pupuk kandang merupakan pupuk lambat bereaksi, karena sebagian dari zat makanan pada pupuk tersebut harus mengalami berbagai perubahan sebelum tersedia bagi tanaman. Oleh karena itu, tanah yang diberi pupuk kandang dalam jangka waktu yang lama masih dapat memberikan hasil yang baik karena hara yang ada berangsur-angsur menjadi bebas dan tersedia bagi tanaman (Sabiham, *et al.*, 1983).

Selain itu menurut Soepardi (1983), walaupun pupuk kandang mempunyai pengaruh nyata terhadap sifat fisik dan biologi tanah, ia juga harus dianggap sebagai sumber nitrogen dan hingga tingkat tertentu sebagai sumber kalium juga.

Hasil penelitian Shide dan Ghosh (1971 dalam Sanchez, 1976) serta penelitian Pichot (1971 dalam Sanchez, 1976) dengan memberikan 5,6 ton pupuk kandang/ha/tahun selama 10 tahun dan 60 ton pupuk kandang/ha sekaligus selama lima tahun, mengakibatkan peningkatan C-organik, N-total, P-tersedia, Ca-dd, dan pH tanah.



Hubungan Kemasaman Tanah dengan Sifat Kimia Tanah dan Tanaman

Keadaan tanah yang masam akan berpengaruh terhadap keseimbangan unsur hara, yaitu dapat menaikkan ataupun menurunkan konsentrasi ion-ion dalam larutan tanah (Bohn, McNeal, dan O'Connor, 1979 dalam Soepardi, 1983).

Menurut Black (1967 dalam Sanchez, 1976), tanah-tanah masam yang mempunyai $\text{pH} < 5,5$ akan menyebabkan kelarutan Mn sangat tinggi, defisiensi Ca dan Mg, serta ketersediaan nitrogen, fosfor dan kalium sangat rendah. Menurut Mclean (1976) masalah yang sering terjadi pada tanah masam adalah ketersediaan fosfor yang rendah, akibat fiksasi fosfat oleh besi dan aluminium menjadi bentuk yang tidak larut. Kemasaman tanah juga akan mempengaruhi kegiatan mikroorganisme tanah. Bakteri dan aktinomicetes akan terhambat kegiatannya, demikian pula dengan nitrifikasi dan fiksasi nitrogen (Soepardi, 1983).

Pertumbuhan tanaman yang buruk pada tanah masam dapat dihubungkan langsung dengan kejenuhan Al dalam tanah. Hasil penelitian Wayatsuma dan Kaneko (1987) menunjukkan bahwa ion-ion polimer aluminium yang dominan pada $\text{pH} 4,7$ cenderung diabsorpsi akar yang kemudian akan merusak plasmolema sel-sel akar sehingga pada akhirnya dapat menghambat perpanjangan akar. Selanjutnya pengaruh aluminium terhadap protoplasma sel terlihat dari adanya pengendapan fosfat pada bagian dalam dinding sel. Akar dan ujung tanaman seperti terbakar yang kemudian akan menyebabkan dis-organisasi pada tudung dan pembuluh akar (Fleming dan Foy, 1968; Foy dan Brown, 1964 dalam Mclean, 1976).

Menurut Vlamis (dalam Kamprath, 1972), aluminium adalah unsur penghambat pertumbuhan tanaman. Konsentrasi yang tinggi dalam larutan tanah lebih dari 1 ppm Al langsung akan menyebabkan penurunan hasil (Vicente, Chandler, Pearson dalam Sanchez, 1976) dan merusak sistem perakaran. Hasil yang sama untuk tanaman jagung ditemukan oleh penelitian Ligin dan Pierre (1932 dalam Kamprath, 1972) serta penurunan hasil pada tanaman tembakau dan kentang akibat konsentrasi Al yang tinggi ditemukan di Abruna (Villagracia, 1973 dalam Sanchez, 1976).

Terhambatnya pertumbuhan tanaman pada tanah-tanah masam dapat juga disebabkan oleh karena defisiensi kalsium atau magnesium (Sanchez, 1976) maupun karena terganggunya penyerapan air oleh akar tanaman (Adams dan Lund dalam Kamprath, 1972). Penelitian oleh para pakar di Abruna pada tanaman tembakau yang ditanam pada tanah Ultisol Puerto Rico dengan pH 4,2 dan kadar Ca 0,4 me tiap 100 gram tanah tanpa pengapuran menghasilkan pertumbuhan akar yang terbatas karena keracunan aluminium dan defisiensi kalsium. Pengapuran dengan $MgCO_3$ sampai pH 5,6 dan tanpa penambahan kalsium (tetap dalam keadaan masih rendah) menyebabkan pertumbuhan akar tembakau terhenti pada umur 60 hari. Dengan diendapkannya aluminium dan penambahan kalsium menjadi 4,4 me tiap 100 gram tanah (dari 0,4 me/100 gram) dengan $CaCO_3$ pertumbuhan menjadi normal kembali. Oleh karena itu keracunan aluminium dan defisiensi kalsium merupakan faktor pembatas utama dalam penggunaan tanah masam. Defisiensi magnesium juga akan membatasi pertumbuhan tanaman tembakau.

Sedangkan pH tanah sendiri tidak secara langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman, kecuali pada pH kurang dari 4,2 dimana konsentrasi ion hidrogen akan menghalangi serapan kation oleh akar (Black, 1967 dalam Sanchez, 1976). Pada tanah berpasir yang mempunyai pH kurang dari 5,0 dan kejenuhan Al yang relatif tinggi, dijumpai adanya defisiensi magnesium (Kamprath, 1972). Pemupukan magnesium pada Oxisol di Brasil menghasilkan respon yang cukup baik pada berbagai tanaman dan menurunkan persentase kejenuhan aluminium yang terdapat dalam tanah tersebut (Mikklesen, 1963 dalam Sanchez, 1976).

Pertumbuhan tanaman yang buruk pada tanah masam selain diakibatkan oleh keracunan Al, kekurangan kalsium atau magnesium juga dapat diakibatkan oleh kekurangan mangan atau molibdenum. Mangan sangat mudah larut pada pH kurang dari 5,5 (Black, 1967 dalam Sanchez, 1976). Apabila unsur ini terdapat dalam jumlah yang cukup, keracunan mangan dapat terjadi bersamaan dengan keracunan aluminium pada nilai pH 5,5 sampai dengan 6,0. Kelarutan mangan meningkat dengan terjadinya reduksi tanah dimana Mn^{4+} diubah menjadi Mn^{2+} . Sedangkan kelarutan dan

ketersediaan molibdenum pada tanah-tanah masam adalah rendah. Hal ini dapat dimaklumi karena tanah-tanah masam yang terletak di daerah tropik basah telah mengalami pencucian dan pelapukan lanjut, khususnya yang bahan induknya telah tua sehingga kecenderungan defisiensi molibdenum mungkin akan terjadi (Drosdoff, 1972).

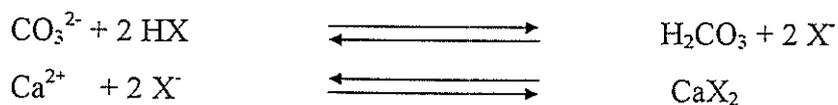
Pengapuran

Kemasaman tanah merupakan akibat dari kurangnya basa-basa yang dapat dipertukarkan. Dengan demikian penambahan basa-basa tertentu kedalam tanah dalam jumlah yang cukup dapat memperbaiki keadaan tersebut. Menurut Soepardi (1983), dua kation yang paling cocok untuk mengurangi kemasaman tanah adalah Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Ion-ion tersebut banyak dijumpai di alam dan mempunyai efek yang menguntungkan terhadap sifat-sifat tanah.

Bahan kapur yang banyak digunakan sebagai kapur pertanian adalah dalam bentuk kalsit (CaCO_3). Kalsit yang dipakai untuk pengapuran, menurut Kussow (1971) akan mengalami disosiasi dalam tanah. Ion karbonat yang dihasilkannya akan berperan dalam peningkatan pH dan penetralan Al yang dapat dipertukarkan. Proses penetralan berlangsung setelah ion karbonat mengalami hidrolisis dan peningkatan pH larutan. Proses tersebut berlangsung melalui reaksi berikut :



ion karbonat juga dapat menetralkan ikatan H dari bahan organik melalui reaksi berikut :



Selain itu menurut Kussow (1971), basa-basa dari bahan kapur dapat meningkatkan kejenuhan basa tanah, terutama Ca.

Pengapuran pada tanah masam telah banyak dilaporkan dapat mengakibatkan penurunan magnesium. Hasil penelitian Myers, McLean, Bigham (1988), menemukan bahwa penurunan Mg ini berkorelasi positif dengan penurunan Al dapat dipertukarkan,

sehingga mendukung hipotesa bahwa fiksasi Mg ini disebabkan oleh pengikatan atau pengendapan Mg dan Al setelah pengapuran. Menurut Pearson dan Adams (1967), defisiensi Mg pada tanah yang bersifat kalcareous merupakan hasil kombinasi dari rendahnya Mg dan tingginya Ca. Pemberian kapur dalam bentuk kalsit tanpa pemberian pupuk Mg pada tanah yang rendah dalam Mg dapat ditukar dapat menyebabkan kekurangan Mg pada tanaman. Menurut Adams (1963); Adams dan Henderson (1958) dalam Pearson dan Adams (1967), defisiensi Mg ini terjadi bila kejenuhan Mg kurang dari 5%. Berkurangnya ketersediaan Mg akibat pengapuran juga dikemukakan oleh Grove dan Sumner (1985). Berdasarkan hasil penelitiannya, penambahan kapur ini menurunkan Mg tanah terekstrak, Mg jaringan, dan berat kering bagian atas tanaman.

Dalam hubungannya dengan ketersediaan K, pengapuran pada tanah yang bereaksi masam dapat memberikan pengaruh yang berbeda. Pengapuran dapat menaikkan atau menurunkan ketersediaan K. Menurut Kussow (1971), ion Ca dari bahan kapur mudah menggantikan kedudukan ion K dalam kompleks jerapan, sehingga akan meningkatkan jumlah K yang tersedia bagi tanaman. Sedangkan dalam Pearson dan Adams (1967) dinyatakan bahwa pengapuran dapat menurunkan K tersedia dalam tanah. Bohn, *et al.*, (1979) menyatakan bahwa menurunnya ketersediaan K disebabkan karena meningkatnya fiksasi K pada tanah yang dikapur. Pada tanah dimana pengapuran dapat meningkatkan K tersedia, tanah tersebut mungkin pada awalnya mempunyai kapasitas retensi yang rendah. Ini mungkin terjadi pada tanah berpasir dan tanah-tanah yang telah mengalami hancuran iklim lanjut. Dalam hal ini pengapuran dapat meningkatkan KTK tanah sehingga K yang dapat ditahan pada kompleks jerapan akan meningkat.

Selain itu defisiensi fosfor pada tanah-tanah yang bereaksi masam pada umumnya parah disebabkan karena terikatnya unsur tersebut secara kuat pada partikel padat tanah, seperti mineral liat kaolinit dan oksida-oksida besi dan aluminium, maupun oleh reaksi antara faktor Al, sehingga fosfor tersebut relatif tidak tersedia bagi tanaman (Sanchez, 1976). Oleh sebab itu, berbagai usaha dilakukan untuk mengatasi

masalah kemasaman tanah ini, dan salah satunya adalah dengan melakukan pengapuran pada tanah masam tersebut.

Menurut Soepardi (1983), pengapuran pada tanah yang bereaksi masam sampai dosis tertentu dapat meningkatkan ketersediaan P. Sebagian P yang bereaksi dengan Al dan Fe dapat dibebaskan melalui pertukaran anion. Hal ini dapat dilukiskan dengan reaksi berikut :



Di sini terlihat bahwa satu anion (OH)⁻ dapat ditukar dengan satu ion lain (H₂PO₄)⁻. Akan tetapi pengapuran yang terlalu banyakpun tidak akan menguntungkan bagi ketersediaan P. Fosfor yang tersedia akan bereaksi dengan Ca membentuk senyawa yang sukar larut. Bohn, *et al.*, (1979) mengatakan bahwa kisaran pH dimana ketersediaan P paling tinggi adalah pH 6 - 7.

Kelarutan unsur mikro (kecuali Mo) serta beberapa unsur yang bersifat toksik dapat menurun dengan pengapuran (Soepardi, 1983). Namun demikian, bagi unsur mikro yang dibutuhkan tanaman serta jumlahnya rendah dalam tanah, pengapuran dapat menimbulkan masalah baru.

Pengapuran juga dapat merangsang aktivitas mikroorganisme tanah dan dengan demikian maka dapat meningkatkan arti bahan organik dan nitrogen di dalam tanah masam. Bakteri pengikat N dari udara, baik yang simbiotik maupun non-simbiotik dirangsang oleh pemberian kapur. Karena kemampuannya dalam mempercepat proses pelapukan bahan organik dan pembentukan humus ini maka pengapuran secara tidak langsung dapat memperbaiki struktur tanah (Baver, 1959 dan Soepardi, 1983). Sumbangan ion Ca²⁺ yang berasal dari bahan kapur dapat meningkatkan terjadinya flokulasi di dalam tanah, hal ini akan menciptakan struktur tanah yang lebih baik.

Namun demikian, pengapuran yang efektif perlu memperhatikan segi-segi praktikal karena pengapuran yang berlebihan menurut Lynd dan Turk (1948, dalam Soepardi, 1983) dapat berakibat :

1. Kekurangan besi, mangan, tembaga, dan seng
2. Ketersediaan P mungkin menurun karena pembentukan senyawa kompleks dan tidak larut
3. Serapan P dan penggunaannya dalam metabolisme dapat terganggu
4. Serapan boron dan penggunaannya dapat terganggu
5. Perubahan pH yang melonjak dengan sendirinya dapat berpengaruh buruk.

Untuk itu, Kanapathy (1972) menyebutkan bahwa jumlah kapur yang diperlukan tergantung pada : (1) kedalaman tanah yang diusahakan, (2) konsentrasi sulfur yang dioksidasikan dimana biasanya bertambah dengan makin bertambahnya kedalaman tanah, (3) toleransi tanaman, (4) kapasitas penyangga tanah.

Kebutuhan Kapur

Pengapuran merupakan istilah yang menunjukkan usaha penambahan senyawa kalsium, atau kalsium - magnesium yang mampu mengurangi kemasaman tanah (Tisdale, *et al.*, 1985). Sedangkan kebutuhan kapur menurut McLean (1976) adalah sejumlah kapur/basa yang dibutuhkan untuk menetralisasi kemasaman yang berdisosiasi dan tidak berdisosiasi, dari keadaan masam sampai keadaan netral atau kurang masam. Faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan kapur adalah pH tanah, Al dapat dipertukarkan, tekstur dan struktur tanah, jumlah bahan organik, dan tanaman yang akan ditanam (Soepardi, 1983)

Untuk menentukan kebutuhan kapur suatu tanah, Kamprath (1972) mengemukakan metode kesetaraan Al dapat dipertukarkan yaitu, besarnya sekitar 1,5 sampai 2,0 kali Al-dd yang diekstrak dengan larutan KCl 1 N. Metode ini menurut Sanchez (1976) sangat baik untuk menentukan kebutuhan kapur pada tanah yang bereaksi masam di daerah tropis. Lebih lanjut Sanchez (1976) mengemukakan bahwa pengapuran sudah cukup baik bila pH tanah dapat mencapai 5.5 hingga 6.0 karena pada pH tersebut kejenuhan aluminium sudah cukup rendah dan ketersediaan unsur kalsium, magnesium, fosfor, dan molibdenum meningkat.

Jagung

Jagung (*Zea mays L.*) tergolong kelas monokotil, famili Gramineae. Daerah pertumbuhan tanaman jagung sangat luas, mulai dari daerah temperat, sub-tropik, dan tropik. Suhu optimum untuk pertumbuhannya antara 21^o - 27^oC (Koswara, 1982).

Di Indonesia, jagung merupakan tanaman pangan kedua setelah padi. Di dalam taksonominya, tanaman ini termasuk divisi Spermatophyta, klas Angiosperm, sub-klas Monocotyledone, ordo Graminales (Effendi, 1982).

Tanaman jagung memiliki persyaratan tumbuh yang luas. Tanaman ini dapat tumbuh sampai ketinggian 4000 meter diatas permukaan laut dengan curah hujan 250 - 5000 mm/tahun (Martin, Leonard dan Stamp, 1976).

Kebutuhan Hara. Pada awal pertumbuhannya serapan unsur hara pada jagung relatif lambat, tetapi mulai umur 4 minggu setelah tanam akan berjalan dengan cepat. Jagung membutuhkan banyak hara untuk pertumbuhannya. Unsur C dan O telah dipenuhi dari udara, unsur H diperoleh dari air, unsur N, P, dan K yang merupakan hara primer dan unsur Ca, Mg, dan S merupakan unsur sekunder serta hara mikro B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, dan Zn diserap dari tanah.

Jagung memerlukan Nitrogen sepanjang hidupnya, tetapi penggunaan terbesar terjadi pada 3 minggu sebelum tanaman berbunga. Pada waktu berbunga, 60% N telah diserap tanaman (Koswara, 1982). Unsur N bersifat mobil dalam tanaman jagung, oleh karena itu gejala defisiensi N yang lanjut akan memperlihatkan pertumbuhan yang kerdil, daun berwarna hijau kekuning-kuningan berbentuk huruf V dari ujung daun menuju tulang daun, tongkol kecil dan kandungan protein dalam biji rendah.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca dan Laboratorium Kesuburan dan Laboratorium Kimia Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Percobaan dilakukan dari pertengahan bulan Maret 1997 hingga pertengahan bulan November 1997.

Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan tanah-tanah tropika masam lahan kering yang berasal dari 11 lokasi terpilih di Indonesia. Jenis dan daerah asal tanah-tanah percobaan disajikan pada Tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Jenis dan Daerah Asal Tanah-tanah yang Digunakan dalam Percobaan

No	Nama Tanah	Daerah Asal
1	Latosol Merah Parung*	Parung, Gunung Sindur, Jabar
2	Latosol Coklat Tua Kemerahan Darmaga*	Darmaga, Bogor, Jabar
3	Podsolik Merah Nanggung*	Nanggung, Leuwiliang, Jabar
4	Podsolik Merah Kekuningan Jasinga*	Jasinga, Jabar
5	Latosol Coklat Parakan Salak*	Parakan Salak, Parung Kuda, Jabar
6	Latosol Merah Kekuningan Cikasungka*	Cikasungka, Cigudeg, Jabar
7	Latosol Coklat Tua Kemerahan Cikembar*	Cikembar, Sukabumi, Jabar
8	Podsolik Bangka	Pulau Bangka
9	Podsolik Dorowati	Dorowati, Lampung Timur
10	Latosol Candi	Candi, Lampung Utara
11	Podsolik Banjar Baru	Banjar Baru, Kalimantan Selatan

Sumber * = Peta Tanah Tinjau Propinsi Jawa Barat Skala 1 : 250.000. Lembaga Penelitian Tanah, 1996.

Bahan organik yang digunakan sebagai perlakuan adalah kotoran sapi yang diambil dari Balai Reproduksi Ternak, Fakultas Politeknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Sedangkan untuk perlakuan kapur digunakan kalsit (CaCO_3).

Sebagai tanaman uji digunakan benih jagung varietas Arjuna yang diambil dari kebun percobaan Muara, Institut Pertanian Bogor. Untuk melindungi tanaman dari hama dan penyakit, digunakan furadan. Pupuk dasar yang digunakan adalah : SP-36 (36% P_2O_5) dan KCl (60% K_2O). Air bebas ion digunakan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman selama pertumbuhannya.

Sedangkan alat-alat yang digunakan adalah: pot plastik kapasitas 300 g, kantong plastik, ember, botol semprot, label, sprayer, timbangan, gentong dari plastik, gunting, kertas koran, oven, seperangkat alat tulis, alat-alat laboratorium, dan lain-lain

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan faktorial dalam rancangan acak lengkap dengan 3 kali ulangan. Faktor-faktor yang dicobakan adalah bahan organik (N) dan kapur (Ca). Bahan organik (N) yang digunakan (kadar air 64.5%) terdiri dari 4 taraf, yaitu : N0 (tanpa pemberian bahan organik); N1 (7,5% BKM); N2 (15% BKM); N3 (30% BKM). Sedangkan pengapuran terdiri dari 2 taraf, yaitu : tanpa kapur (Ca0) dan dikapur (Ca1) setara 2 Al-dd. Dosis bahan organik (N) dan kapur yang diberikan serta notasi dan kombinasi perlakuan yang digunakan masing-masing tertera pada Tabel 2 dan Tabel 3 berikut ini :

Tabel 2. Dosis Bahan Organik (N) dan Kapur yang Digunakan

Tanah	Berat (kg)	Dosis Bahan Organik (N) ----- (g/satuan berat masing-masing tanah) -----				Dosis Kapur ----- (g/pot) -----	
		N0	N1	N2	N3	Ca0	Ca1
Parung	3.60	0	270	540	1080	0	4.10
Darmaga	5.33	0	400	800	1600	0	4.50
Nanggung	3.73	0	280	560	1120	0	51.3
Jasinga	4.53	0	340	680	1360	0	21.1
Parakan Salak	5.33	0	400	800	1600	0	1.50
Cikasungka	3.87	0	290	580	1160	0	5.04
Cikembar	5.33	0	400	800	1600	0	1.50
Bangka	4.93	0	370	740	1480	0	1.60
Dorowati	5.33	0	400	800	1600	0	1.50
Candi	5.20	0	390	780	1560	0	1.50
Banjar Baru	4.53	0	340	680	1360	0	2.85

* Nama tanah sesuai dengan nomor tanah pada Tabel 1.

Tabel 3. Notasi dan Kombinasi Perlakuan yang digunakan pada masing-masing Tanah.

Perlakuan	Notasi	Kombinasi Perlakuan
Bahan Organik (N)	N0	N0Ca0
	N1	N1Ca0
	N2	N2Ca0
	N3	N3Ca0
Kapur (Ca)	Ca0	N0Ca1
	Ca1	N1Ca1
		N2Ca1
		N3Ca1

Model rancangannya secara statistik (Steel dan Torrie, 1980) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + (\epsilon)_{ijk} ;$$

Y_{ijk} = nilai pengamatan pada perlakuan faktor bahan organik ke-i, faktor kapur ke-j dan ulangan ke-k.

μ = nilai tengah umum

α_i = pengaruh aditif taraf ke-i dari faktor bahan organik

β_j = pengaruh aditif taraf ke-j dari faktor kapur

$(\alpha\beta)_{ij}$ = pengaruh interaksi taraf ke-i faktor bahan organik dan taraf ke-j faktor kapur

$(\epsilon)_{ijk}$ = pengaruh galat dari satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan-ij.

Untuk menguji pengaruh perlakuan dan interaksinya dilakukan analisis ragam dan untuk menilai pengaruh antar perlakuan dilakukan analisis uji menurut Duncan.

Pelaksanaan Percobaan

Pengambilan dan Persiapan Contoh tanah. Pengambilan contoh untuk menentukan lokasi yang terpilih dilakukan berdasarkan informasi peta tanah. Adapun lokasi yang ditetapkan adalah daerah Jawa Barat sebanyak 7 contoh, Lampung 2 contoh, sedangkan daerah Kalimantan dan Bangka masing-masing terdiri dari 1 contoh.

Contoh-contoh tanah yang akan digunakan terlebih dahulu dikeringudarkan, dihancurkan, lalu diayak dengan saringan 2 mm, kemudian diaduk rata dan diambil secukupnya untuk analisis pendahuluan tentang sifat kimia dan fisiknya.

Penetapan dosis bahan organik berdasarkan kadar C-organik tanah dan dosis kapur berdasarkan kadar Al-dd tanah dari data hasil analisis pendahuluan. Selanjutnya bahan organik dan kapur ditambahkan ke dalam tanah kemudian diinkubasi selama 3 bulan dalam kantong plastik yang diikat rapat untuk menghindari penguapan. Setelah masa inkubasi, contoh-contoh tanah disiapkan untuk analisis unsur N di laboratorium dan untuk kegiatan rumah kaca.

Kegiatan Rumah Kaca. Contoh-contoh tanah yang telah diinkubasi dikeringudarkan, dihancurkan kemudian diayak dengan saringan 2 mm dan diaduk rata. Selanjutnya ditambahkan KCl dan SP-36 sebagai pupuk dasar dengan cara menaburkan kemudian diaduk rata lalu dikeringudarkan.

Dilanjutkan dengan penetapan kadar air pada kondisi kering udara dan pada kapasitas lapang dari contoh tanah, lalu contoh tanah ditimbang sebanyak 200 g BKM untuk tanah Darmaga (2), Jasinga (4), Parakan Salak (5), Cikembar (7), Bangka (8), Dorowati (9), Candi (10), dan Banjar Baru (11). Untuk tanah Parung (1), Nanggung (3), dan Cikasungka (6) masing-masing sebanyak 175 g BKM, kemudian dimasukkan ke dalam pot-pot plastik yang telah dilapisi kertas buram dibagian dasar pot untuk membatasi akar tanaman dan menghindari kebocoran.

Pada pot-pot yang telah diisi tanah ditanami benih jagung dengan kerapatan 12 benih/pot, kemudian dilakukan penjarangan menjadi 10 tanaman/pot.

Untuk memenuhi kebutuhan air selama masa pertumbuhannya, dilakukan penyiraman setiap hari dengan menggunakan air bebas ion, dan keadaan tanah dipertahankan sekitar kapasitas lapang.

Setelah tanaman berumur 30 hari, tanaman dipotong bagian atasnya kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60⁰C selama 3 hari, kemudian ditimbang untuk mengetahui berat kering berangkasnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

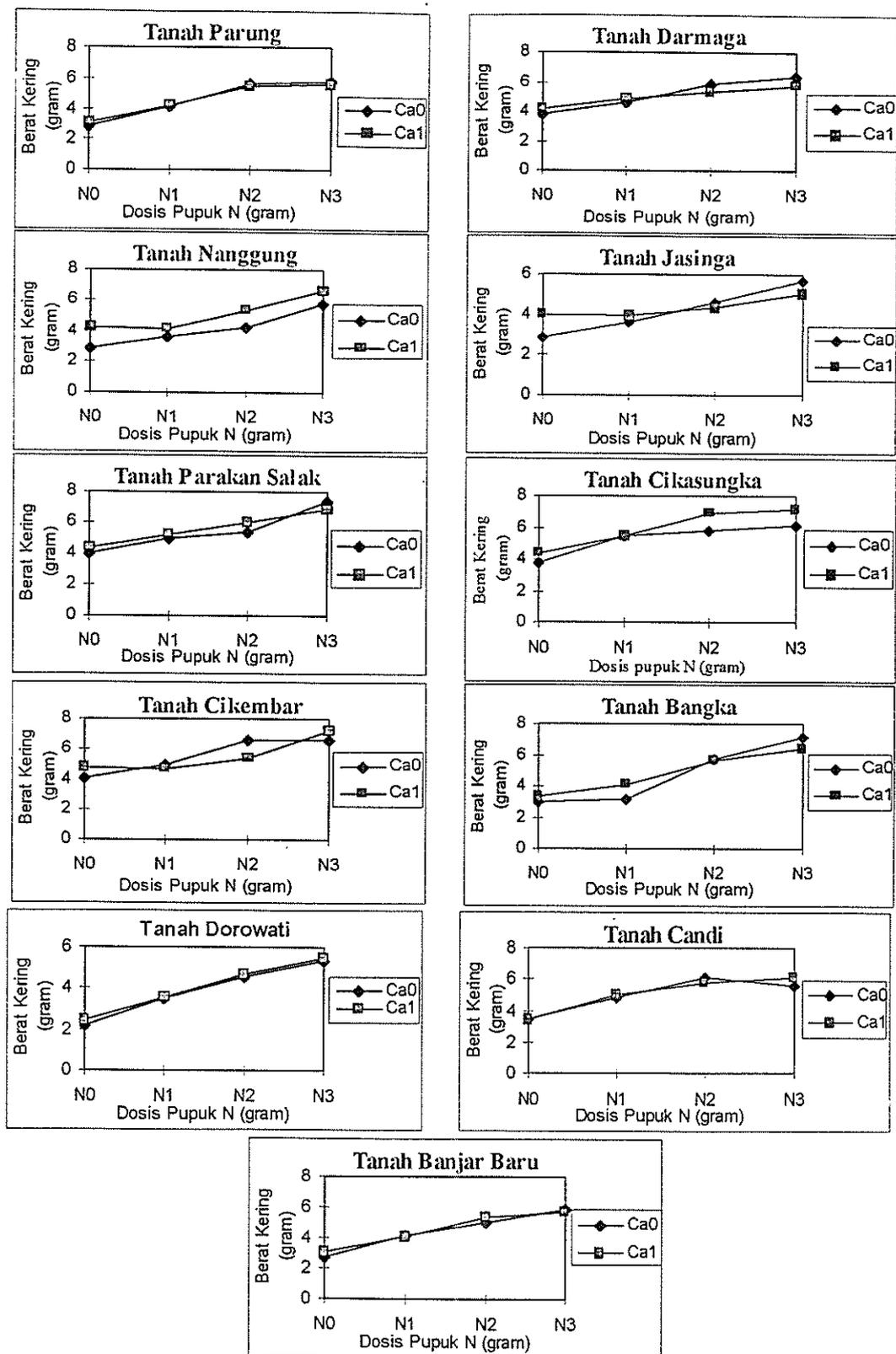
Pengaruh Bahan Organik (N) terhadap Berat Kering Tanaman Jagung

Data berat kering tanaman jagung yang dihasilkan pada setiap satuan percobaan dan rata-ratanya pada masing-masing tanah percobaan disajikan pada Tabel Lampiran 2. Secara umum berat kering tanaman yang dihasilkan meningkat seiring dengan peningkatan taraf N yang diberikan. Pola hubungan pengaruh bahan organik (N) dengan kapur dan tanpa kapur terhadap berat kering tanaman jagung pada masing-masing tanah percobaan disajikan pada Gambar 1.

Pertumbuhan tanaman jagung selama 30 hari masih berada pada vegetatif. Pertumbuhan batang dan daun berlangsung relatif cepat dengan memanfaatkan semua faktor tumbuh yang ada secara optimal. Penambahan bahan organik akan meningkatkan ketersediaan N sehingga dapat mendukung fungsi dasar fisiologis tanaman, karena unsur N merupakan bahan utama penyusun protoplasma, pigmen klorofil serta merupakan komponen ATP sekaligus pembawa energi respirasi (Black, 1967 dalam Sanchez, 1976).

Dari hasil analisis ragam yang tertera pada Tabel Lampiran 3 menunjukkan pemupukan N berpengaruh sangat nyata terhadap berat kering tanaman jagung bagian atas umur 30 hari pada semua tanah yang digunakan dalam percobaan ini. Adanya respon yang positif dari tanaman terhadap pemberian N dalam bentuk bahan organik membuktikan bahwa pupuk N yang ditambahkan sangat nyata dapat meningkatkan produksi berat kering tanaman jagung. Dimana bahan organik disamping sebagai sumber N juga berperan sebagai sumber unsur S, P, K, dan unsur-unsur mikro (Wen, 1984) dan mampu meningkatkan ketersediaannya.

Berdasarkan hasil analisis uji Duncan untuk pengaruh bahan organik (N) terhadap berat kering tanaman jagung yang disajikan pada Tabel Lampiran 4, menunjukkan bahwa penambahan dosis N pada semua tanah diikuti oleh peningkatan berat kering tanaman jagung. Tetapi pemberian N pada tanah Parung (1), Cikasungka (6), dan Candi (10) sampai taraf N2 berpengaruh tidak beda nyata dengan taraf N3,



Gambar 1. Pola Hubungan antara dosis Bahan Organik disertai Pengapuran dan tanpa Kapur dengan Berat Kering tanaman Jagung bagian atas pada masing-masing Tanah Percobaan

sehingga pemberian N sampai taraf N2 dianggap sudah mencukupi kebutuhan N oleh tanaman jagung pada tanah-tanah tersebut. Pemberian N sampai taraf N3 dianggap berlebihan karena produksi berat kering yang dihasilkan tidak berbeda nyata dengan produksi taraf N2. Selain itu dapat memperlambat kematangan tanaman serta dapat mengakibatkan tanaman tidak resisten terhadap serangan hama dan penyakit (Leiwakabessy, 1988). Sedangkan untuk tanah-tanah yang lain, hasil analisis uji Duncan menunjukkan bahwa produksi berat kering yang dihasilkan pada taraf N3 beda nyata dengan taraf N2. Keadaan ini menunjukkan bahwa dalam pengelolaan tanah-tanah tersebut untuk mencapai produksi berat kering yang maksimum masih memerlukan penambahan taraf N yang melebihi dosis N3 pada percobaan ini sampai dosis yang diberikan berpengaruh tidak beda nyata dengan dosis yang lebih kecil secara statistik.

Karakterisasi Potensi Nitrogen Tanah

Karakterisasi potensi nitrogen tanah dalam percobaan ini dilakukan dengan tiga pendekatan, yaitu berdasarkan persen produksi relatif ($Y_0/Y_{max} \times 100\%$), metode Grafik Cate-Nelson, dan berdasarkan hasil analisis sidik ragam dengan uji Duncan.

Pendekatan karakterisasi unsur N berdasarkan persen produksi relatif yang dapat dicapai pada percobaan ini mengacu kepada karakterisasi menurut Coupe dan Rouse (1973), dimana terdapat tiga kategori, yaitu rendah ($< 75\%$), sedang ($75\% - 90\%$) dan tinggi ($> 90\%$). Tabel 4 menunjukkan angka persen produksi relatif (Y_0/Y_{max}), yang memperlihatkan tingkat defisiensi N pada masing-masing tanah untuk tanaman jagung. Makin tinggi angka persen produksi relatif yang dihasilkan menunjukkan makin rendah respon tanaman jagung terhadap pupuk nitrogen yang diberikan sekaligus berarti makin tinggi tingkat ketersediaan nitrogen pada tanah tersebut. Sebaliknya hal ini berlaku untuk angka persen produksi relatif rendah.

Tabel 4 kolom A menunjukkan gambaran tentang kemungkinan persen produksi relatif yang dihasilkan pada masing-masing tanah apabila tidak diberikan N (N0) dan tanpa kapur. Keadaan ini juga menunjukkan kemampuan tanah yang

sebenarnya dalam menyediakan nitrogen bagi tanaman jagung. Tabel 4 kolom B menunjukkan gambaran tentang kemungkinan persen produksi relatif yang dapat dicapai pada masing-masing tanah dengan perlakuan N taraf N0 dan dikapur. Keadaan ini menunjukkan kemungkinan potensi tanah dalam menyediakan N bagi tanaman apabila tanah tersebut dikapur tetapi tanpa pemupukan N. Sedangkan dari data kolom C Tabel 4 memberikan gambaran tentang potensi ketersediaan N yang sebenarnya setelah pengapuran dan tanpa pemberian N. Dari ketiga gambaran ketersediaan N-tanah yang berdasarkan persen produksi yang dihasilkan menunjukkan bahwa, tingkat ketersediaan N pada tanah-tanah percobaan termasuk kategori rendah. Hal ini ditunjukkan oleh rendahnya persen produksi yang dihasilkan pada setiap tanah tanpa perlakuan N (N0).

Tabel 4. Perbandingan Hasil Karakterisasi N-Tanah melalui Pendekatan Persen Produksi Relatif, Metode Grafik Cate-Nelson dan Hasil Analisis Ragam dengan Uji Duncan

No. Tanah	Persen Produksi Relatif (Kategori)			Metode Grafik Cate-Nelson		Hasil Analisis Ragam		Hasil Uji Duncan			
	A	B	C	Kadar N	Kategori	Pengaruh N	Kategori	N0	N1	N2	N3
1	48.2 (R)	49.6 (R)	54.7 (R)	0.15	Rendah	**	Kurang	a*	b	c	c
2	59.5 (R)	66.0 (R)	72.5 (R)	0.18	Rendah	**	Kurang	a*	b	c	d
3	49.7 (R)	43.2 (R)	63.9 (R)	0.18	Rendah	**	Kurang	a*	a	b	c
4	49.6 (R)	56.2 (R)	79.5 (S)	0.19	Rendah	**	Kurang	a*	a	b	c
5	54.2 (R)	58.3 (R)	63.1 (R)	0.19	Rendah	**	Kurang	a*	b	b	c
6	61.4 (R)	52.4 (R)	63.3 (R)	0.23	Rendah	**	Kurang	a*	b	c	c
7	61.4 (R)	56.6 (R)	62.6 (R)	0.21	Rendah	**	Kurang	a*	b	c	d
8	41.8 (R)	47.1 (R)	52.1 (R)	0.12	Rendah	**	Kurang	a*	a	b	c
9	41.0 (R)	42.1 (R)	44.9 (R)	0.07	Rendah	**	Kurang	a*	a	b	c
10	55.8 (R)	55.8 (R)	56.0 (R)	0.18	Rendah	**	Kurang	a*	b	c	c
11	43.3 (R)	57.1 (R)	63.0 (R)	0.11	Rendah	**	Kurang	a*	b	c	d

Keterangan :

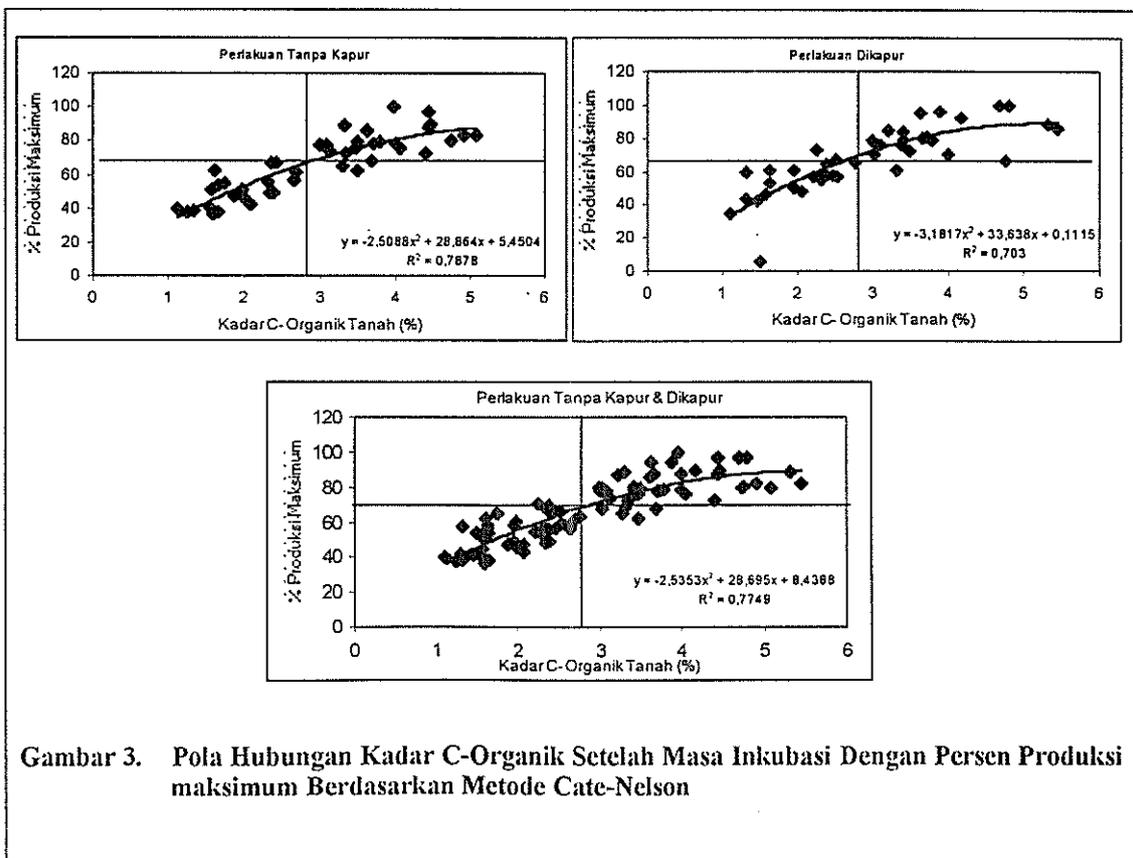
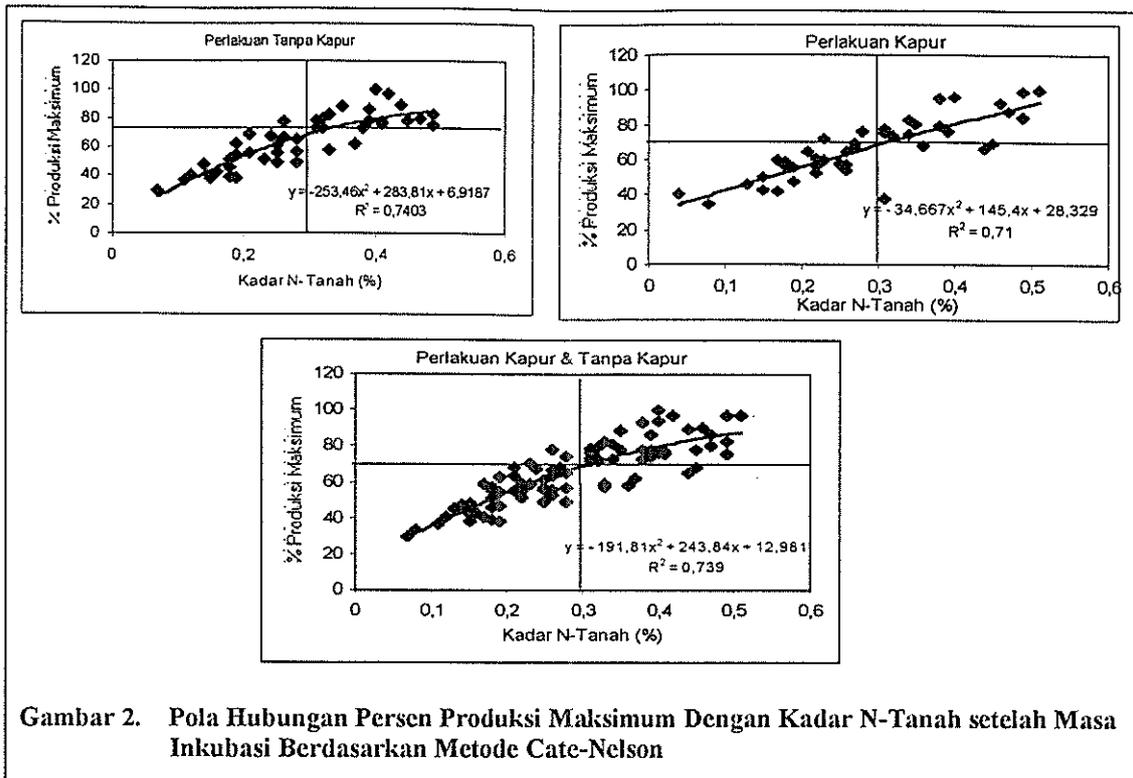
No. Tanah = Disesuaikan dengan Tabel 1; (R) = Rendah ; (S) = Sedang; A = Produksi tanpa unsur yang diuji (N0) dan tanpa kapur (CaO) terhadap produksi maksimum tanpa kapur; B = Produksi tanpa unsur yang diuji (N0) dan tanpa kapur (CaO) terhadap produksi maksimum dikapur; C = Produksi tanpa unsur yang diuji (N0) dan dikapur terhadap produksi maksimum dengan dikapur; Kadar N = Kadar N tanah setelah masa inkubasi (tanpa perlakuan kapur dan tanpa N. CaON0); ** = Sangat nyata; * = Huruf yang sama pada setiap baris nyata pada taraf 5%; N1, N2, N3 = taraf perlakuan N.

Karakterisasi yang kedua berdasarkan penetapan nilai kritis dengan menggunakan metode Grafik Cate-Nelson (Cate dan Nelson, 1965). Nilai kritis ini memisahkan nilai kadar N yang memberi respon besar terhadap pemberian N dengan nilai kadar N yang memberi respon kecil terhadap pupuk N yang diberikan (Sanchez, 1976). Sehingga berdasarkan nilai tersebut tingkat ketersediaan N dapat dikelompokkan ke dalam dua kelas yaitu, cukup atau kurang. Dikatakan cukup

apabila nilai kadar N berada pada daerah sebelah kanan atau di atas nilai kritis, dan dikatakan kurang apabila nilai kadar N berada pada daerah sebelah kiri atau di bawah nilai kritisnya.

Pola hubungan antara kadar N tanah dengan persen produksi maksimum dan pengelompokan tingkat ketersediaan N untuk perlakuan N tanpa kapur dan dikapur berdasarkan metode grafik Cate-Nelson ditunjukkan pada Gambar 2. Dari ketiga gambar tersebut dapat dilihat nilai kritis yang diperoleh masing-masing sebesar 0.3%. Bila nilai kritis tersebut dibandingkan dengan nilai kandungan N dari masing-masing tanah percobaan setelah masa inkubasi yang tertera pada Tabel Lampiran 5, menunjukkan bahwa kadar N pada perlakuan tanpa N dan tanpa kapur (Ca0N0) secara keseluruhan di bawah nilai kritis yang diperoleh. Keadaan ini menunjukkan bahwa tingkat ketersediaan N pada semua tanah percobaan termasuk kategori kurang (Tabel 4). Sedangkan kisaran cukup pada perlakuan N dan kapur maupun tanpa kapur setelah masa inkubasi secara umum diperoleh pada taraf N2.

Pendekatan karakterisasi yang ketiga berdasarkan hasil analisis ragam yang mengacu kepada hasil uji Duncan. Karakterisasi ini didasarkan kepada nyata atau tidak nyata pengaruh pemberian N terhadap hasil berat kering bagian atas tanaman jagung. Apabila pemberian N menunjukkan pengaruh nyata terhadap berat kering tanaman jagung, berarti kandungan N tanah tersebut kurang (*insufficient*). Sebaliknya apabila pemberian N menunjukkan pengaruh tidak nyata meningkatkan berat kering, maka kandungan N tanah tersebut termasuk kategori cukup (*sufficient*). Dari hasil analisis ragam (Tabel Lampiran 3) menunjukkan bahwa pemberian N secara keseluruhan memberikan pengaruh sangat nyata terhadap berat kering pada semua tanah percobaan. Berdasarkan hasil analisis uji Duncan untuk pengaruh N terhadap berat kering (Tabel Lampiran 4), tampak bahwa peningkatan taraf N seiring dengan peningkatan berat kering yang dihasilkan pada setiap tanah yang digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan N pada semua tanah percobaan termasuk kategori kurang (Tabel 4).



Karakterisasi Potensi C-Organik Tanah

Potensi C-organik penting untuk diketahui dalam hubungannya dengan evaluasi status N-tanah. Kadar C-organik dari suatu tanah menggambarkan nilai nisbah C/N tanah tersebut. Nilai C/N ini akan menentukan laju proses mineralisasi dan imobilisasi N, sekaligus mempengaruhi kadar bahan organik dalam tanah. Tanah-tanah dengan bahan organik yang rendah stabil umumnya memiliki harga C/N sekitar 10 (Leiwakabessy, 1988).

Kadar C-organik dari masing-masing tanah percobaan setelah masa inkubasi tertera pada Tabel Lampiran 5. Secara umum kadar C-organik pada masing-masing tanah setelah masa inkubasi meningkat seiring dengan peningkatan taraf bahan organik yang diberikan, baik dengan pengapuran maupun tanpa pengapuran.

Meskipun gambaran kadar C-organik dari masing-masing tanah percobaan telah diketahui melalui analisis yang dilakukan, namun informasi tersebut belum dapat menjelaskan batas-batas ataupun tingkat kecukupan C-organik dari tanah yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman jagung.

Karakterisasi potensi C-organik tanah dalam percobaan ini dilakukan berdasarkan pendekatan metode Grafik Cate-Nelson. Dari nilai kritis yang diperoleh maka dapat ditentukan batas-batas cukup ataupun kurang dari setiap satuan percobaan. Pola hubungan antara kadar C-organik tanah-tanah percobaan setelah masa inkubasi dengan persen produksi maksimum dan pengelompokan status C-organik dengan perlakuan tanpa kapur dan dikapur berdasarkan metode Grafik Cate-Nelson dapat dilihat pada Gambar 3. Dari ketiga Gambar tersebut diperoleh nilai kritis dari setiap satuan percobaan masing-masing sebesar 2.8%. Berdasarkan nilai kritis yang diperoleh, maka kadar C-organik dari masing-masing tanah percobaan setelah masa inkubasi dengan perlakuan N taraf N0 dan tanpa kapur (Ca0N0) secara keseluruhan dapat dikategorikan kurang, karena kadar C-organik tanah-tanah percobaan setelah masa inkubasi pada taraf Ca0N0 semuanya di bawah nilai kritis yang diperoleh (Tabel 5).

Tabel 5. Perbandingan Hasil Karakterisasi Kadar C-Organik melalui Pendekatan Metode Grafik Cate Nelson dengan Kadar C-Organik tanah setelah masa inkubasi

No. Tanah	Kadar C-Organik (%) taraf CaON0	Kategori
1	1.25	Kurang
2	1.58	Kurang
3	1.33	Kurang
4	1.65	Kurang
5	1.66	Kurang
6	1.98	Kurang
7	1.75	Kurang
8	1.55	Kurang
9	1.13	Kurang
10	2.00	Kurang
11	1.59	Kurang

Keterangan :

No. Tanah = Disesuaikan dengan nomor tanah pada Tabel 1

Pengaruh Pengapuran terhadap Berat Kering Tanaman Jagung

Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan kapur terhadap berat kering tanaman jagung pada percobaan ini ternyata berbeda-beda, hasil analisisnya dapat dilihat pada Tabel Lampiran 3. Pengaruh sangat nyata terdapat pada percobaan yang dilakukan pada tanah Naggung (3), Cikasungka (6), dan Banjar Baru (11). Berdasarkan hasil uji Duncan untuk pengaruh kapur terhadap berat kering yang tertera pada Tabel Lampiran 4, tampak bahwa pengapuran pada tanah-tanah tersebut berpengaruh beda nyata dalam meningkatkan berat kering tanaman jagung bagian atas. Sedangkan pada tanah Parung (1), Darmaga (2), Jasinga (4), Parakan Salak (5), Cikembar(7), Bangka (8), Dorowati (9), dan Candi (10), berdasarkan analisis ragam tampak bahwa perlakuan kapur memberikan pengaruh tidak nyata terhadap berat kering. Dari hasil analisis uji Duncan untuk pengaruh kapur terhadap berat kering pada tanah-tanah tersebut tidak berbeda nyata, walaupun berat kering yang dihasilkan sebenarnya meningkat.

Perbedaan pengaruh ini diduga sebagai akibat dari sifat kimia tanah yang digunakan berbeda-beda, sehingga respon tanaman terhadap pemberian kapur juga berbeda-beda. Pengapuran dapat meningkatkan pH tanah, meningkat mineralisasi dan fiksasi N, menaikkan atau menurunkan ketersediaan K tergantung pada keadaan-keadaan tertentu (Soepardi, 1983).

Pengapuran yang sangat nyata meningkatkan berat kering tanaman jagung bagian atas bila ditinjau lebih lanjut, peningkatan tersebut bukanlah semata-mata

karena pengaruh langsung dari kalsium karbonat itu sendiri, akan tetapi merupakan hasil resultante dari sejumlah reaksi kimia secara umum yang terjadi di dalam tanah. Seperti diketahui bahwa kelarutan atau ketersediaan dari sebagian besar unsur hara esensial bagi pertumbuhan tanaman berhubungan langsung dengan tingkat kemasaman tanah. Peningkatan pH tanah akibat pengapuran akan meningkatkan ketersediaan posfornya, yang penting dalam proses fotosintesa karbohidrat. Dengan meningkatnya absorpsi P oleh tanaman, jumlah karbohidrat yang terbentuk dari hasil fotosintesa akan bertambah. Dengan bertambahnya karbohidrat akan merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman, sehingga berat kering bagian atas tanaman akan meningkat pula. Sedangkan pengaruh kapur yang tidak nyata terhadap berat kering tanaman jagung kemungkinan disebabkan karena tingkat reaksi (pH) tanah dan kandungan aluminium yang dapat dipertukarkan berada dalam selang dimana pertumbuhan tanaman jagung tidak terganggu. Tiap tanaman mempunyai toleransi yang berbeda-beda terhadap tingkat reaksi tanah. Tanaman jagung dapat tumbuh pada pH 4.5 sampai 8.0 (Buckman dan Brady, 1990). Sedangkan menurut Adams dan Pearson (1967) pertumbuhan maksimum tanaman jagung diperoleh pada kisaran pH terendah 4.8 dan tertinggi 5.7.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pemberian bahan organik (N) pada seluruh tanah percobaan yang digunakan berpengaruh sangat nyata terhadap berat kering tanaman jagung bagian atas berumur 30 hari.
2. Karakterisasi N tanah berdasarkan pendekatan persen produksi relatif, metode grafik Cate-Nelson dan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa potensi N dari semua tanah percobaan termasuk kategori rendah atau kurang bagi pertumbuhan tanaman jagung.
3. Karakterisasi potensi C-organik berdasarkan pendekatan metode Grafik Cate-Nelson menunjukkan bahwa kadar C-organik pada tanah-tanah percobaan termasuk kategori kurang.
4. Pemberian kapur (CaCO_3) pada tanah Nanggung (3), Cikasungka (6), dan Banjar Baru (11) berpengaruh sangat nyata terhadap berat kering tanaman, sedangkan pada tanah Parung (1), Darmaga (2), Jasinga (4), Parakan Salak (5), Cikembar (7), Bangka (8), Dorowati(9), dan Candi (10) pengapuran berpengaruh tidak nyata dalam meningkatkan berat kering tanaman jagung.
5. Titik kritis tentatif dari kadar N-tanah (metode Kjeldhal) dan C-organik (metode Welkley & Black) untuk tanaman jagung menurut percobaan ini masing-masing sebesar 0.3% dan 2.8%.

Saran

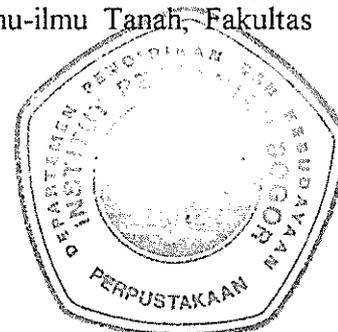
Perlu dilakukan uji korelasi terhadap serapan hara N oleh tanaman jagung, juga penelitian lebih lanjut sebagai studi kalibrasi di lapangan sehingga memungkinkan dikembangkan suatu program rekomendasi yang akan membantu pemantapan produksi pangan, meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk, menata pemupukan berimbang serta mencegah dampak negatif kelebihan penggunaan pupuk terhadap lingkungan, khususnya perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwarhan. 1981. Pengaruh Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung di Kalimantan Selatan. Kongres Nas. III HITI, 16-19 November 1981, Malang.
- Baver, L. D., 1959. Soil Physics. John Wiley and Sons. Inc., New York.
- Benton, J., Jones Jr., B. Wolf and H. A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Publishing. Inc. 183 Paradise Blod, Suite 108. Athens. Georgia 30607, USA.
- Bloom, P. R., M. B. McBride, and R. M. Weaver. 1979. Aluminium Organic Matter in Acid Soil : Buffering and Solution Aliminium Activity. Soil Sci. Soc. Amer. J. 43 : 488 - 493.
- Bohn, L., B. L. McNeal and G. A. O' Connor. 1979. Soil Chemistry. John Wiley & Sons, New York.
- Buckman, H. O and N. C. Brady. 1990. 10th ed. The Nature and Properties of Soils. The McMilan Co, New York.
- Buringh, P. 1979. Introduction to the Study of Soil in Tropical and Subtropical Regions, 3rd ed. Centre Wageningen, The Netherlands.
- Cate, R. B., and L. A. Nelson. 1965. A Rapid Method for Correlation of Soil Test Analysis with Plants Response Data. Intern. Soil Testing Tech Bull. No.1 North Caroline Univ. Agr. Exp. Stat. Raleigh.
- Coupe, J. T., and R. D. Ruose. 1973. Interpretation of Soil Test results. In L. M. Walsh and J. D. Beaton (eds) : Soil Testing and Plant Analysis. SSSA Inc., Madison, Wisc.
- De Datta, S. K. 1981. Principles and Practices of Rice Production. John Wiley & Sons, Inc., New York. 618p.
- Driessen, P. M. dan M. Soepratohardjo. 1974. Soil for Agricultural expansion in Indonesia. Bull. 1 Soil Res. Inst, Bogor.
- Drosdoff. M. 1972. Soil Micro nutrient, p. 150-162. In Soil of the Humid Tropics. Nat. Acad. Sci., Washington, D. C.
- Effendi, S. 1982. Bercocok Tanaman jagung. CV. Yasaguna, Jakarta.

- Epstein, E. 1972. Mineral Nutrient of Plant. Principles and Perspective. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Go Ban Hong. 1977. Peranan Pupuk. Bahan Penataran Staf Peneliti LPH tahap II : 25 - 28 April 1977. Dept. Ilmu-Ilmu Tanah, Faperta, IPB.
- Grove, J. H. and M. E. Sumner. 1985. Lime Induced Magnesium Stress in Corn, Impact of Magnesium and Phosphorus Availability. Soil Science Journal, 49 : 1192 - 1196.
- Hardjowigeno, S. 1992. Ilmu Tanah. Ed. 3. Melton Putra, Jakarta.
- Hsieh, S. C and C. F. Hsieh. 1990. The Uses of Organic Matter in Crop Production. Paper presented at Seminar on The Use of Organic Fertilizers in Crop Production, at Suweon, South Korea, 18-24 June 1990.
- Jo, I. S. 1990. Effect of Organic Fertilizer on Soil Phycical Properties and Plant growth. Paper Presented at Seminar on The Use of Organic Fertilizers in Crop Production, at Suweon, South Korea, 18 - 24 June 1990.
- Kamprath, E. J. 1972. Soil Acidity and Liming. In Soil of Humid Tropics. Nat. Acd. Sci, Washington.
- Kanapathy, K. 1973. Acidity, Acid Sulfhate. Soil and Liming of Padi Fields. Mal. Agr. J. No 49 : 469 - 479.
- Koswara, J. 1982. Jagung. Ilmu Tanaman Setahun. Departemen Agronomi, Fakultas Pertanian, IPB, Bogor.
- Kussow, W. 1971. Introduction to Soil Chemistry. Proyek Penelitian Kesuburan Tanah, Departemen Ilmu-ilmu Tanah, Faperta, IPB, Bogor.
- Leiwakabessy, F. M. 1988. Kesuburan Tanah. Diktat Kuliah. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, IPB.
- _____ dan A. Sutandi. 1996. Pupuk dan Pemupukan. Diktat Kuliah. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, IPB.
- McLean, E.O. 1976. Chemistry of Soil Science. John Wiley & Sons, Inc., New York.

- Myers, J. A., E. O. McLean, and J. M. Bigham. 1988. Reduction in Exchangeable Magnesium with Liming of Acid Ohoi Soil. *Soil Sci, Soc Am. J.*, 52 : 131 - 136.
- Mulyadi, D. dan M. Soeprtohardjo. 1975. Masalah data luas penyebaran Tanah-tanah Kritis. Simposium Pencegahan dan Pemulihan Tanah-tanah Kritis dalam Rangka Pengembangan Wilayah. Lembaga Penelitian Tanah Bogor, Bogor.
- Martin, J. W., W. H. Leonard, and D. C. Stamp. 1976. *Crop Production*. 3rd ed. Collier MacMillan Publ., London.
- Pearson, R. W. and F. Adams. 1967. *Soil Acidity and Liming*. American Society of Agronomy Publisher. Madison., Wisconsin, USA.
- Russel, E. W. 1973. *Soil Condition and Plant Growth*. 9th ed. Longmans Green and Company, London.
- Sabiham, S., G. Soepardi dan Djokosudardjo. 1983. *Pupuk dan Pemupukan*. Departemen Ilmu-ilmu Tanah, Faperta, IPB, Bogor.
- Sanchez, P. A. 1976. *Properties and Management of Soil in the Tropics*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Jurusan Ilmu-ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, IPB, Bogor.
- Soeprtohardjo, M. 1961. *Jenis-jenis Tanah di Indonesia*. LPT, Bogor.
- Soil Survey Staff. 1992. *A Selected Chapter from The United Text of The Soil Taxonomy Of The National Cooperative Soil Survey, Conservation Service, USDA*. Washington.
- Stevenson, F. J. 1982. *Humus Chemistry. Genesis, Compotion, Reaction*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Steel, R. G. D. dan J. H. Torrie. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika : Suatu Pendekatan Biometrik*. Edisi kedua. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sukresno. 1982. *Pengaruh Interaksi antara Pengapuran dan Pemberian Pupuk Kotoran Ayam dengan Pemupukan P terhadap pertumbuhan dan hasil Jagung pada Latosol Darmaga*. Thesis. Departemen Ilmu-ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.



- Sumaryanto. 1982. Pengaruh Pemupukan dengan Kotoran Ayam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Dua Varietas Jagung (*Zea mays L.*). Thesis. Departemen Agronomi, Faperta, IPB, Bogor.
- Tanaka, A. 1978. Role of Organic Matter in Soil and Rice. IRRI. Los Banos. Laguna, Philipinas. p. 605-669.
- Thomas, G. W. 1975. The relationship between Organic Matter Content and Exchangable Aluminium and Acid Soil. Soil Sci. Soc, Amer. J. 39: 591-592.
- Tisdale, S. L., W. L. Nelson, and J. D. Beaton. 1985. Soil Ferility and Fertilizers. 4th ed. The Mac Millan Co, New York.
- Tan, K. H. 1982. Principle of Soil Chemistry. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Uwasawa, M., T. Inone, K. Hori, T. Matsumaga, M. Morooka, K. Kanekawa, and S. Sekuja. 1990. Utilization of Organic Materials for Increasing Soil Productivity and Crop Production. Paper presented at Seminar on The Use of Organic Fertilizers in Crop Production, at Suweon, South Korea, 18 - 24 June 1990.
- Wayatsuma, T. and Kaneko. 1987. High toxicity of hidroxy aluminium polymer ions to plant roots. Soil Sci. Plant Nutr. 33 (1) : 57 -67.
- Wen, Q. X. 1984. Utilization of Organic Materials in Rice Production in China. In Organic Matter and Rice. IRRI. Los Banos. Laguna, Philipinas. 55 : 45-69.

LAMPIRAN

Tabel Lampiran 1. Hasil Analisis Pendahuluan Tanah

No	Tanah	pH 1:1		Welkley dan Black C-org. %	Kjeldhal N-Total %	C/N ratio	Bray-1 P-Tersedia (ppm)	N NH ₄ OAc pH 7.0 Basa dapat ditukar (me/100g)					KTK (me/100g)	KB %	N KCl Titration KCl (me/100g)		Tekstur (Pipet) -----%-----		
		H ₂ O	KCl					Ca	Mg	K	Na	Total			Al	H	Pasir	Debu	Liat
1	Parung	5.10	4.30	1.46	0.21	6.95	0.4	2.27	0.71	0.06	0.06	3.10	14.06	22.05	2.03	0.33	2.73	11.11	18.16
2	Darmaga	5.10	4.30	1.95	0.18	10.83	1.1	1.80	0.60	0.06	0.06	2.60	15.46	16.82	1.56	0.29	4.49	17.56	77.95
3	Nanggung	4.40	3.90	1.84	0.17	10.82	0.7	12.96	4.28	0.13	0.17	17.54	48.07	36.49	24.96	1.38	4.76	52.75	42.79
4	Jasinga	5.10	3.90	1.79	0.15	11.93	1.2	4.63	1.68	0.10	0.15	6.56	21.38	30.31	8.27	0.60	21.38	39.94	38.68
5	Parakan Salak	5.20	4.40	1.89	0.19	9.95	5.5	4.84	1.36	0.49	0.26	6.95	17.71	39.24	0.39	0.22	6.89	29.22	63.89
6	Cikasungka	5.60	4.40	1.13	1.14	8.07	tr	0.79	0.22	0.13	0.17	1.31	15.74	8.32	2.42	0.41	2.85	14.70	82.45
7	Cikembar	5.90	4.80	2.16	0.13	1.62	0.9	4.62	1.44	0.26	0.26	6.58	17.99	36.58	tr	0.24	11.19	41.90	46.91
8	Bangka	5.70	4.40	2.06	0.09	22.89	1.8	0.57	0.28	0.10	0.16	1.11	5.62	19.72	0.62	0.29	66.65	14.29	19.06
9	Dorowati	5.60	4.50	1.19	0.15	7.93	1.6	1.10	0.23	0.05	0.07	1.45	4.78	30.33	0.31	0.25	69.32	14.04	16.64
10	Candi	5.50	4.40	2.27	0.12	18.92	6.2	1.60	0.83	0.20	0.08	2.61	8.43	30.96	0.47	0.28	13.21	15.85	70.94
11	Banjar Baru	4.80	3.90	1.73	0.08	21.63	4.4	0.90	0.22	0.08	0.07	1.34	6.75	19.85	1.14	0.35	35.61	29.92	34.47

Keterangan : tr = Tidak terukur

Tabel Lampiran 2. Data Berat Kering Tanaman Jagung bagian atas umur 30 Hari pada masing- masing Tanah Percobaan

No. Tanah	Perlakuan	Berat Kering (g)			Rata-rata	No. Tanah	Perlakuan	Berat Kering (g)			Rata-rata
		U1	U2	U3				U1	U2	U3	
1	Ca0N0	2.65	2.97	2.78	2.80	7	Ca0N0	4.16	3.83	4.22	4.07
	Ca0N1	4.03	3.92	4.42	4.12		Ca0N1	4.69	4.95	5.14	4.93
	Ca0N2	5.17	6.27	5.38	5.61		Ca0N2	6.67	6.59	6.41	6.56
	Ca0N3	6.07	5.61	5.76	5.81		Ca0N3	5.98	6.27	7.65	6.63
	Ca1N0	3.18	3.12	2.98	3.09		Ca1N0	4.08	3.58	3.68	3.78
	Ca1N1	4.49	4.41	3.65	4.18		Ca1N1	4.60	4.79	4.58	4.66
	Ca1N2	4.98	4.85	6.47	5.43		Ca1N2	5.83	4.83	5.34	5.33
	Ca1N3	5.46	5.32	6.16	5.65		Ca1N3	8.15	6.92	6.50	7.19
2	Ca0N0	4.25	3.37	3.39	3.79	8	Ca0N0	3.13	2.86	2.99	2.99
	Ca0N1	4.32	4.62	4.95	4.63		Ca0N1	3.42	3.43	2.62	3.16
	Ca0N2	5.95	6.25	5.48	5.89		Ca0N2	5.76	5.87	5.58	5.74
	Ca0N3	5.83	7.00	6.29	6.37		Ca0N3	7.86	6.95	6.65	7.15
	Ca1N0	3.99	4.33	4.16	4.16		Ca1N0	3.42	3.08	3.43	3.31
	Ca1N1	5.01	4.59	5.00	4.87		Ca1N1	4.39	3.80	3.98	4.06
	Ca1N2	5.58	5.05	5.24	5.29		Ca1N2	5.36	5.69	5.87	5.64
	Ca1N3	5.68	5.89	5.64	5.74		Ca1N3	6.01	7.29	5.75	6.35
3	Ca0N0	3.06	2.58	2.97	2.87	9	Ca0N0	2.15	2.21	2.25	2.20
	Ca0N1	3.17	3.58	4.10	3.62		Ca0N1	3.51	3.60	3.45	3.52
	Ca0N2	4.43	4.33	3.98	4.25		Ca0N2	4.77	4.66	4.12	4.52
	Ca0N3	6.09	5.89	5.35	5.78		Ca0N3	5.13	5.09	5.87	5.36
	Ca1N0	4.33	3.89	4.53	4.25		Ca1N0	2.54	2.46	2.38	2.46
	Ca1N1	4.73	4.16	3.47	4.12		Ca1N1	3.38	3.28	4.09	3.58
	Ca1N2	4.75	5.40	5.92	5.37		Ca1N2	5.51	4.28	4.23	4.67
	Ca1N3	7.80	6.12	6.03	6.65		Ca1N3	5.91	5.48	5.04	5.48
4	Ca0N0	2.78	3.05	2.62	2.82	10	Ca0N0	3.63	3.25	3.34	3.41
	Ca0N1	3.65	3.95	3.22	3.61		Ca0N1	5.17	4.76	4.48	4.80
	Ca0N2	4.69	4.33	4.68	4.57		Ca0N2	5.62	6.48	5.23	6.11
	Ca0N3	4.90	6.25	5.88	5.68		Ca0N3	5.66	5.68	5.43	5.59
	Ca1N0	3.97	4.33	3.66	3.99		Ca1N0	3.55	3.51	3.21	3.42
	Ca1N1	4.41	3.30	4.05	3.92		Ca1N1	5.09	5.43	4.54	5.02
	Ca1N2	4.65	5.25	3.15	4.34		Ca1N2	6.14	5.34	5.83	5.77
	Ca1N3	5.36	4.70	5.00	5.02		Ca1N3	5.75	6.06	6.53	6.11
5	Ca0N0	4.08	3.76	4.15	4.00	11	Ca0N0	2.84	2.63	2.72	2.73
	Ca0N1	4.53	5.37	4.99	4.96		Ca0N1	4.26	4.00	4.24	4.17
	Ca0N2	5.64	5.46	5.00	5.33		Ca0N2	4.92	5.09	5.07	5.03
	Ca0N3	8.11	6.66	7.38	7.38		Ca0N3	6.41	5.98	5.31	5.90
	Ca1N0	4.56	4.15	4.23	4.33		Ca1N0	3.12	2.70	3.21	3.01
	Ca1N1	5.06	5.70	4.88	5.21		Ca1N1	4.23	3.82	4.13	4.06
	Ca1N2	6.38	6.50	5.05	5.98		Ca1N2	5.62	4.78	5.64	5.35
	Ca1N3	6.68	6.69	7.21	6.86		Ca1N3	6.77	5.92	5.65	5.78
6	Ca0N0	3.62	3.70	3.92	3.75						
	Ca0N1	5.55	5.58	5.10	5.41						
	Ca0N2	6.09	5.89	5.35	5.78						
	Ca0N3	6.44	5.66	6.23	6.11						
	Ca1N0	4.82	4.47	3.66	4.32						
	Ca1N1	5.36	5.54	5.52	5.47						
	Ca1N2	6.13	7.82	6.85	6.93						
	Ca1N3	7.61	6.49	7.39	7.16						

Keterangan :

U1 = Ulangan 1; U2 = Ulangan 2; U3 = Ulangan 3

Tabel Lampiran 3. Hasil Analisis Ragam Pengaruh pemberian N dan Kapur terhadap Berat kering Tanaman jagung bagian atas

No. Tanah	Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	Pr>F
1	Perlakuan	7	30.2287	4.3183	18.58	0.0001
	Nitrogen (N)	3	29.9661	9.9887	42.80**	0.0001
	Kapur (Ca)	1	0.0011	0.0011	0.00	0.9468
	N*Ca	3	0.2615	0.0872	0.38	0.7722
	Galat	16	3.7185	0.2324		
	Total	23	33.9472			
2	Perlakuan	7	16.7004	2.3858	19.85	0.0001
	Nitrogen (N)	3	15.2570	5.0857	42.32**	0.0001
	Kapur (Ca)	1	0.1504	0.1504	1.25	0.2798
	N*ca	3	1.2930	0.4310	3.59**	0.0373
	Galat	16	1.9229	0.1202		
	Total	23	18.6233			
3	Perlakuan	7	31.7887	4.5412	15.61	0.0001
	Nitrogen (N)	3	25.5599	8.5199	29.28**	0.0001
	Kapur (Ca)	1	5.6067	5.6067	19.27**	0.0005
	N*Ca	3	0.6222	0.2074	0.71	0.5585
	Galat	16	4.6551	0.2909		
	Total	23	36.4438			
4	Perlakuan	7	16.1542	2.3077	7.62	0.0004
	Nitrogen (N)	3	13.2363	4.4121	14.57**	0.0001
	Kapur (Ca)	1	0.1395	0.1395	0.46	0.5070
	N*Ca	3	2.7783	0.9281	3.06	0.0585
	Galat	16	4.8457	0.3029		
	Total	23	20.9999			
5	Perlakuan	7	29.0377	4.1482	18.16	0.0001
	Nitrogen (N)	3	27.8246	9.2749	40.61**	0.0001
	Kapur (Ca)	1	0.1601	0.1601	0.70	0.4148
	N*Ca	3	1.0531	0.3510	1.54	0.2435
	Galat	16	3.6545	0.2284		
	Total	23	32.6922			
6	Perlakuan	7	28.9348	4.1335	17.96	0.0001
	Nitrogen (N)	3	24.7703	8.2568	33.68**	0.0001
	Kapur (Ca)	1	3.0371	3.0371	13.17**	0.0023
	N*Ca	3	1.1327	0.3776	1.64	0.2196
	Galat	16	3.6820	0.2301		
	Total	23	32.6168			
7	Perlakuan	7	33.7112	4.8159	19.48	0.0001
	Nitrogen (N)	3	30.7661	10.2554	41.48**	0.0001
	Kapur (Ca)	1	0.5643	0.5643	2.28	0.1504
	N*Ca	3	2.3809	0.7936	3.21	0.0513
	Galat	16	3.9557	0.2472		
	Total	23	37.6669			
8	Perlakuan	7	54.7826	7.8261	40.91	0.0001
	Nitrogen (N)	3	52.4351	17.4784	91.37**	0.0001
	Kapur (Ca)	1	0.0376	0.0376	0.20	0.6634
	N*Ca	3	2.3098	0.7699	4.02	0.0261
	Galat	16	3.0607	0.1913		
	Total	23	57.8433			
9	Perlakuan	7	32.2740	4.6106	29.78	0.0001
	Nitrogen (N)	3	32.1131	10.7044	68.14**	0.0001
	Kapur (Ca)	1	0.1305	0.1305	0.84	0.3721
	N*Ca	3	0.0304	0.0101	0.07	0.9774
	Galat	16	2.4770	0.1548		
	Total	23	34.7510			

Tabel Lampiran 3. (Lanjutan)

No. Tanah	Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-Hitung	Pr>F
10	Perlakuan	7	25.4078	3.6298	31.29	0.0001
	Nitrogen (N)	3	24.7528	8.2509	71.13**	0.0001
	Kapur (Ca)	1	0.0651	0.0651	0.56	0.4646
	N*Ca	3	0.5899	0.1966	1.70**	0.2081
	Galat	16	1.8561	0.1160		
	Total	23	27.2639			
11	Perlakuan	7	22.5205	3.2173	35.40	0.0001
	Nitrogen (N)	3	19.8109	6.6037	72.67**	0.0001
	Kapur (Ca)	1	0.9923	0.9923	10.92**	0.0045
	N*Ca	3	1.7176	0.5725	6.30	0.0050
	Galat	16	1.4540	0.0909		
	Total	23	23.9749			

** Sangat nyata pada taraf 5%

Tabel Lampiran 4. Hasil Analisis Uji Duncan Pengaruh Bahan Organik (N) dan Kapur (Ca) terhadap Berat Kering Tanaman Jagung

Perlakuan	Berat Kering (g) / Hasil Analisis										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N0	3.95 a*	3.98 a*	3.56 a*	3.40 a*	4.16 a*	4.03 a*	3.93 a*	3.15 a*	3.33 a*	3.42 a*	2.87 a*
N1	4.15 b	4.75 b	3.87 a	3.76 a	5.09 b	5.44 b	4.79 b	3.61 a	3.55 a	4.91 b	4.11 b
N2	5.49 c	5.59 c	4.80 b	4.46 b	5.67 b	6.36 c	5.95 c	5.69 b	4.60 b	5.85 c	4.69 c
N3	5.73 c	6.06 d	6.21 c	5.35 c	7.12 c	6.63 c	6.91 d	6.75 c	5.42 c	5.94 c	5.43 d
Ca0	4.57 a*	5.01 a*	4.13 a*	4.17 a*	5.43 a*	5.26 a*	5.24 a*	4.76 a*	3.90 a*	4.98 a*	4.09 a*
Ca1	4.58 a	5.17 a	5.01 b	4.32 a	5.59 a	5.97 b	5.55 a	4.84 a	4.05 a	5.08 a	4.46 b

Keterangan :

- (1) * = Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5%
 (2) 1, 2, 3,..... 11 = Nomor tanah, disesuaikan dengan Tabel 1

Tabel Lampiran 5. Kadar N dan C-Organik Tanah setelah Masa Inkubasi

No. Tanah	Perlakuan	C-Organik (%)	N (%)	C/N	No. Tanah	Perlakuan	C-Organik (%)	N (%)	C/N
1	Ca0N0	1.25	0.15	8	7	Ca0N0	1.75	0.21	8
	Ca0N1	2.31	0.25	9		Ca0N1	2.43	0.26	9
	Ca0N2	3.47	0.41	8		Ca0N2	3.31	0.35	9
	Ca0N3	4.00	0.31	13		Ca0N3	4.47	0.44	10
	Ca1N0	1.31	0.15	9		Ca1N0	1.64	0.22	7
	Ca1N1	2.35	0.25	9		Ca1N1	2.39	0.26	9
	Ca1N2	3.07	0.31	10		Ca1N2	3.22	0.32	10
	Ca1N3	3.79	0.49	10		Ca1N3	4.69	0.51	9
2	Ca0N0	1.58	0.18	9	8	Ca0N0	1.55	0.12	13
	Ca0N1	1.62	0.19	9		Ca0N1	2.08	0.16	13
	Ca0N2	3.49	0.32	11		Ca0N2	3.01	0.26	12
	Ca0N3	3.62	0.39	9		Ca0N3	4.45	0.42	11
	Ca1N0	2.47	0.25	10		Ca1N0	1.57	0.13	12
	Ca1N1	2.52	0.27	9		Ca1N1	2.21	0.18	12
	Ca1N2	3.03	0.31	10		Ca1N2	3.41	0.31	11
	Ca1N3	3.67	0.38	10		Ca1N3	5.32	0.47	11
3	Ca0N0	1.33	0.18	7	9	Ca0N0	1.13	0.07	16
	Ca0N1	2.39	0.28	9		Ca0N1	1.88	0.14	13
	Ca0N2	3.09	0.33	9		Ca0N2	2.69	0.25	11
	Ca0N3	4.44	0.45	10		Ca0N3	4.41	0.38	12
	Ca1N0	1.32	0.18	7		Ca1N0	1.11	0.08	14
	Ca1N1	2.38	0.26	9		Ca1N1	1.96	0.15	13
	Ca1N2	2.99	0.34	9		Ca1N2	2.76	0.21	13
	Ca1N3	4.17	0.46	9		Ca1N3	3.39	0.39	10
4	Ca0N0	1.65	0.19	9	10	Ca0N0	2.00	0.18	11
	Ca0N1	2.35	0.25	9		Ca0N1	3.29	0.28	12
	Ca0N2	3.48	0.37	9		Ca0N2	4.06	0.33	12
	Ca0N3	3.78	0.41	9		Ca0N3	5.09	0.49	10
	Ca1N0	1.50	0.19	8		Ca1N0	2.07	0.19	11
	Ca1N1	2.31	0.26	9		Ca1N1	3.02	0.27	11
	Ca1N2	3.49	0.36	10		Ca1N2	3.72	0.35	11
	Ca1N3	4.00	0.45	9		Ca1N3	5.45	0.49	11
5	Ca0N0	1.66	0.19	9	11	Ca0N0	1.59	0.11	14
	Ca0N1	2.36	0.24	10		Ca0N1	2.65	0.28	9
	Ca0N2	3.34	0.32	10		Ca0N2	3.69	0.21	18
	Ca0N3	3.97	0.40	10		Ca0N3	4.74	0.47	10
	Ca1N0	1.64	0.17	10		Ca1N0	1.46	0.17	9
	Ca1N1	2.25	0.23	10		Ca1N1	2.54	0.22	12
	Ca1N2	3.41	0.34	10		Ca1N2	3.32	0.22	15
	Ca1N3	3.64	0.38	10		Ca1N3	4.76	0.44	11
6	Ca0N0	1.98	0.23	9					
	Ca0N1	3.13	0.31	10					
	Ca0N2	3.70	0.39	9					
	Ca0N3	4.91	0.49	10					
	Ca1N0	1.96	0.23	9					
	Ca1N1	3.10	0.28	11					
	Ca1N2	3.89	0.40	10					
	Ca1N3	4.80	0.49	10					

Keterangan :

No. Tanah disesuaikan dengan Tabel 1

Tabel Lampiran 6. Data Produksi Maksimum (%) Tanaman Jagung dengan perlakuan N dan tanpa Kapur*

Perlakuan	Produksi Maksimum (%)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ca0N0	37.9	51.2	38.9	38.2	54.2	50.8	55.1	40.5	39.8	46.2	37.0
Ca0N1	55.8	62.7	49.1	48.9	67.2	73.3	66.8	42.8	47.7	65.0	56.5
Ca0N2	76.0	79.8	77.6	61.9	72.8	78.3	88.9	77.8	61.2	75.7	68.2
Ca0N3	78.7	86.3	88.3	79.0	100.0	82.8	89.8	96.9	72.6	82.8	80.0

* = Produksi dengan perlakuan 4 taraf N tanpa kapur (Ca0) terhadap produksi maksimum tanpa kapur.

Tabel Lampiran 7. Data Produksi Maksimum (%) Tanaman Jagung dengan perlakuan N dan Dikapur*

Perlakuan	Produksi Maksimum (%)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ca1N0	43.0	57.9	59.1	55.5	60.2	60.1	52.6	46.0	34.2	47.6	41.9
Ca1N1	58.1	67.6	57.3	54.5	72.5	76.1	64.8	56.5	49.8	69.8	56.5
Ca1N2	75.5	76.6	78.7	72.2	83.2	96.4	84.1	78.4	65.0	80.3	60.5
Ca1N3	78.6	79.8	92.5	69.8	95.4	99.6	100.0	88.3	76.2	85.0	66.5

* = Produksi dengan perlakuan 4 taraf N dan dikapur (Ca1) terhadap produksi maksimum dikapur.

Tabel Lampiran 8. Data Produksi Maksimum (%) pada setiap Satuan Percobaan*

No. Tanah	Perlakuan Kapur	Produksi Maksimum (%)			
		N0	N1	N2	N3
1	Ca0	37.9	55.8	76.0	78.7
	Ca1	41.9	56.6	76.6	78.6
2	Ca0	51.2	62.7	79.8	86.3
	Ca1	56.4	66.0	80.1	87.8
3	Ca0	38.9	49.1	77.6	88.3
	Ca1	57.6	55.8	79.8	90.1
4	Ca0	38.2	48.2	61.9	79.0
	Ca1	54.1	53.1	78.8	88.1
5	Ca0	54.2	67.2	72.8	100.0
	Ca1	58.7	70.6	81.0	93.9
6	Ca0	50.8	73.3	78.3	82.8
	Ca1	58.8	75.1	93.9	97.0
7	Ca0	55.1	66.8	88.9	89.8
	Ca1	57.2	69.2	86.9	97.4
8	Ca0	40.5	42.8	77.8	96.9
	Ca1	44.9	55.0	78.6	89.3
9	Ca0	39.8	47.7	61.2	72.6
	Ca1	40.3	49.8	63.3	74.3
10	Ca0	46.2	65.0	75.8	79.7
	Ca1	47.3	68.0	78.2	82.8
11	Ca0	37.0	56.5	68.2	80.0
	Ca1	40.8	55.0	65.9	82.2

* = Produksi dengan perlakuan 4 taraf N tanpa kapur dan dikapur terhadap produksi maksimum No. Tanah, disesuaikan dengan Tabel 1