

RINA ALFINA, S.P., M.P.
AUZIA ASMAN, S.P., M.P.



KESUBURAN TANAH DAN PEMUPUKAN

BUKU AJAR

Untuk Mahasiswa Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh
Jurusan Budidaya Tanaman
Program Studi Budi Daya Tanaman Hortikultura



**POLITEKNIK PERTANIAN
NEGERI PAYAKUMBUH
2023**



BUKU AJAR

Kesuburan Tanah dan Pemupukan

OLEH

Rina Alfina, S.P., M.P
NIP.198412272010122002

Auzia Asman, S.P., M.P
NIP.198212162009121001

Tanjung Pati, 16 November 2023



Diperiksa oleh :
Koordinator Prodi.
Budidaya Tanaman Hortikultura

Sari Rukmana Okta Sagita Chan, S.ST., M.P
NIP. 199310202019032016

Penanggung jawab Mata Kuliah :
Kesuburan Tanah

Rina Alfina, S.P., M.P
NIP. 198412272010122002

KATA PENGANTAR

Puji beserta syukur penulis sampaikan kehadiran Allah S.W.T atas telah selesainya Buku Ajar dengan judul '**KESUBURAN TANAH DAN PEMUPUKAN**'. Buku ajar yang sederhana ini ditulis berdasarkan studi literatur dan pengalaman penulis dalam usaha untuk mengelola tanah tetap subur dan produktif pada komoditi tanaman hortikultura seperti tanaman tomat, cabe, semangka, bawang merah, kol, wortel dan lain sebagainya.

Buku Ajar ini terdiri dari enam (6) Bab yang meliputi Bab Pendahuluan yang menjelaskan tentang sejarah, ruang lingkup dan beberapa pengertian dalam usaha penyuburan tanah, Bab II Kemasaman tanah dan pengelolaannya, Bab III Bahan organik dan mikroorganisme pengurai bahan organik, Bab IV Larutan hara tanah, Bab V Pupuk dan pemupukan, dan Bab VI Penilaian kesuburan tanah.

Penulis selalu berusaha secara terus-menerus untuk memperbaiki dan menambah kekurangan-kekurangan yang ada sehingga betul-betul dapat dimanfaatkan oleh mahasiswa Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh dalam usaha pendalaman ilmu tentang kesuburan tanah dan pemupukan. Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu, semoga penulisan buku ini bermanfaat.

RIN-AUZ

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Tujuan Instruksional Khusus.....	1
1.2. Pengertian Kesuburan Tanah dan Pemupukan.....	1
1.3. Sejarah Kesuburan Tanah dan Pemupukan.....	2
1.4. Ruang Lingkup Kesuburan Tanah dan Pemupukan.....	4
1.5. Evaluasi.....	10
1.6. Sumber Pustaka.....	10
II. KEMASAMAN TANAH DAN PENGELOLAANNYA.....	12
2.1. Tujuan Instruksional Khusus.....	12
2.2. Masalah Kemasaman Tanah.....	12
2.3. Pengelolaan Lahan Masam.....	14
2.4. Mutu dan Kebutuhan Kapur.....	16
2.5. Evaluasi.....	19
2.6. Sumber Pustaka.....	19
III. BAHAN ORGANIK DAN MIKROORGANISME PENGURAINYA...	20
3.1. Tujuan Instruksional Khusus.....	20
3.2. Bahan Organik.....	20
3.3. Mikroorganisme Pengurai Bahan Organik.....	30
3.4. Evaluasi.....	35
3.5. Sumber Pustaka.....	35
IV. LARUTAN HARA TANAH.....	37
4.1. Tujuan Instruksional Khusus	37
4.2. Pengertian Hara Tanah	37
4.3. Penyerapan Hara oleh Tanaman	40
4.4. Evaluasi	41
4.5. Sumber Pustaka	41
V. PUPUK DAN PEMUPUKAN.....	42
5.1. Tujuan Instruksional Khusus	42

5.2. Pengertian Pupuk dan Pemupukan	42
5.3. Jenis Pupuk	43
5.4. Sifat Pupuk	44
5.5. Pemupukan	45
5.6. Evaluasi	50
5.7. Sumber Pustaka	50
VI. PENILAIAN KESUBURAN TANAH.....	52
6.1. Tujuan Instruksional Khusus	52
6.2. Cara Menilai Kesuburan Tanah	52
6.3. Manfaat Penilaian Kesuburan Tanah	56
6.4. Evaluasi	56
6.5. Sumber Pustaka	57
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1	Komposisi gas utama pada berbagai kandungan uap air	5
2	Penyerapan radiasi matahari oleh oksigen	9
3	Penyerapan radiasi cahaya matahari oleh uap air, karbon dioksida dan gas oksigen	9
4	Luas lahan masam di dunia	12
5	Luas lahan masam di Indonesia	13
6	Kebutuhan kapur berdasarkan pengukuran pH dengan larutan SMP buffer (Shoemaker, McLean, and Pratt).....	18
7	Tinggi tanaman pisang raja sereh umur 6 bulan yang dipengaruhi bahan organik dan paket pupuk N, P dan K.....	27
8	Lingkaran batang pisang raja sereh umur 6 bulan yang dipengaruhi bahan organik dan paket pupuk N, P dan K.....	27
9	Panjang daun pisang raja sereh umur 6 bulan yang dipengaruhi bahan organik dan paket pupuk N, P dan K.....	28
10	Lebar daun pisang raja sereh umur 6 bulan yang dipengaruhi bahan organik dan paket pupuk N, P dan K.....	28
11	Produksi bahan kering tanaman pisang raja sereh umur 6 bulan yang dipengaruhi bahan organik dan paket pupuk N, P dan K.....	29
12	Jumlah anakan tanaman pisang raja sereh umur 6 bulan yang dipengaruhi bahan organik dan paket pupuk N, P dan K.....	30
13	Genus-genus mikroorganisme yang mampu meman-faatkan komponen-komponen bahan organik yang berbeda-beda	32
14	Unsur hara esensial	38
15	Hasil analisis pertumbuhan dan produksi tanaman jagung.....	49
16	Hasil analisis ciri kimia tanah	53
17	Berat atom beberapa unsur penting	53
18	Kriteria (status) ciri kimia tanah	54
19	Hasil analisis kimia tanah sebelum perlakuan pada kedalaman 0-20cm dengan nilai kesuburannya	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1 Pertumbuhan pisang raja sereh umur 6 bulan di lapangan.....	25
2 Lingkaran batang raja sereh umur 6 bulan dari perlakuan bahan organik dan takaran pupuk N, P dan K.....	26
3 Bentuk perakaran pisang raja sereh umur 6 bulan di lapangan	26
4 Koloid Liat	40
5 Koloid Humus	40
6 Perlakuan Penempatan Pupuk di Bawah Benih.....	48
7 Perlakuan Penempatan Pupuk di Samping Benih	48

I. PENDAHULUAN

1.1. Tujuan Instruksional Khusus

Mahasiswa diharapkan mampu :

1. Mengetahui pengertian kesuburan tanah dan pemupukan
2. Mengetahui sejarah kesuburan tanah dan pemupukan
3. Menjelaskan ruang lingkup kesuburan tanah dan pemupukan

1.2. Pengertian Kesuburan Tanah dan Pemupukan

Kemampuan tanah sebagai medium untuk menunjang pertumbuhan tanaman digunakan dalam berbagai batasan. Dua batasan yang sering digunakan secara rancu adalah *produktivitas tanah* dan *kesuburan tanah*. Produktivitas tanah diberi batasan sebagai kemampuan suatu tanah untuk menghasilkan suatu tanaman yang diusahakan dengan system pengelolaan tertentu. Produktivitas tanah merupakan perwujudan dari seluruh factor (tanah dan bukan tanah) yang mempengaruhi hasil tanaman.

Suatu tanah dikatakan produktif, maka tanah itu haruslah mempunyai tingkat kesuburan tertentu yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Namun tanah subur tidaklah selalu berarti produktif. Tanah yang subur akan produktif apabila dikelola dengan tepat, menggunakan teknik pengelolaan dan jenis tanaman yang respon. Ini membuktikan bahwa produktivitas tanah itu tidak setara dengan kesuburan tanah.

Kesuburan tanah diberi pengertian sebagai mutu kemampuan suatu tanah untuk menyediakan unsure hara, pada takaran dan kesetimbangan tertentu secara berkesinambungan untuk menunjang pertumbuhan suatu jenis tanaman pada lingkungan dengan factor pertumbuhan lainnya dalam keadaan menguntungkan.

Konsep kesuburan tanah menekankan telaah pada factor tanah, khususnya pada segi-segi terkait dengan penyediaan unsure hara bagi tanaman. Kemampuan penyediaan unsure hara ini melibatkan berbagai proses yang dikendalikan oleh factor tanah dan lingkungan.

Pengertian pemupukan adalah setiap usaha pemberian pupuk yang bertujuan menambah persediaan unsur-unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk peningkatan produksi dan mutu hasil tanaman. Dari

pengertian-pengertian tersebut pupuk berasal dari berbagai jenis bahan dan macam bahan kimia kandungannya.

1.3. Sejarah Kesuburan Tanah dan Pemupukan

Sejarah kesuburan tanah dan pemupukan dimulai atau tercatat sejak zaman Romawi, namun baru sekitar abad ke-13 dapat dirumuskan secara sistematis dan ilmiah. Kemajuan terbesar dimulai sejak abad ke-15 dan ke-16 yaitu setelah dikuasai betul prinsip-prinsip pertumbuhan tanaman. Penelitian-penelitian tanah lebih intensif dilaksanakan pada abad ke-17 hingga saat ini. Berikut akan diuraikan secara ringkas perkembangannya sejak sebelum masehi (BC) dan sesudah masehi.

Seorang sejarawan Yunani (Herodotus, 2000 BC) telah memaparkan bahwa penduduk kawasan Mesopotamia yang dilanda banjir meninggalkan bekas yang sangat subur sehingga hasil Pertanian melimpah. Tahun 900 BC, Homer telah menulis sebuah buku Qdyssey, antara lain berisi catatan hasil pengamatannya pada waktu itu yang telah mengenal usaha pemakaian pupuk kandang bagi tanaman anggur yang terlebih dahulu dikomposkan. Mungkin ini dapat dianggap sebagai awal pengenalan kesuburan tanah dan pemupukan.

Selanjutnya, Xenophon (bangsa Yunani, 434-355 B.C) melaporkan hasil catatannya tentang pengaruh pembenaman sisa tanaman kacang-kacangan ke dalam tanah. Ia melaporkan bahwa : jika rumput-rumput (termasuk jenis kacang-kacangan) itu ditanamkan ke dalam tanah, maka bahan tersebut akan menyuburkan tanah, sama seperti pemakaian kotoran binatang ternak. Theophratus (300 BC) telah menyatakan bahwa tanah yang diberi limbah kandang (sekarang disebut sebagai pupuk kandang) dapat memulihkan kesuburan tanah yang telah digunakan secara bersinambungan (terus-menerus). Ia memberikan urutan yang terbaik dari kotoran tersebut yaitu : Terbaik kotoran manusia selanjutnya babi, kambing, domba, sapi dan kuda.

Cato (234 – 149 B.C), menulis dalam buku penuntun praktek pentingnya tentang sistem pergiliran tanaman, penanaman leguminosa untuk perbaikan kesuburan tanah, penggunaan pupuk kandang dalam pertanian. Ia sudah mampu membagi lahan untuk jenis komoditi atas dasar kesuburan tanah. Virgil (70-19 BC) menyatakan bahwa polongan banyak digunakan sebagai tanaman sela yang ditanamkan. Beberapa pengamatan penting lainnya tentang pemupukan adalah : (1) Tanah dicampurkan, (2) penggunaan gamping atau kapur, dan (3) penggunaan abu.

Pada tahun 45 M, Collumella telah melakukan perbaikan kesuburan tanah dengan limbah peternakan dan pertanian. Caranya : Pupuk kandang untuk budidaya Turnip. Kemudian sisa panen Turnip dikembalikan ke tanah sewaktu pengolahan tanah, dan ditanami dengan jagung. Ia juga pertama kali melaporkan pentingnya drainase tanah, penggunaan abu tanaman, peranan pupuk hijau untuk meningkatkan produktivitas tanah.

Pietro De Crescenzi (1230-1307 M) menyusun buku berjudul : *Opus Ruralium Commodorum* yang merupakan kumpulan cara bercocok tanam setempat. Ia dipandang sebagai pencetus paham agronomi modern. Hasil pekerjaan utamanya adalah ringkasan pekerjaan di lapangan kesuburan tanah sejak zamannya Homer (900 BC). Disamping itu, Palissy (1563 M), telah memecahkan masalah bahan hara yang diambil tanaman dari dalam tanah dengan melakukan analisis abu yang selanjutnya dianggap sebagai dasar penting pada penelitian-penelitian serupa.

Van Helmont (1577 – 1644 M) di Belanda, menyatakan air sebagai bahan tanaman dan selain air (tanah) hanya sebagai tempat tumbuh. Hal terbukti kurang tepat menurut Jetro Tull (dari Inggris, 1931) yang menyimpulkan bahwa air, udara, nitrat dan sifat-sifat tanah semuanya menentukan pertumbuhan tanaman.

Justus Von Liebig (ahli kimia Jerman, 1803 – 1873) telah mulai membuat formulasi unsur hara di dalam pupuk yang dapat ditambahkan ke dalam tanah untuk periode tanam berikutnya. Ia juga mengembangkan Hukum Minimum yang berbunyi : bahwa pertumbuhan tanaman dibatasi oleh unsur hara esensial yang berada pada tingkat konsentrasi yang rendah. Tahun 1840, ia menerbitkan buku : *Chemistry in its Application to Agriculture and Physiology*. Disamping itu, ia juga menyatakan bahwa unsur fosfat (P) sangat penting dan berperan dalam pembentuk biji-bijian dan unsur kalium (K) berpengaruh terhadap perkembangan tanaman rumput-rumputan atau serealia.

J.W. Lawes dan Gilbert (1843), membangun Stasiun Percobaan di Rothamsted-Inggris. Mereka menyatakan bahwa tanaman membutuhkan P dan K, tanaman non-legum memerlukan penambahan N, jika kesuburan tanah menurun harus ditambahkan pupuk kimia (buatan) atau pupuk anorganik dan pembeeraan dapat meningkatkan N tanah.

Thomas Way : lahirnya konsep pertukaran kation yang dilakukannya terhadap pupuk kandang, bila dicampurkan ke dalam tanah, maka amonia (NH₃) diikat oleh koloid tanah.

Hill Regerl : lahirnya konsep simbiosis antara tanaman legum dengan bakteri *Rhizobium japonicum*.

Pada saat ini sudah banyak pakar yang mulai kembali ke alam yaitu dengan cara Pertanian Organik. Hal ini berarti kembali kepada konsep Xenophon, Cato dan Collumella.

1.4. Ruang Lingkup Kesuburan Tanah dan Pemupukan

Ruang lingkup kesuburan tanah dan pemupukan ini sangat luas dan secara garis besar akan terbagi dalam 3 kelompok besar yaitu tanah itu sendiri, tanaman budidaya dan lingkungan yang berpengaruh terhadap kedua kelompok sebelumnya.

A. Kelompok tanah

Tanah merupakan bagian atau kelompok yang menjadi objek dalam kesuburan tanah dan pemupukan. Tanah yang merupakan hasil pelapukan bahan induk dalam selang waktu yang cukup panjang (jutaan tahun) akan menghasilkan horizon-horizon yang tersusun secara rapi dari atas ke bawah yang disebut sebagai tubuh tanah secara alami. Apabila sudah berbicara mengenai tanah, persoalan kita tidak terlepas dari sifat dan cirinya sehingga memerlukan pembahasan yang cukup dalam.

Untuk membicarakan sekitar kesuburan tanah dan pemupukan, dapat dikaitkan beberapa bagian dari pembahasan tanah tersebut. Bagian yang harus dipelajari itu adalah permasalahan tanah tropik terutama tanah masam. Baik masalah fisik, kimia maupun biologinya sangat menarik dibahas dalam kesuburan tanah dan pemupukan ini. Bagian tanah yang tak kalah pentingnya adalah biologi tanah yang dikaitkan pada bahan organik dengan mikroorganisme pengurainya. Bagian ini sudah menjadi pola pada saat ini dan hangat dibicarakan dimana untuk mengatasi kerusakan tanah yang cukup parah. Kembali ke alam, itulah pernyataan beberapa pakar lingkungan dalam rangka perbaikan tanah.

Kimia tanah merupakan focus dari isi buku ajar ini, dimana segala proses kesuburan tanah dan pemupukan berada pada kimia tanah. Oleh karena itu, semua isi bahan ajar ini (kurang lebih 75%) membicarakan tentang kimia tanah.

B. Kelompok tanaman budidaya

Kelompok tanaman budidaya dimaksudkan adalah budidaya tanaman hortikultura. Sesuai dengan program studi yang diajarkan bahwa tanaman hortikultura merupakan bagian yang perlu dipelajari. Berbagai jenis tanaman hortikultura seperti tomat, cabe, semangka, terung, bawang merah, kol, wortel, kacang panjang, buncis, dan lain-lainnya memperlihatkan perilaku yang sangat berbeda dalam proses

kehidupannya. Ada yang sangat besar ketergantungannya pada tanah dan ada pula yang toleran sama sekali. Pada bagian lain, ketergantungan pada lingkungan sangat tinggi seperti kelompok tanaman hortikultura ini. Dan ada juga memerlukan dua bagian yang disebut terdahulu sebagai factor utama yang harus diperbaiki.

C. Kelompok lingkungan yang berpengaruh

Komposisi bahan di atmosfer dapat dirinci menjadi partikel-partikel halus dan ringan dari tiga kelompok bahan yaitu : gas (udara kering dan uap air); cairan (butir-butir air atau awan) dan aerosol (bahan padatan seperti debu). Terjadinya perbedaan dalam hal tekanan, kerapatan dan ketebalan lapisan atmosfer adalah sebagai akibat proses pemanasan dan pendinginan di permukaan bumi yang berubah menurut waktu dan tempat.

Gas terdiri dari udara kering dan uap air. *Udara kering* adalah gas tanpa uap air dan aerosol yang mencakup volume 96% dari volume atmosfer. Gas utama yang mengisi udara kering ini (99,99%) terdiri dari N₂ (78,08 %), O₂ (20,94 %), Ar (0,93 %), dan CO₂ (0,03 %), sedangkan gas penyerta yang tidak reaktif adalah Ne, He, Kr, Xe, H₂, N₂O, dan gas penyerta reaktif adalah CO, CH₄, HC, NO, NO₂, NH₃, SO₂, dan O₃. **Uap air.** Di atas wilayah tropika, kandungan uap air atmosfer merupakan nilai tertinggi di dunia yaitu 4% dari volume atmosfer atau 3% dari masa atmosfer. Kandungan uap air ini dapat merubah komposisi gas utama di atmosfer seperti tersaji pada Tabel 1. Berbagai partikel halus dari bahan padat di bumi sebagian terangkat ke atmosfer dan membentuk aerosol. Bahan tersebut diantaranya adalah garam laut, debu, abu, asap dan mikroorganisme seperti virus, bakteri dan spora. Komposisi normalnya di atmosfer adalah : debu (20%), kristal garam (40%), abu (10%), asap (5%) dan lain-lain (25%).

Tabel 1. Komposisi gas utama pada berbagai kandungan uap air.

Uap air	Nitrogen (N ₂)	Oksigen (O ₂)	Argon (Ar)
.....dalam % volume atmosfer.....			
0	78,08	20,95	0,93
1	77,30	20,74	0,92
2	76,52	20,50	0,91
3	75,52	20,30	0,90
4	74,96	20,11	0,89

Sumber : Handoko (*editor*), 1995.

D. Interaksi bahan di atmosfer

Oksigen (O_2) cukup banyak terdapat di alam ini, walaupun demikian kadang-kadang terjadi kekurangan pada tanaman. Tanah yang mempunyai drainase jelek mengandung jumlah oksigen yang rendah, akan tetapi kadar karbondioksida lebih tinggi. Bila dihubungkan dengan tanaman, maka kekurangan oksigen akan mengganggu respirasi akar, sehingga akar tumbuh lebih kerdil dan mengurangi laju serapan air dan hara tanaman. Di fihak lain, kadar CO_2 tinggi dapat pula menyebabkan keracunan pada akar. Kematian mendadak pada tanaman tahunan sering disebabkan oleh terganggunya keseimbangan O_2/CO_2 di dalam tanah

Karbondioksida merupakan zat terpenting dalam kehidupan tanaman yaitu dalam proses asimilasi. Zat ini dikenal juga dengan sebutan zat asam arang. Jumlahnya di udara amat sedikit yaitu 0,03% atau setara dengan 300 ppm

Selama 122 tahun (tercatat di tahun 1982) telah terjadi penambahan kadar karbondioksida sebanyak 66 ppm (Janick, 1986). Kenaikan ini akan berdampak negatif terhadap lingkungan. Pertambahan akan mengganggu keseimbangan antara cahaya yang diserap, cahaya yang dipantulkan ke bumi dan ke angkasa luar. Sebagai akibatnya, terjadi kenaikan temperatur udara di bumi dan perubahan iklim. Kontribusi yang sangat besar terjadinya perubahan ini disebabkan oleh polusi udara akibat kemajuan teknologi permesinan untuk industri-industri besar. Jika ada kata-kata "bumi semakin panas", hal itu adalah hasil dari peningkatan suhu yang terjadi di bumi ini akibat peningkatan jumlah CO_2 yang ada di udara terbuka.

Nitrogen atau zat lemas merupakan komponen udara terbesar (78%) dan tidak dapat digunakan langsung oleh tanaman sebelum diubah terlebih dahulu menjadi bentuk nitrat (NO_3^-) dan amonium (NH_4^+). Bentuk nitrat juga dapat dibentuk di udara yang kemudian jatuh ke bumi bersama dengan air hujan. Namun, jumlahnya yang ada amat sedikit yaitu sekitar 5 hingga 7 kg/ha setiap tahunnya.

Kebanyakan nitrogen di alam difiksasi oleh mikroorganisme baik yang hidup bebas seperti *Azotobacter* atau *Clostridium*, beberapa ganggang biru maupun yang dilakukan secara simbiose dengan akar tanaman kacang-kacangan seperti bakteri *Rhizobium*.

Sepuluh tahun terakhir sudah disebarluaskan bahwa ozon merupakan gas yang berbahaya bagi kehidupan tanaman, hewan ternak maupun manusia. Timbunan gas ozon banyak terdapat pada kawasan pemukiman dan industri, karena gas ini merupakan hasil dari pembakaran

bahan kimia, terutama mesin bermotor. Gas yang dihasilkan dari pembakaran mesin motor adalah nitrogen monoksida (NO). Di dalam udara, gas ini teroksidasi menjadi nitrogen dioksida (NO₂). Reaksi selanjutnya juga terjadi di udara dengan bahan yang lain yaitu menghasilkan oksigen. Di atmosfer, oksigen tersebut bergabung dengan molekul O₂ sehingga menjadi ozon (O₃).

Pada lapisan stratosfer, ozon dapat menyerap radiasi *uv* dalam jumlah yang sangat besar sehingga yang diteruskan ke bumi menjadi sangat kecil. Tanpa penyerapan oleh ozon, kekuatan radiasi matahari meningkat menjadi 50 kali lipat. Penyerapan spektrum *uv* oleh ozon pada ketinggian 15 hingga 35 km menyebabkan lapisan tersebut menjadi lebih panas.

Berbeda halnya bila ozon terbentuk pada udara bebas yang dekat dengan kehidupan tanaman. Tanaman sangat memerlukan lapisan permukaan daun yang terdiri dari kutikula dan stomata. Bila hal ini dapat gangguan oleh ozon maka proses fotosintesa tidak berjalan dengan baik.

Ozon yang terbentuk di udara bebas ini mempunyai aktivitas yang sangat merugikan pada kehidupan tanaman. Ia dapat mengganggu proses fotosintesa tanaman dengan jalan menutup stomata yang terdapat pada permukaan daun. Diketahui bahwa stomata berfungsi sebagai tempat pertukaran gas atau tempat masuknya CO₂ sebagai bahan baku fotosintesa. Sebagai akibatnya, respirasi tanaman meningkat dan tentunya akumulasi karbohidrat akan berkurang dan tanaman akan jadi kerdil dan kurus. Upaya untuk mengurangi terjadinya nitrogen monoksida tentu sudah dilakukan baik secara biologis maupun secara mekanis. Secara biologis seperti penanaman tanaman legum pohon di sekitar industri

Kawasan pemukiman dan industri menghasilkan bahan polutan yang terbanyak di muka bumi ini. Polutan ini sangat berbahaya bagi keseimbangan gas-gas di atmosfer. Selain berpengaruh terhadap kesehatan manusia, polutan juga dapat berpengaruh pada hewan ternak dan tanaman tanpa kecuali. Komponen polutan ini tergantung dari macam industri. Akan tetapi, secara umum dapat dikemukakan bahwa komponen polutan itu adalah bermacam-macam gas yang beracun seperti: karbonmonoksida (CO), sulfurdioksida (SO₂), hidrokarbon, nitrogenoksida (NO), fluorida (F), etilen, nitrogen dioksida (NO₂), klorida (Cl), dan asam klorida (HCl).

Di Amerika Serikat, polutan sebagian besar dihasilkan oleh kendaraan bermotor (60%), industri (19%), sumber lainnya sebesar 9% seperti pembakaran sampah, hutan dan sebagainya.

Gas belerang dioksida (SO_2) dapat dihasilkan dari pabrik yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakar. Gas ini masuk ke tanaman melalui stomata dan dapat merusak sintesa protein. Akumulasi yang tinggi dapat merusak klorofil daun. Selain gas belerang, industri aluminium, gelas, keramik dan pabrik fosfat dapat menghasilkan fluorida berupa gas F_2 . Melalui stomata, ia akan terakumulasi di kloroplas, dinding sel, inti sel dan sitoplasma sehingga mengganggu sistem enzim dalam metabolisme tanaman.

E. Peranan atmosfer

Atmosfer memegang peranan yang sangat penting dalam sistem bumi-atmosfer. Empat peranan utama dari atmosfer pada proses fisika dan pada kehidupan makhluk di dalamnya dapat diuraikan sebagai berikut:

- Atmosfer merupakan sumber gas.
- Atmosfer adalah penyaring atau filter radiasi matahari sehingga kualitas spektrum yang sampai ke bumi tidak bersifat merusak organ tubuh makhluk hidup.
- Atmosfer merupakan penyangga atau buffer pada sistem neraca energi radiasi sehingga permukaan bumi terhindar dari pemanasan dan pendinginan yang berlebihan.
- Atmosfer ditinjau dari proses fisika di permukaan bumi, merupakan pengatur kelestarian mekanisme cuaca dan iklim.
- Atmosfer merupakan sumber gas CO_2 dan O_2 yang berlimpah. Untuk memenuhi keperluan metabolisme makhluk hidup seperti proses fotosintesa pada tumbuhan di seluruh permukaan bumi akan mengurangi CO_2 dan menambah jumlah O_2 . Sedangkan respirasi akan mengakibatkan hal yang sebaliknya dimana mengurangi O_2 dan akan menambah CO_2 .

Cahaya matahari yang masuk ke atmosfer akan mengalami penyaringan terutama pada spektrum ultra violet (uv). Proses tersebut berlangsung pada lapisan stratosfer, mesosfer dan termosfer. Spektrum uv diserap oksigen dalam pemecahannya menjadi atom O , serta oleh gas ozon setelah terbentuk. Dalam proses tersebut, terjadi pengurangan energi caha matahari sekitar 3%. Penyerapan radiasi matahari pada berbagai spektrum oleh oksigen di Tabel 2.

Tabel 2. Penyerapan radiasi matahari oleh oksigen.

No	Gas penyerap	Spektrum terserap	Keterangan
1.	O ₂	0,18 cm 0,20 cm	Ketinggian di atas 85 km Pemecahan O ₂ di ketinggian kurang dari 85 km
2.	O ₃	0,20 – 0,30 cm	Di Stratosfer

Sumber : Handoko (*editor*), 1995.

Lapisan Troposfer tempat berlangsungnya penyerapan berbagai spektrum radiasi gelombang panjang, baik yang datang dari atas maupun yang berasal dari pancaran radiasi permukaan bumi. Gas yang menyerap gelombang panjang terdiri dari uap air (termasuk es), CO₂, dan O₂.

Tanpa adanya proses penyangga (penyerapan, penerusan dan pemantulan) radiasi oleh atmosfer, suhu bumi pada waktu siang hari akan mencapai lebih dari 93°C dan malam mencapai –184°C. Penggunaan gas ringan (CFC=chloro fluoro carbon) 10 tahun terakhir di mesin pendingin dan alat sprayer untuk kosmetika dapat mengurangi lapisan ozon. Dampak lainnya adalah menurunnya populasi tumbuhan hutan tropis sehingga meningkatkan kandungan CO₂ di atmosfer (respirasi > fotosintesa). Penambahan jumlah CO₂ juga dipicu oleh pembakaran hutan dan penggunaan bahan bakar untuk berbagai keperluan industri. Bila hal ini tidak ditanggulangi, maka dampak yang serius adalah peningkatan suhu dan gangguan keseimbangan alamiah lainnya. Hal ini akan berlanjut dengan perubahan iklim beserta dampak-dampak lainnya. Kenaikan CO₂ di atmosfer dari 320 ppm ke 370 ppm akan meningkatkan suhu udara sekitar 0,5 °C.

Tabel 3. Penyerapan radiasi cahaya matahari oleh uap air, karbon dioksida dan gas oksigen.

No	Gas penyerap	Spektrum terserap (cm)	Keterangan
1.	H ₂ O	5-8 17-24	Berlangsung di awan dan sekitarnya
2.	CO ₂	4-5 11-17	Menyebabkan kenaikan suhu di atmosfer
3.	O ₂	9-10	Berlangsung di stratosfer

Sumber : Handoko (*editor*), 1995.

1.5. Evaluasi

Evaluasi diadakan dalam bentuk :

- A. Qiuiz
- B. Tugas
- C. Ujian tengah semester (UTS)
- D. Ujian akhir semester (UAS)

1.6. Sumber Pustaka

- Agustamar. 2000. Pengaruh bahan organik dan takaran pupuk N, P dan K terhadap pertumbuhan dan serapan hara tanaman pisang Raja Sereh dan Cavendish di lahan kritis. Tesis S2. Pascasarjana Universitas Andalas, Padang. 116 hal.
- Agustamar. 2008. Prospek Penerapan Metode SRI (*the System of Rice Intensification*) pada Sawah Bukaan Baru. Disertasi Pascasarjana Univ. Andalas. Padang, 209 hal.
- Buckman, H. O., dan N. C. Brady. 1982. Ilmu Tanah. Terjemahan Soegiman. Penerbit Bhratara Karya Aksara, Jakarta. 788 hal.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, dan R. L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Terjemahan Herawati Susilo. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta. 421 hal.
- Hardjowigeno, S. 1987. Ilmu Tanah. Penerbit Madyatama Sarana Perkasa, Jakarta. 220 hal.
- Novizan. 2002. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. Agro Media Pustaka, Jakarta. 114 halaman.
- Nurhajati Hakim, M. Y. Nyakpa, A. M. Lubis, S. G. Nugroho, M. A. Diha, Go Ban Hong, dan H. H. Bailey. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Penerbit Universitas Lampung. 488 hal.
- Poerwowidodo. 1992. Telaah Kesuburan Tanah. Angkasa, Bandung. 274 halaman.
- Pusat Penelitian Tanah. 1983. Penuntun Analisa Tanaman. Buletin Teknik Penelitian Tanah, Bogor. No. 1. 45 hal.
- Puslittanak. 1996. Teknologi Pengelolaan Lahan Kering. Publikasi Populer. Bahan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. 34 halaman.

Sarief, E. S. 1985. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. Penerbit Pustaka Buana, Bandung. 182 hal.

II. KEMASAMAN TANAH DAN PENGELOLAANNYA

2.1. Tujuan Instruksional Khusus

Mahasiswa diharapkan mampu :

1. Menjelaskan apa yang dimaksud dengan kemasaman tanah
2. Menjelaskan bagaimana mengelola lahan masam dengan metoda pengapuran
3. Menetapkan mutu dan kebutuhan kapur untuk lahan masam

2.2. Masalah Kemasaman Tanah

Di Indonesia, jenis tanah Podzolik merupakan tanah masam yang dominan (38.401 juta Ha), diikuti oleh Latosol, sebagian Aluvial dan sedikit Podzol. Di samping itu, jenis Organosol juga tergolong tanah bereaksi masam, namun hal ini di luar kajian kita disini. Yang kita bicarakan lebih banyak ke arah lahan kering bermineral, sedangkan tanah gambut di bagian lain.

Anggapan bahwa pH rendah disebabkan oleh ion H yang larut saja. Ternyata tidak, tercatat bahwa Al yang dapat dipertukarkan (Al-dd) merupakan kation utama dan dominan pada tanah-tanah mineral masam dengan pH 5 atau kurang. Sedangkan pada pH sekitar 5,6 ternyata kandungan Al-dd rendah sekali (Kamprath, 1972; Nurhajati Hakim, 1982).

Tabel 4. Luas lahan masam di dunia.

Benua	Latosol	Podzolik	Persentase terhadap permukaan lahan
juta Ha.....		%
Afrika	417,15	8,10	58
Asia	101,25	36,45	22
Australia	12,15	4,05	11
Amerika Utara	16,20	76,95	20
Amerika Selatan	514,35	4,05	75

Sumber : Setijono (1982).

Tabel 5. Luas lahan masam di Indonesia

Pulau	Podzolik	Latosol	Aluvial	Podzol	Organosol
 (juta Ha)				
Jawa Madura	0,325	2,775	2,550	-	0,025
Sumatera	14,659	6,018	5,682	1,031	8,875
Kalimantan	10,997	4,468	5,744	4,581	6,523
Sulawesi	1,308	2,649	1,562	-	0,240
Nusa Tenggara	-	0,563	0,312	-	-
Maluku	2,406	0,331	0,488	-	10,875
Irian Jaya	8,706	0,356	2,575	-	10,875
J u m l a h	38,401	17,160	18,913	5,612	27,063

Sumber : Nurhajati Hakim (1982).

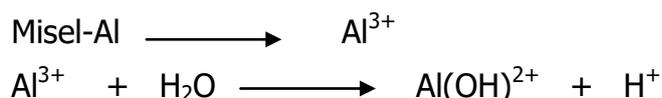
Tujuan pengapuran pada tanah masam di wilayah tropik seperti Indonesia untuk meniadakan pengaruh racun dari Al dan menyediakan hara kalsium (Ca) bagi tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa kapur harus mengandung unsur kalsium (Ca). Terlihat bahwa ada peranan kalsium (Ca) untuk menukar keberadaan Al-dd menjadi tidak dapat ditukar dan Ca menjadi dapat ditukar. Dengan demikian, unsur Ca tersebut juga dapat tersedia untuk tanaman atau dapat berfungsi ganda.

A. Reaksi Tanah Masam

Reaksi tanah dikategorikan menjadi 3 kelompok yaitu masam, netral dan basa yang berkaitan dengan pH tanah. $\text{PH tanah} = -\log [\text{H}^+]$. Kenyataan menunjukkan bahwa tanah pertanian bereaksi masam lebih luas dan banyak bermasalah dibanding tanah alkali. Oleh karena itu, tanah masam dan masalahnya menjadi perhatian khusus.

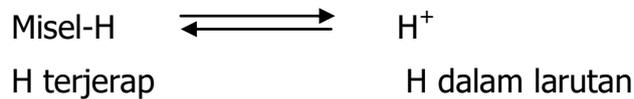
Kemasaman tanah sudah biasa terjadi di wilayah bercurah hujan tinggi yang menyebabkan tercucinya basa-basa dari kompleks jerapannya dan hilang melalui air drainase. Pada saat basa-basa habis tercuci, yang tinggal Al dan H sebagai kation dominan yang menyebabkan tanah bereaksi masam.

Pada tanah sangat masam, Al menjadi sangat larut dalam bentuk Al^{3+} dan Al-hidroksida. Keduanya mudah terjerap pada koloid liat dibanding ion H. Al berada dalam keadaan seimbang dengan Al dalam larutan tanah. Al dalam larutan tanah mudah terhidrolisis, maka Al penyebab kemasaman dan penyumbang ion H. Reaksinya :



Ion H ini merupakan sumber kemasaman tanah terbesar pada tanah masam. Disamping itu ion H yang terjerap pada koloid humus

masam. Ion H ini berada dalam keadaan seimbang dalam larutan tanah sehingga menyebabkan pH larutan menjadi rendah. Secara sederhana pelepasan H tersebut adalah :



Pada tanah berkemasaman sedang, Al dan H juga merupakan sumber kemasaman, tetapi melalui reaksi yang berbeda. Basa-basa sedikit menyumbangkan OH sehingga Al tidak dalam bentuk Al^{3+} , tapi dalam bentuk $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$ atau $\text{Al}(\text{OH})_2^+$. Reaksinya adalah :



B. Permasalahan unsur pada tanah masam :

1. Unsur P kurang tersedia.
2. Kekurangan unsur Ca dan Mg.
3. Kekurangan unsur Mo.
4. Kandungan Mn dan Fe sering berlebihan, sehingga dapat menjadi racun bagi tanaman.
5. Fiksasi N oleh tanaman kacang-kacangan terhambat.
6. Kelarutan Al sering sangat tinggi, sehingga merupakan faktor penghambat tumbuh tanaman utama pada tanah masam.

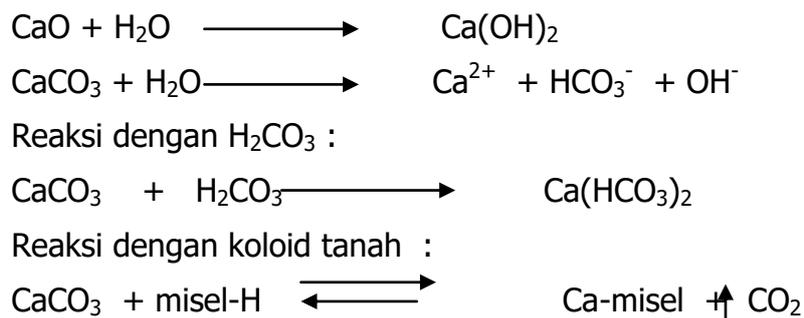
2.3. Pengelolaan Lahan Masam

Salah satu cara untuk mengelola lahan masam yang berkembang hingga saat ini dengan pengapuran. Sebetulnya ada dua metoda yang bisa dipakai untuk mengelola lahan masam ini yaitu metoda SMP dan metoda netralisasi Al-dd. Metoda SMP lebih populer di daerah Sub-tropis, sedangkan metoda netralisasi Al-dd lebih cocok untuk daerah tropis seperti di Indonesia. Oleh sebab itu, kita hanya membahas metoda Al-dd untuk mengatasi kemasaman tanah.

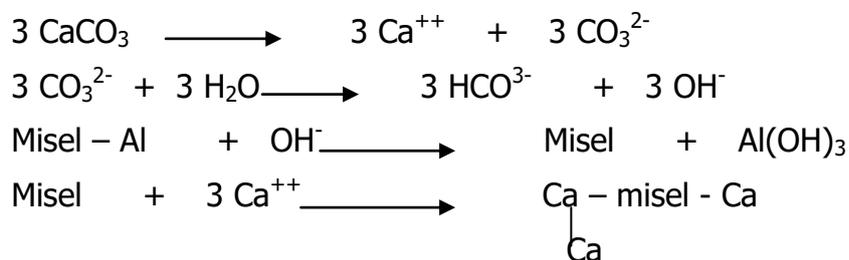
Tujuan pengapuran pada tanah masam di wilayah tropik seperti Indonesia untuk meniadakan pengaruh racun dari Al dan menyediakan hara kalsium (Ca) bagi tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa kapur harus mengandung unsur kalsium (Ca). Terlihat bahwa ada peranan kalsium (Ca) untuk menukar keberadaan Al-dd menjadi tidak dapat ditukar dan Ca menjadi dapat ditukar. Dengan demikian, unsur Ca tersebut juga dapat tersedia untuk tanaman atau dapat berfungsi ganda.

Bahan kapur yang paling baik sampai saat ini adalah kalsit (CaCO_3) yang dipasaran disebut sebagai kapur pertanian. Lebih aman, tidak kaustik (lemah) dan reaksi cukup lama bertahan. Kemurnian kapur ini dari 75 hingga 99% atau rata-rata 94%. Kalsit ini mengandung 56% CaO sebagai netralisir.

Mekanisme reaksi kapur dengan tanah masam adalah komplit. Tingkat netralisasi dan hasil akhir dari reaksinya tidak diketahui secara pasti. Bila kapur diberikan ke dalam tanah, kemungkinan ia bereaksi adalah dengan air, dengan air yang mengandung CO_2 dan dengan koloid tanah. Berikut reaksi dengan air :



Untuk berikutnya, bagaimana hubungan Ca dengan Al-dd yang dimaksudkan sebagai netralisir kemasaman tanah ? Berikut reaksinya :



Pengaruh kapur terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman dapat ditinjau dari dua segi, (1) Pengaruh langsung yaitu kapur sebagai sumber Ca dan Mg, dan (2) Pengaruh tidak langsung yaitu berupa perbaikan-perbaikan sifat dan ciri tanah yang sudah dikemukakan.

Keterangan mengenai Ca dan Mg sebagai pupuk adalah agak langka karena kekurangan kedua unsur ini sukar dipisahkan dengan kelebihan Al, Fe dan atau Mn. Sekiranya kandungan Al, Fe dan atau Mn tidak mengganggu, maka kebutuhan Ca dan Mg sebagai hara tidak banyak. Kebutuhan tanaman akan berbeda-beda terhadap kedua unsur itu. Jenis polong-polongan seperti buncis atau kacang panjang memerlukan kapur lebih banyak. Jadi, dengan adanya tambahan kapur jelas akan menambah jumlah Ca dan Mg sebagai hara tanaman.

Perbaikan ciri kimia seperti pH, Ca, P dan hara lainnya yang meningkat, Al-dd dan kejenuhan Al yang berkurang akibat penambahan kapur akan menciptakan suasana tumbuh yang baik bagi akar. Lingkungan tumbuh yang baik itu memungkinkan akar menjadi lebih luas. Akibat semuanya itu serapan hara menjadi lebih baik dan efisien. Meningkatnya serapan hara, akibat perbaikan sifat dan ciri tanah dengan kapur ini akan menyebabkan pertumbuhan dan produksi tanaman akan meningkat pula.

Setiap jenis tanaman akan membutuhkan jumlah kapur yang berbeda. Hal ini berkaitan erat dengan sifat toleransi dari masing-masing tanaman terhadap persen kejenuhan Al. Tanaman buncis dan kacang lainnya toleran hingga 20% kejenuhan Al, sedangkan umumnya tanaman pangan hingga 40% (Kamprath, 1970). Apalagi tanaman padi lebih toleran, ia tahan hingga 60% kejenuhan Al.

Al-dd dalam jumlah banyak dalam larutan tanah dapat meracuni tanaman hingga tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik bahkan terjadi kekerdilan. Salah satu bahan yang dapat menetralkan keberadaannya dalam larutan tanah adalah dengan kapur. Ada beberapa jenis kapur yang dapat dipakai seperti Kalsit (CaCO_3), Magnesit (MgCO_3), Dolomit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$], Kapur bakar (CaO) dan Kapur hidrat [$\text{Ca}(\text{OH})_2$].

2.4. Mutu dan Kebutuhan Kapur

A. Mutu Kapur

Mutu kapur dapat dilihat dari pemenuhan persyaratan sebagai kapur pertanian diantaranya kehalusan kapur, daya netralisir dan lain-lain yang biasa ditulis pada karung kapur pertanian tersebut.

Kehalusan kapur (ukuran butir) : makin halus kapur makin cepat bereaksi di dalam tanah. Semua butir harus lolos pada saringan 10 mesh (1,75 mm), dan paling sedikitnya 50% harus melalui saringan 100 mesh (0,15 mm). Ukuran mesh adalah jumlah lubang dalam diameter saringan 1 inci (kawat saringan harus menjadi perhitungan).

Daya netralisir berbagai jenis kapur. Untuk menentukan daya netralisir berbagai kapur dapat diacu kepada kapur pertanian yang sudah populer yaitu CaCO_3 . Bila CaCO_3 ditetapkan netralisir ekivalennya sebesar 100%, maka dengan rumus berikut didapat dapat dihitung :

Untuk CaO murni :

$$\begin{aligned} \text{Netralisir CaO} &= \frac{\text{Berat molekul CaCO}_3}{\text{Berat molekul CaO}} \times 100\% \\ &= 100/56 \times 100\% = 178,6\%. \end{aligned}$$

Artinya, bila berat CaO sama dengan CaCO_3 maka daya netralisir CaO sebesar 178,6% atau 1,786 kali lipat.

Untuk MgCO_3 (magnesit) :

$$\begin{aligned} \text{Netralisir MgCO}_3 &= \frac{\text{Berat molekul CaCO}_3}{\text{Berat molekul MgCO}_3} \times 100\% \\ &= 100/84 \times 100\% = 119\% \end{aligned}$$

Artinya, daya netralisir MgCO_3 1,19 kali lipat CaCO_3 .

Faktor-faktor yang menentukan banyaknya kapur yang diperlukan :

1. PH tanah : pH tinggi berarti kejenuhan basa tinggi atau pH rendah diperlukan banyak kapur
2. Tekstur tanah, semakin halus tekstur semakin banyak diperlukan kapur.
3. Kadar bahan organik tanah, semakin tinggi kadar BO tanah semakin banyak diperlukan kapur.
4. Mutu kapur, yang diwakili oleh kehalusan kapur dimana semakin halus semakin cepat bereaksi.
5. Jenis tanaman, kacang-kacangan lebih memerlukan banyak dibanding solanase seperti cabe dan tomat atau terung.

B.Kebutuhan kapur

1. Metoda SMP, yaitu dengan menggunakan larutan SMP buffer. Dengan alat pengukur pH yang sederhana seperti lakmus ditentukan pH tanah. Atas dasar perubahan pH setelah menggunakan larutan buffer SMP akan diperoleh jumlah kapur yang akan diberikan.
2. Berdasarkan Al-dd, dengan tahunya kita berapa Al-dd tanah maka kita dapat menekan Al-dd tersebut sebanyak 1 atau 1,5 atau 2 kali dst., (Kamprath, 1970). Dasarnya adalah berapa Ca^{++} yang diperlukan untuk menetralkan Al-dd yang ada dalam tanah. Menurut Sanchez

(1976) dengan menggunakan kapur 1,5 x Al-dd dapat dinetralkan 85 – 90% Al-dd dalam tanah yang mengandung 2-7% bahan organik (BO juga penghasil H⁺).

Misalkan Al-dd = 1,37 me/100 g tanah, akan ditekan sebanyak 1 x Al-dd, maka :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan kapur} &= 1 \times \text{BA Ca}^{++} / \text{valensi} \times \text{me Al-dd} / 100\text{g tanah} \\ (\text{Ca}^{++}) &= 1 \times 40 / 2 \times 1,37 \text{ mg} / 100\text{g tnh} \\ &= 1 \times 20 \times 1,37 \text{ mg} / 100\text{g tnh} = 27,4 \text{ mg} / 100\text{g tnh} \\ &= 274 \text{ mg} / 1000 \text{ g tanah} = \underline{274 \text{ mg/kg tanah}} \end{aligned}$$

Jika berat tanah 1 Ha = 2 x 1000000 kg (BJ = 1), maka :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan kapur} &= 2 \cdot 10^6 \times 274 \text{ mg/ha} \\ (\text{Ca}^{++}) &= 548 \cdot 10^6 \text{ mg/ha} = \underline{548 \text{ kg/ha} = 0,548 \text{ ton/ha}} \\ \text{CaCO}_3 \text{ (ton)} &= (\text{BM CaCO}_3 / \text{BA Ca}) \times \text{Setara Ca dengan Al-dd} \\ &= [(40 + 12 + 3 \times 16) / (40)] \times 0,548 \text{ ton/ha} \\ &= 2,5 \times 0,548 \text{ ton/ha} = \underline{1,37 \text{ ton/ha}} \end{aligned}$$

Jika 2 x Al-dd, maka kebutuhan kapur menjadi 2 x 1,37 t/ha = 2,74 t/ha,

Tabel 6. Kebutuhan kapur berdasarkan pengukuran pH dengan larutan SMP buffer (Shoemaker, McLean, and Pratt).

PH tanah dengan larutan SMP	Kebutuhan kapur giling (t/ha)			
	Tanah mineral agar pH tanah menjadi			Pada tanah organik
	7,0	6,5	6,0	
6,8	3,1	2,7	2,2	1,6
6,7	5,4	4,7	3,8	2,9
6,6	7,6	6,5	5,4	4,0
6,5	10,1	8,5	6,9	5,4
6,4	12,3	10,5	8,5	6,5

Kapur giling 90% CaCO₃ ekuivalen, 40% < 100 mesh, 50% < 60 mesh, 70% < 20 mesh, 95% < 8 mesh.

2.5. Evaluasi

Evaluasi diadakan dalam bentuk :

- A. Qiuiz
- B. Tugas
- C. Ujian tengah semester (UTS)
- D. Ujian akhir semester (UAS)

2.6. Sumber Pustaka

- Hardjowigeno, S. 1987. Ilmu Tanah. Penerbit Madyatama Sarana Perkasa, Jakarta. 220 hal.
- Novizan. 2002. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. Agro Media Pustaka, Jakarta. 114 halaman.
- Nurhajati Hakim, M. Y. Nyakpa, A. M. Lubis, S. G. Nugroho, M. A. Diha, Go Ban Hong, dan H. H. Bailey. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Penerbit Universitas Lampung. 488 hal.
- Poerwowidodo. 1992. Telaah Kesuburan Tanah. Angkasa, Bandung. 274 halaman.
- Puslittanak. 1996. Teknologi Pengelolaan Lahan Kering. Publikasi Populer. Bahan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. 34 halaman.
- Sarief, E. S. 1985. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. Penerbit Pustaka Buana, Bandung. 182 hal.

III. BAHAN ORGANIK DAN MIKROORGANISME PENGURAINYA

3.1. Tujuan Instruksional Khusus

Mahasiswa diharapkan mampu :

1. Memahami arti, bentuk dan penggunaan bahan organik sebagai bahan penting dalam usaha pertanian tanaman pangan
2. Menjelaskan mikroorganisme yang berperan dalam penguraian bahan organik

3.2. Bahan Organik

A. Arti, bentuk dan penggunaan bahan organik untuk usaha pertanian

Yang dimaksud dengan bahan organik adalah sisa-sisa tanaman dan hewan, terutama yang telah mengalami proses perombakan seperti pupuk kandang, pupuk hijau, kompos dan lain-lain. Peranan bahan organik ada yang bersifat langsung terhadap tanaman, tetapi sebagian besar mempengaruhi tanaman melalui perubahan sifat dan ciri tanah.

Pengaruh langsung senyawa organik sebetulnya dapat diabaikan sekiranya kemudian tidak ditemukan bahwa beberapa zat tumbuh dan vitamin dapat diserap langsung dan dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Dulu dianggap orang bahwa hanya asam amino, alanin dan glisin yang diserap tanaman. Serapan senyawa N tersebut ternyata relatif rendah dari pada bentuk N lainnya.

Sehubungan dengan hasil-hasil dekomposisi bahan-bahan organik dan sifat-sifat humus yang tahan terhadap pelapukan, koloidal, amorfous, berwarna coklat dan lain sebagainya, maka dapat dikatakan bahwa bahan organik akan sangat mempengaruhi sifat dan ciri tanah. Pengaruh tersebut dapat diringkas sebagai berikut :

Pengaruh bahan organik pada ciri fisika tanah :

- a. Kemampuan menahan air meningkat.
- b. Warna tanah menjadi coklat hingga hitam.
- c. Merangsang granulasi agregat dan memantapkannya.
- d. Menurunkan plastisitas, kohesi dan sifat buruk lainnya dari liat .

Pengaruh bahan organik pada sifat kimia tanah :

- a. Meningkatkan daya jerap dan kapasitas tukar kation.
- b. Kation yang mudah dipertukarkan meningkat
- c. Unsur N, P, dan S diikat dalam bentuk organik atau dalam tubuh mikroorganisme, sehingga terhindar dari pencucian, kemudian tersedia kembali.
- d. Pelarutan sejumlah unsur hara dari mineral oleh asam humus.

Pengaruh bahan organik pada perilaku biologi tanah :

- a. Jumlah dan aktivitas metabolik organisme tanah meningkat.
- b. Kegiatan jasad mikro dalam membantu dekomposisi bahan organik juga meningkat.

Peranan pupuk kandang. Pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari campuran kotoran ternak dari urine serta sisa-sisa makanan yang tidak dapat dihabiskan. Kebanyakan berasal dari kuda, sapi, kerbau, babi, kambing, atau domba yang biasa telah bercampur dengan yang mula-mula digunakan sebagai tempat tidur, begitu juga dengan sisa makanan dan air kencingnya. Bagian dari pupuk kandang ini adalah padat (paeces) dan cair (urine).

Ada 4 sifat baik pupuk kandang yaitu :

- a. Merupakan humus (bunga tanah) yang dapat menjaga atau mempertahankan struktur tanah. Akibatnya, tanah mudah diolah dan terisi banyak oksigen. Berbeda dengan pupuk buatan, misalnya Urea, yang bila dipakai tanpa aturan akan merusak struktur tanah sehingga tanah akan mengeras.
- b. Sebagai sumber hara nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) yang amat penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Unsur-unsur tersebut berada dalam keadaan seimbang.
- c. Menaikkan daya menahan air (water capacity). Akibat dari perannya sebagai humus tanah, tanah akan lebih mampu menahan banyak air, sehingga air hujan tidak langsung mengalir ke tempat yang lebih rendah atau meresap ke dalam tanah. Adanya air tanah akan memudahkan diserapnya bahan-bahan yang larut oleh bulu akar.
- d. Banyak mengandung mikroorganisme. Mikroorganisme ini dapat menghancurkan sampah-sampah yang ada dalam tanah hingga berubah jadi humus. Selain itu, mikroorganisme mensintesa senyawa-senyawa tertentu hingga berguna bagi

tanaman. Oleh karena hal di atas, pupuk kandang dianggap sebagai pupuk lengkap.

B. Bahan organik untuk memperbaiki lahan kritis

Komposisi tanaman sebagai bahan hijauan umumnya terdiri dari 75% air dan 25% padatan. Dari padatan ini, diperoleh 60% karbohidrat, 25% lignin, 10% protein, dan 5% campuran lemak, lilin dan tanin. Selanjutnya, kadar abu dalam bahan padatan ini mencapai 8% yang terdiri dari unsur hara makro dan mikro (Nurhajati Hakim, Nyakpa, Lubis, 1986; Buchan dan Sherlock, 1987).

Tisdale dan Nelson (1975) telah menghitung komposisi unsur hara dalam pupuk kandang. Untuk pupuk kandang sapi tercatat sebanyak 0,6% N, 0,20% P₂O₅, dan 0,45% K₂O atau dalam 1 ton pupuk kandang sapi diperoleh 6 kg N, 2 kg P₂O₅ dan 4,5 kg K₂O. Sementara Vandyk (1952 *cit.* Sarief, 1985) mengamati dari seekor sapi akan diperoleh 7,5 ton per tahun pupuk kandang segar yang dapat menghasilkan pupuk kandang matang sebanyak 5 ton.

Bila pupuk kandang ditentukan oleh kualitas makanan, jenis dan macam hewan serta tugas dan fungsi hewan tersebut, maka untuk pupuk hijau tidaklah demikian. Pupuk hijau amat ditentukan oleh bahan tanaman itu sendiri dan berapa jumlah nitrogen yang bisa disirkuluskannya. Sarief (1985) merinci kandungan hara N yang terdapat pada pupuk hijau yang umumnya berasal dari leguminosa. *Clotalaria juncea* (2,84% N), *Phaseolus tunatus* (3,85% N) dari bahan kering, dan *Glycine soja* (0,57% N) dari bahan basah.

Hasil penelitian Yasin dan Yahya (1996) menunjukkan bahwa *Colopogonium mucunoides* dapat menyumbangkan hara N, P, dan K berturut-turut sebanyak 3,7; 0,3; dan 2,7 kg per ha dengan kadar N, P, dan K berturut-turut 2,84; 0,22 dan 2,13 %. Ia menambahkan bahwa gulma tidak selalu merugikan tanaman yang dibudidayakan, karena masih mampu memberikan sumbangan yang cukup berarti bila hasil pangkasannya dikembalikan ke dalam tanah.

Dari penelitian lain juga dilaporkan manfaat dari tanaman pendaur N seperti *Flemingia congesta*. Nubowo, Mulyadi, Wigena dan Kasno (1993) menunjukkan bahwa penambahan bahan organik dari hasil pangkasan *F. congesta* secara periodik mampu memperbaiki dan mempertahankan sifat tanah antara lain menaikkan pH, meningkatkan kandungan bahan organik, P-tersedia, KTK tanah serta menurunkan kelarutan Al-dd. Puslittanak (1996) juga melaporkan bahwa *F. congesta* adalah tanaman yang cepat tumbuh dan berumur cukup panjang

yang sering digunakan sebagai pagar pada lahan kritis berlereng. Pangkasannya dapat dipakai untuk mendaur N pada lahan kritis.

Siti Zulaikha, Supriyo dan Dirgahayuningsih (1996) melaporkan adanya pengaruh sumber bahan organik terhadap beberapa sifat tanah. Ia menggunakan gulma berdaun lebar yang disebutnya sebagai kentangan (*Boreria repens*) dan pupuk kandang. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa dengan pemberian 10 ton/ha, kedua perlakuan dapat meningkatkan C-organik dan N-total tanah berturut-turut 0,39 dan 0,05%. Selanjutnya, juga dijelaskan bahwa bahan hijauan kentangan tersedia secara alami dalam jumlah besar, kandungan airnya tinggi, berbatang lunak sehingga mudah terdekomposisi.

Penelitian senada, telah dilakukan oleh Nurhajati Hakim et al. (1994) di desa Belimbing, Tanah Datar Sumatera Barat. Mereka menggunakan berbagai jenis tanaman legum pohon (pangkasan daun) untuk meningkatkan kesuburan tanah yang sudah kritis. Pemberian sebanyak 10 hingga 40 ton/ha dapat menaikkan pH 0,29 hingga 0,32 satuan, kandungan bahan organik tanah 1,2 hingga 2,2 % dan kadar P, K dan Mg dalam jumlah cukup.

Soerjani, Kostermans dan Tjitrosoepomo (1987), telah mencatat bahwa bahan hijauan Kirinyu (*Eupatorium odoratum* L.) mempunyai peranan yang baik sebagai pupuk hijau. Di Filipina, Kirinyu dapat meningkatkan hasil padi lebih tinggi dibanding dengan pemberian pupuk kandang dan pupuk buatan. Di Kamboja, di samping berperan sebagai pupuk hijau, Kirinyu juga mampu melemahkan serangan nematoda dan jamur pada saat yang sama. Juga dijelaskan bahwa kemampuan tanaman ini sebagai pupuk hijau mendekati kemampuan tanaman legum.

Oleh King dan Robinson (1970) *Eupatorium odoratum* (Kirinyu) dipisahkan dari marga *Eupatorium*, dan digabungkan ke dalam marga *Chromolaena* dari suku *Asteraceae* yang mempunyai 129 jenis di wilayah Amerika Tengah dan Selatan. *Chromolaena odorata* satu-satunya jenis yang kemudian tersebar luas di seluruh wilayah tropik di dunia. Di Sumatera, tercatat sebagai salah satu jenis dari 9 gulma suku *Asteraceae*.

Pertama kali di Sumatera, keberadaan *C. odorata* ditemukan di perkebunan tembakau Deli yang diperkirakan terbawa bersama tembakau yang diperdagangkan. Setelah perang kemerdekaan, hamparan *C. odorata* terlihat dimana-mana dengan bunga putih-violet sehingga disebut sebagai semak merdeka (Sri Sudarmiyati Tjitrosoedirdjo, 1996). Augusta, Yuliasri Jamal dan Semiadi (1996) melaporkan bahwa kemampuan bersaing dengan gulma lainnya sangat tinggi, karena bagian perakaran

mengandung alelopati seperti asam palmitat, senyawa fenolik dan aldehid, sementara batangnya hanya ada alelopati asam palmitat.

Penelitian Agustamar (2000) telah membuktikan pula bahwa bahan organik memberikan keuntungan yang sangat signifikan terhadap pertumbuhan tanaman pisang Raja Sereh dan Cavendish serta meningkatkan serapan hara N, P dan K tanaman. Bahan organik yang digunakan adalah pupuk kandang dan Kirinyu yang dikombinasi dengan dosis paket pupuk N, P dan K.

Menurut Sanchez (1992), pemberian pupuk kandang sangat berarti pada tanah yang kurang subur. Selain dapat memperbaiki sifat fisik tanah juga dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mampu menekan aktivitas Fe dan Al yang kuat mengikat P. Sebagai akibatnya, ketersediaan P bagi tanaman akan meningkat. Tan (1993) menjelaskan bahwa peristiwa kimia yang terjadi antara tanah dan bahan organik berupa ikatan kompleks dan pengkhelatan antara ion logam dengan ligan-ligan organik. Bila Fe dan Al sudah dikhelat, maka P yang terikat akan dibebaskan.

Penelitian Nurhajati Hakim *et al.* (1994) telah membuktikan juga bahwa pupuk kandang amat berarti dalam meningkatkan kesuburan tanah yang sudah kritis. Penggunaan 10 hingga 40 ton.Ha⁻¹ pupuk kandang dapat menaikkan pH sekitar 0,4 – 1,1 satuan, peningkatan bahan organik tanah 0,6 – 1,6%. Di samping itu, dapat pula menaikkan kadar N, P, K, Ca dan Mg secara berarti. Penelitian Ida Dwiwarni, Yulia Pujiharti dan Hayani (1997) menunjukkan bahwa pemberian 30 t/ha pukan meningkatkan produksi rimpang jahe sebesar 36,10 %.

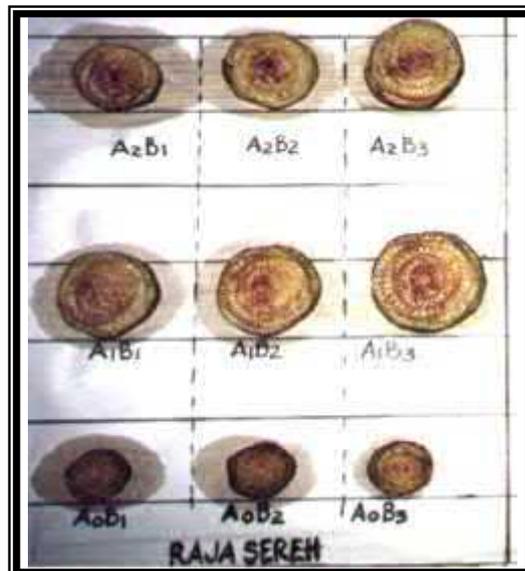
C. Bahan organik pada lahan kritis (Agustamar, 2000).

Perbaikan pertumbuhan pisang raja sereh oleh bahan organik dan paket pupuk N, P dan K pada lahan kritis dapat dibahas lebih rinci sebagai berikut ini.

Pertumbuhan tanaman, pengaruh pemberian bahan organik secara visual terlihat terhadap pertumbuhan batang dan daun. Hal itu sangat berkaitan dengan pertumbuhan akar (Gambar 3), sebagai akibat perbaikan media tumbuh dengan bahan organik. Pertumbuhan akar Raja Sereh ternyata lebih lebat pada pemberian 20 kg pukan dan atau 10 kg puhi Kirinyu segar tiap lubang. Sebaliknya, jika tidak ada tambahan bahan organik (A₀), maka terlihat pertumbuhan akar yang kerdil. Akar yang halus dan lebat akan mempunyai permukaan serapan yang lebih luas dibanding akar yang besar. Hal itu akan berpengaruh terhadap jumlah serapan hara yang meningkat dan mendapatkan hasil yang lebih baik (dalam hal ini bobot kering bagian atas tanaman).



Gambar 1. Pertumbuhan pisang Raja Sereh umur 6 bulan di lapangan.
a. Tanpa bahan organik pada takaran N, P dan K berbeda.
b. Perlakuan puki Kirinyu pada takaran N, P dan K berbeda.
c. Perlakuan puhi Kirinyu pada takaran N, P dan K berbeda.



Gambar 2. Lingkaran batang Raja Sereh umur 6 bulan dari perlakuan bahan organik dan takaran pupuk N, P dan K.



Gambar 3. Bentuk perakaran pisang Raja Sereh umur 6 bulan di lapangan.

Tinggi tanaman, pengukuran tinggi tanaman, menunjukkan adanya perbedaan tinggi tanaman yang nyata akibat pemberian bahan organik untuk tanaman pisang Raja Sereh. Selanjutnya, takaran pupuk N, P dan K berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman pisang Raja Sereh ini.

Tabel 7. Tinggi tanaman (cm) pisang Raja Sereh umur 6 bulan yang dipengaruhi bahan organik dan paket pupuk N, P dan K.

Bahan organik (A)	Tinggi tanaman (cm)	Paket pupuk N, P dan K	Tinggi tanaman (cm)
Pisang Raja Sereh			
Kontrol	88,33 a	0,5 x R	100,90 a
Pupuk kandang	126,00 b	1,0 x R	117,90 b
Puhi Kirinyu	123,30 b	1,5 x R	118,90 b
BNT _{0,05}	29,40	BNT _{0,05}	8,19

Keterangan : Angka-angka yang selajur yang diikuti huruf kecil yang sama pada perlakuan bahan organik dan takaran pupuk N, P dan K tidak berbeda nyata menurut BNT 5%. R = rekomendasi pupuk.

Dari Tabel 7 terlihat bahwa jika dibanding dengan kontrol, pemberian pukan dapat menambah tinggi tanaman pisang Raja Sereh sebesar 37,67 cm, sedangkan akibat puhi Kirinyu 34,97 cm. Pisang Raja Sereh tampak lebih tanggap terhadap pupuk kandang yang ditambahkan ke tanah, sehingga meningkatkan tingginya lebih baik.

Pada Tabel 7 juga terlihat bahwa peningkatan paket pupuk N, P dan K, ternyata dapat meningkatkan tinggi tanaman pisang Raja Sereh. Takaran 1,5 x R memberikan tinggi tanaman Raja Sereh tertinggi yaitu 118,9 cm atau 18 cm lebih tinggi daripada takaran 0,5 x R, tetapi tidak berbeda nyata dengan tinggi tanaman yang diberi pupuk N, P dan K 1 x R, yaitu 17 cm lebih tinggi daripada takaran 0,5 x R.

Lingkaran batang, apa yang dialami oleh tinggi tanaman, ternyata berlaku pula untuk lingkaran batang. Respon pisang Raja Sereh dan pisang Cavendish dalam bentuk lingkaran batang terhadap pemberian bahan organik juga nyata jika dibanding dengan kontrol (Tabel 8).

Tabel 8. Lingkaran batang (cm) pisang Raja Sereh umur 6 bulan yang dipengaruhi bahan organik dan paket pupuk N, P dan K.

Bahan organik (A)	Lingk. batang (cm)	Paket pupuk N, P dan K	Lingk. Batang (cm)
Pisang Raja Sereh			
Kontrol	32,00 a	0,5 x R	37,33 a
Pupuk kandang	46,44 b	1,0 x R	43,22 b
Puhi Kirinyu	45,89 b	1,5 x R	43,78 b
BNT _{0,05}	8,55	BNT _{0,05}	2,61

Keterangan : Angka-angka yang selajur yang diikuti huruf kecil yang sama pada perlakuan bahan organik dan takaran pupuk N, P dan K tidak berbeda nyata menurut BNT 5%. R = rekomendasi pupuk.

Pada Tabel 8 terlihat bahwa lingkaran batang akibat pemberian pukan dan atau puhi Kirinyu berbeda nyata dibanding dengan kontrol. Lingkaran batang Raja Sereh terbesar pada perlakuan pukan yaitu 46,44 cm atau 14,44 cm melebihi kontrol dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan puhi Kirinyu yaitu 13,89 cm melebihi kontrol.

Peningkatan takaran pupuk N, P dan K dapat meningkatkan lingkaran batang pisang Raja Sereh. Peningkatan pupuk N, P dan K 1,0 dan 1,5 x R menambah lingkaran batang berturut-turut 5,89 dan 6,45 cm lebih nyata dibanding takaran pupuk N, P dan K terendah yaitu 0,5 x R.

Panjang dan lebar daun, tanggapan tanaman pisang Raja Sereh dengan indikator panjang dan lebar daun pisang akibat pemberian bahan organik (pukan atau puhi Kirinyu) hampir serupa dengan tinggi tanaman yang sudah dibicarakan. Peningkatan panjang daun diikuti pula oleh pelebarannya (Tabel 9 dan 10).

Tabel 9. Panjang daun (cm) pisang Raja Sereh umur 6 bulan yang dipengaruhi bahan organik dan paket pupuk N, P dan K.

Bahan organik (A)	Panjang daun (cm)	Paket pupuk N, P dan K	Panjang daun (cm)
Pisang Raja Sereh			
Kontrol	68,67 a	0,5 x R	80,22 a
Pupuk kandang	92,22 b	1,0 x R	87,33 a
Puhi Kirinyu	91,78 b	1,5 x R	85,11 a
BNT _{0,05}	16,13	BNT _{0,05}	8,87

Keterangan : Angka-angka yang selajur yang diikuti huruf kecil yang sama pada perlakuan bahan organik dan takaran pupuk N, P dan K tidak berbeda nyata menurut BNT 5%. R = rekomendasi pupuk.

Tabel 10. Lebar daun (cm) pisang Raja Sereh umur 6 bulan yang dipengaruhi bahan organik dan paket pupuk N, P dan K.

Bahan organik (A)	Lebar daun (cm)	Paket pupuk N, P dan K	Lebar daun (cm)
Pisang Raja Sereh			
Kontrol	31,22 a	0,5 x R	34,78 a
Pupuk kandang	40,67 b	1,0 x R	39,11 b
Puhi Kirinyu	39,78 b	1,5 x R	37,78 b
BNT _{0,05}	5,79	BNT _{0,05}	2,81

Keterangan : Angka-angka yang selajur yang diikuti huruf kecil yang sama pada perlakuan bahan organik dan takaran pupuk N, P dan K tidak berbeda nyata menurut BNT 5%. R = rekomendasi pupuk.

Produksi bahan kering, bahan kering yang dimaksud adalah bobot kering bagian atas tanaman (batang semu dan daun pisang). Pemberian bahan organik dan peningkatan takaran pupuk N, P dan K, keduanya berpengaruh nyata terhadap produksi bahan kering tanaman pisang yang diteliti. Pengaruh pemberian bahan organik dan pengaruh paket pupuk N, P dan K terhadap bahan kering tanaman disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 11. Produksi bahan kering tanaman pisang Raja Sereh pada umur 6 bulan yang dipengaruhi bahan organik dan paket pupuk N, P, K.

Bahan organik (A)	Bahan kering (kg/batang)	Paket pupuk N, P dan K	Bahan kering (kg/batang)
Pisang Raja Sereh			
Kontrol	0,41 a	0,5 x R	0,62 a
Pupuk kandang	0,87 b	1,0 x R	0,67 b
Puhi Kirinyu	0,73 ab	1,5 x R	0,71 c
BNT _{0,05}	0,38	BNT _{0,05}	0,03

Keterangan : Angka-angka yang selajur yang diikuti huruf kecil yang sama pada perlakuan bahan organik dan takaran pupuk N, P dan K tidak berbeda nyata menurut BNT 5%. R = rekomendasi pupuk.

Bila dilihat pengaruh pemberian bahan organik terhadap bobot kering tanaman pisang Raja Sereh dapat dijelaskan bahwa bobot kering tertinggi didapat dari pemberian pakan yaitu 0,87 kg/batang atau 0,46 kg (112,2%) lebih berat daripada kontrol, sedangkan yang diberi puhi Kirinyu 0,73 kg/batang atau 0,32 kg (78%) melebihi kontrol.

Peningkatan paket pupuk N, P dan K berpengaruh nyata terhadap bahan kering tanaman pisang Raja Sereh (Tabel 11). Paket pupuk N, P dan K 1,5 x R merupakan paket yang lebih tepat untuk jenis pisang tersebut. Akibat tambahan pupuk tersebut, diperoleh tambahan bobot kering tanaman pisang Raja Sereh berturut-turut 0,09 dan 0,20 kg/batang.

Analisis ragam terhadap jumlah anakan pisang raja sereh menunjukkan bahwa pemberian bahan organik berpengaruh nyata, sedangkan peningkatan paket pupuk N, P dan K tidak berpengaruh. Jadi, jelas bahwa bahan organik merupakan amelioran yang kuat pengaruhnya dibanding pupuk anorganik di lahan kritis.

Tabel 12. Jumlah anakan tanaman pisang Raja Sereh umur 6 bulan yang dipengaruhi bahan organik dan paket pupuk N, P dan K (data ditrasformasi ke $\sqrt{x + \frac{1}{2}}$).

Bahan organik (A)	Jumlah anakan	Paket pupuk N, P dan K	Jumlah anakan
Pisang Raja Sereh			
Kontrol	0,93 a	0,5 x R	1,24 a
Pupuk kandang	1,57 b	1,0 x R	1,51 b
Puhi Kirinyu	1,59 b	1,5 x R	1,34 ab
BNT _{0,05}	0,37	BNT _{0,05}	0,24

Keterangan : Angka-angka yang selajur yang diikuti huruf kecil yang sama pada perlakuan bahan organik dan takaran pupuk N, P dan K tidak berbeda nyata menurut BNT 5%. R = rekomendasi pupuk.

Dari Tabel 12 dapat dijelaskan bahwa perlakuan pukan dapat meningkatkan jumlah anakan Raja Sereh sebanyak 0,64 batang (68,8%) jika dibanding dengan kontrol. Pukan mampu meningkatkan sebanyak 0,5 batang (38,5%) dan puhi Kirinyu sebanyak 0,33 batang (25,4%) jika dibanding dengan kontrol.

Peningkatan paket pupuk N, P dan K tidak mempengaruhi jumlah anakan secara nyata. Namun demikian, takaran pupuk N, P dan K 1 x R cenderung meningkatkan jumlah anakan Raja Sereh sebanyak 0,27 batang.

3.3. Mikroorganisme Pengurai Bahan Organik

Bahan organik tanah terdiri dari sisa-sisa tanaman dan hewan dari semua tahapan dekomposisi dikarenakan kerja dari mikroorganisme tanah. Berbagai macam senyawa organik yang mencapai tanah dalam bentuk sisa-sisa tanaman atau hewan tersusun dari karbohidrat yang kompleks, gula sederhana, tepung, selulosa, hemiselulosa, pektin, getah, lendir, protein, lemak, minyak, lilin, resin, alkohol, aldehid, keton, asam-asam organik, lignin, fenol, tannin, hidrokarbon, alkaloid, pigmen, dan produk-produk lainnya. Ukuran partikel dalam bahan organik, ciri-ciri dan jumlah mikroorganisme yang terlibat, sejauh mana ketersediaan C, N, P dan K, kadar air tanah, temperatur, pH, dan aerasinya, adanya senyawa-senyawa penghambat (seperti tannin) dan sebagainya, merupakan sebagian dari faktor-faktor utama yang mempengaruhi laju dekomposisi bahan organik.

Bakteri merupakan kelompok mikroorganisme yang paling banyak jumlahnya. Dalam tanah subur yang normal terdapat 10 – 100 juta bakteri per gram tanah. Bagian terbesarnya adalah heterotrop dan memanfaatkan sumber energi organik yang sudah jadi dari gula, tepung, selulosa dan protein. Sedangkan bakteri autotrop menempati sebagian kecil biomasa tanah dan menggunakan sumber anorganik seperti besi (*Ferrobacillus*) dan belerang (*Thiobacillus*) tidak langsung terlibat dalam dekomposisi bahan organik. Jumlah actinomycetes kurang lebih 200 juta per gram tanah dan dapat meningkat pada tanah yang diberi pupuk kandang. Bentuk termofilik (toleransi suhu 50 – 65°C) tidak jarang dijumpai dalam timbunan kompos.

Actinomycetes berkembang dalam keratin, kitin, dan polisakarida kompleks lainnya sehingga berperan aktif dalam pembentukan humus. Jamur tanah sebagian besar heterotrop dan memanfaatkan sisa-sisa bahan organik dengan mudah. Jamur pembentuk spora seperti *Mucor*, *Penicillium*, dan *Aspergillus* lebih banyak muncul pada lempeng agar dibanding dengan tidak berspora.

Peranan mikroorganisme tanah untuk mengendalikan keseimbangan alam sudah mulai dan akan terus diteliti untuk keperluan pertanian berkelanjutan. Beberapa mikroorganisme tanah yang sudah memiliki pengaruh positif terhadap media tumbuh dan tanaman yang dibudidayakan adalah bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan *Azotobacter sp.* Sedangkan yang berupa jamur adalah *Trichoderma harzianum* dan *Aspergillus niger*. Pasangan bakteri dan jamur ini dapat pula secara bersama-sama memberikan pengaruh lebih dibanding secara tunggal. Hasil penelitian Puslittanak (2000) mencerminkan bahwa penggunaan inokulan *Trichoderma sp.* Bersama-sama dengan *Azotobacter sp.* atau *Aspergillus niger* bersama-sama dengan *Azotobacter sp.* dapat meningkatkan daya guna pemberian jerami.

Pada tabel berikut dapat diuraikan mikroorganisme yang memanfaatkan komponen bahan organik yang berbeda.

Inokulan bakteri *Azotobacter* dan pelarut P dalam tanah sudah diketahui pula dapat meningkatkan ketersediaan hara N dan P tanah. Bakteri *Azotobacter* ini dapat menambat N dari udara dapat berfungsi sebagai pupuk hayati sehingga dapat mengurangi penggunaan pupuk N-anorganik. Pemupukan P yang berat selama 20 tahun terakhir sudah berdampak pada kemampuan tanah untuk menyediakan P. Terjadinya akumulasi P yang cukup tinggi dapat ditambang dengan bakteri pelarut P.

Tabel 13. Genus-genus mikroorganismen yang mampu memanfaatkan komponen-komponen bahan organik yang berbeda-beda.

Komponen bahan organik	Kelompok mikro	Genus-genus mikroorganismen
Selulosa	Jamur	<i>Alternaria, Aspergillus, Chaetomium, Coprinus, Fomes, Myrothecium, Polyporus, Fusarium, Penicillium, Rhizoctonia, Rhizopus, Trametes, Trichoderma, Trichothecium, Verticillium, Zygorynchus</i>
	Bakteri	<i>Achromobacter, Angiococcus, Bacillus, Cellulacilla, Celulomonas, Cellfibrio, Clostridium, Pseudomonas, Cytophaga, Plyangium, Sorangium, Sporocytophaga, Vibrio</i>
	Actinomycetes	<i>Micromonospora, Nocardia, Streptomyces, Streptosporangium</i>
Hemicelulosa	Jamur	<i>Alternaria, Aspergillus, Chaetomium, Coriolus, Fomes, Fusarium, Penicillium, Rhizoctonia, Rhizopus, Trichothecium</i>
	Bakteri	<i>Achromobacter, Bacillus, Pseudomonas, Lactobacillus</i>
	Actinomycetes	Streptomyces
Lignin	Jamur	<i>Clavaria, Flammula, Hypholoma, Humicola</i>
	Bakteri	<i>Pseudomonas, Flavobacterium</i>
Tepung	Jamur	Aspergillus, Fomes, Fusarium, Rhizopus
	Bakteri	<i>Achromobacter, Bacillus, Chromobacterium, Clostridium,</i>
	Actinomycetes	<i>Micromonospora, Streptomyces</i>
Pektin	Jamur	<i>Fusarium, Verticillium</i>
	Bakteri	<i>Bacillus, Clostridium, Pseudomonas</i>
Inulin	Jamur	<i>Penicillium, Aspergillus, Fusarium</i>
	Bakteri	<i>Pseudomonas, Flavobacterium, Clostridium</i>
Kitin	Jamur	<i>Fusarium, Mocar, Trichoderma, Aspergillus</i>
	Bakteri	<i>Achromobacter, Bacillus, Pseudomonas</i>
	Actinomycetes	<i>Streptomyces, Micromonospora, Nocardia</i>
Protein dan as. Nukleat	Bakteri	<i>Bacillus, Clostridium, Pseudomonas</i>
	Jamur	<i>Penicillium, Rhodotorula, Mortierella</i>
	Bakteri	<i>Bacillus</i>
	Actinomycetes	<i>Streptomyces</i>
Tanin	Jamur	<i>Aspergillus, Penicillium</i>
Asam humat	Jamur	<i>Penicillium, Polystictus</i>
Asam fulvat	Jamur	<i>Poria</i>

Sumber : Subba Rao (1994).

Hasil penelitian Puslittanak (1999) menunjukkan bahwa inokulan tanah dengan bakteri *Azotobacter* dan pelarut P yang diikuti dengan pemupukan N dan P setengah dosis anjuran, dapat mengoptimalkan kandungan N dan P dalam daun jagung. Kadar P dan N (NH_4 dan NO_3) tanah dapat pula ditingkatkan.

Penggunaan pestisida dan herbisida yang terus meningkat di daerah intensifikasi pada tanaman padi dan sayuran dikhawatirkan berdampak negatif terhadap lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pestisida di lahan petani belum mempengaruhi populasi mikroorganisme tanah. Bila memiliki bahan aktif Pb dan Cd, maka bahan tersebut akan diserap oleh tanaman dan membentuk partisi pada jaringan. Kadar di atas 2 ppm pada sayuran sudah membahayakan untuk dikonsumsi oleh manusia. Diperlukan mikroorganisme yang mampu untuk menetralkan keberadaan bahan logam ini hingga berada di bawah ambang kritis (Puslittanak, 1999).

Penggunaan bahan organik ke dalam tanah merupakan salah satu tindakan perbaikan lingkungan tumbuh tanaman dalam rangka mengoptimalkan manfaat pupuk (Go Ban Hong, 1977). Pada era globalisasi yang sudah mulai saat ini, bahan organik akan mendukung terciptanya sistem Pertanian ramah lingkungan. Berbagai paket teknologi yang telah berjalan antara lain penggunaan organik soil treatment (OST), fine compost, effective microorganism (EM-4) (Wididana, 1992), dan berbagai jenis mikroba lainnya seperti *Trichoderma harzianum* dan *Pseudomonas fluorescens* (Muflihayati, Yulensri dan Fri Maulina, 2003).

Hasil penelitian yang sangat menyokong sekali dari Kabar, Widati dan Santoso (2000), bahwa penggunaan *Trichoderma* yang dibarengi dengan *Azotobacter* sebagai bahan perombak bokasi (5 t/ha) dapat meningkatkan serapan hara Mg sebesar 100%. Selanjutnya dinyatakan bahwa inokulan *Trichoderma* + *Azotobacter* merupakan kombinasi yang baik dimana *Azotobacter* merupakan bakteri nonsimbiotik yang dapat menambat N udara dan penghasil zat perangsang tumbuh, sedangkan *Trichoderma* merupakan jamur pelapuk bahan organik sehingga kandungan hara dalam jerami segera dimineralisasi dan bermanfaat untuk tanaman.

- A. Pembuatan starter *Trichoderma* ditingkat petani sebagai bahan pengompos jerami.

Dedak + pupuk kandang (2 : 1) dicampur merata dan dilembabkan. Dipasteurisasikan selama 2 jam dan dinginkan pada kotak-kotak yang ditutupi plastik. Biang *Trichoderma* diinokulasikan ke bahan di atas (1 : 20) dan biarkan tumbuh 10 hingga 15 hari (balikkan selang

waktu 3 hari sekali). Bila seluruh bahan telah ditumbuhi spora hijau dilanjutkan dengan pengeringan dan dapat disimpan sebagai starter Trichoderma pada pengomposan jerami.

B. Pembuatan kompos oleh jamur Trichoderma.

Jerami segar direndam selama 1 malam. Bahan aktivator (Urea : TSP : Kapur : pupuk kandang : starter Trichoderma dengan perbandingan berat : 4 : 2 : 2 : 40 : 1) diaduk rata dan dibagi menjadi 4 bagian. Jerami padi ditumpuk setinggi 25 cm dan 0,25 bagian aktivator ditabur di atasnya (tipis) dan diperciki air. Ulangi penumpukan jerami setinggi 25 cm dan penaburan aktivator sehingga tinggi tumpukan mencapai 1 m. Tumpukan ditutupi dengan plastik. Pembalikan tumpukan 1 kali dalam seminggu dan kelembaban dijaga (KA 60 – 80%) dengan cara memercikan air setiap pembalikan. Lakukan panen kompos bila suhu sudah dingin, struktur hancur, warna coklat hitam, tidak berbau. Biasanya 3 minggu sudah dapat dipanen.

C. Pembuatan kompos dari tithonia.

Bahan : Tanaman tithonia segar (pupuk hijau) bagian pucuk sepanjang 40 cm dan dicincang 3-5 cm, plastik karung, tanah (bahan pembawa).

Cara kerja : Lakukan pemeraman terhadap daun tithonia segar selama 3 hari dalam karung plastik (warna hitam dan berbau amonia). Kemudian campurkan dengan tanah sebagai bahan pembawa (tanah diambil dari lokasi penelitian) lalu diaduk berulang kali hingga campuran berumur 1 minggu (terjadi pengadukan kurang lebih 4 kali). Antara kompos segar dengan tanah dengan perbandingan 5 :1. Jika ada 1000 kg kompos segar (masih hijau), diperlukan tanah pembawa sebanyak 200 kg. Hasil akhir setelah jadi kompos basah adalah 500 kg (tithonia kehilangan bobot 70%).

Cara kerja di atas merupakan perbaikan cara pembuatan kompos sebelumnya (untuk percobaan pot), dimana hanya terdiri kompos tithonia murni yang diperam selama 1 minggu. Cara perbaikan di atas lebih baik efeknya di lapangan. Perlu diketahui bahwa apabila dibutuhkan dalam jumlah banyak (10 t), maka dibutuhkan 2000 kg tanah (2,0 t). Oleh sebab itu, pembuatan pupuk ini ditujukan hanya bila luasan areal tanam yang kecil. Pembuatannya harus di lokasi bersangkutan agar mudah transportasi ke lahan sawah.

D. Aplikasi kompos pada budidaya jagung (merupakan materi tambahan).

Kompos hasil penguraian Trichoderma dapat diaplikasikan pada budidaya jagung dimana penempatannya secara larikan sedalam 10 cm

dengan ketebalan kompos 5 – 6 cm sepanjang larikan dan ditutupi dengan tanah. Biji jagung dapat ditanamkan sepanjang larikan kompos atau 3 cm di samping larikan kompos. Dengan adanya kompos tersebut, kadar air tanah lebih bertahan dan dapat meningkat apabila curah hujan tidak memadai secara keseluruhan (daya serap dan daya pegang air meningkat).

3.4. Evaluasi

Evaluasi diadakan dalam bentuk :

- A. QiuZ
- B. Tugas
- C. Ujian tengah semester (UTS)
- D. Ujian akhir semester (UAS)

3.5. Sumber Pustaka

- Agustamar. 2000. Pengaruh bahan organik dan takaran pupuk N, P dan K terhadap pertumbuhan dan serapan hara tanaman pisang Raja Sereh dan Cavendish di lahan kritis. Tesis S2. Pascasarjana Universitas Andalas, Padang.
- Agustamar. 2008. Prospek Penerapan Metode SRI (the System of Rice Intensification) pada Sawah Bukaan Baru. Disertasi Doktor Pascasarjana Univ. Andalas. Padang. 209 hal.
- Hardjowigeno, S. 1987. Ilmu Tanah. Penerbit Madyatama Sarana Perkasa, Jakarta. 220 hal.
- Nurhajati Hakim, G. Ismal, Mardinus, H. Muchtar, dan Yunus. 1994. Pola pertanian terpadu di lahan kering kritis. Laporan Akhir Penelitian Tahun III. Kerjasama Proyek P4N Balitbang Deptan dengan Lembaga Penelitian Unand, Padang. 123 halaman.
- Nurhajati Hakim, M. Y. Nyakpa, A. M. Lubis, S. G. Nugroho, M. A. Diha, Go Ban Hong, dan H. H. Bailey. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Penerbit Universitas Lampung. 488 hal.
- Poerwowidodo. 1992. Telaah Kesuburan Tanah. Angkasa, Bandung. 274 halaman.
- Pusat Penelitian Tanah. 1983. Penuntun Analisa Tanaman. Buletin Teknik Penelitian Tanah, Bogor. No. 1. 45 hal.

- Puslittanak. 1996. Teknologi Pengelolaan Lahan Kering. Publikasi Populer. Bahan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. 34 halaman.
- Sanchez, P. A. 1992. Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika. Jilid 1. Terjemahan oleh Johara T. Jayadinata. Penerbit ITB, Bandung. 397 hal.
- Sarief, E. S. 1985. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. Penerbit Pustaka Buana, Bandung. 182 hal.
- Siti Zulaikha, S., A. Supriyo, dan R. Dirgahayuningsih. 1996. Pengaruh sumber bahan oorganik terhadap hasil jagung dan perbaikan beberapa sifat tanah Podzolik Merah Kuning di Kalimantan Selatan. Prosiding I HIGI. Konferensi Nasional XIII dan Seminar Ilmiah HIGI, Bandar Lampung. Hal. 294-299.
- Soerjani, M., A. J. G. H. Kostermans, dan G. Tjitrosoepomo. 1987. Weeds of rice in Indonesia. Balai Pustaka, Jakarta. Hal. 86-87.
- Subba Rao, N. S. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Edisi Kedua. UI-Press, Jakarta. 352 halaman.
- Tisdale, S. L., dan W. L. Nelson. 1975. Soil Fertility and Fertilizers. MacMillan, New York.

IV. LARUTAN HARA TANAH

4.1. Tujuan Instruksional Khusus

Mahasiswa diharapkan mampu:

1. Mengetahui dan memahami larutan hara tanah dengan berbagai prilakunya
2. Mengetahui proses penyerapan hara oleh tanaman

4.2. Pengertian Hara Tanah

Unsur hara esensial adalah unsur yang dibutuhkan tanaman yang jika kurang hanya dapat diganti oleh unsur yang sama, dan unsur ini berperan aktif dalam metabolisme tanaman. Jika kurang atau tidak ada : tanaman akan mati. Ada 16 unsur yang masuk esensial.

Unsur hara non esensial adalah unsur hara yang dibutuhkan tanaman hanya untuk kepentingan biologisnya. Tanpa unsur inipun tanaman tetap hidup. Contoh : Si pada batang padi, Na juga diserap cukup banyak.

Hara makro : dibutuhkan dalam jumlah banyak (minimal 500 ppm dalam bahan kering tanaman), jika < 500 ppm akan terjadi defisiensi.

Hara mikro : dibutuhkan dalam jumlah yang amat sedikit (maksimum 100 ppm dalam bahan kering tanaman, jika > 100 ppm akan terjadi keracunan).

A. Unsur N-tanah

Sumber : (1) Bahan organik tanah, jika ukuran halus N akan tinggi (C/N rendah), dan jika ukuran kasar N akan rendah (C/N tinggi). Perbandingan dengan unsur lain : C : N : P : S : Mikro = 100 : 10 : 1 : 1 : (sangat sedikit). (2) Diikat oleh mikroorganisme. Dari udara seperti legum adalah Rhizobium, dan dari udara bebas seperti *Azotobacter*, *Clostridium*. (3) Pupuk seperti Urea, ZA, dan lain-lain sumber anorganik. (4) Air hujan.

Kehilangan N dari tanah :

1. Digunakan oleh tanaman atau organisme.
2. N dalam bentuk NH_4^+ dapat diikat oleh mineral liat sehingga sulit diserap tanaman

3. N dalam bentuk NO_3^- mudah tercuci oleh air hujan.
4. Proses denitrifikasi yaitu NO_3^- berubah jadi gas N (N_2).

N-organik dalam tanah sekitar 97 – 98%, sedangkan N-anorganik 2 – 3% (sangat sedikit).

Tabel 14. Unsur hara esensial

Unsur Hara	Bentuk yang dapat diserap	Sumber Utama
C H O	CO ₂ (melalui daun) H ⁺ , H ₂ O (H dari air) O ₂ , CO ₂ (melalui daun)	Udara dan air
N P K Ca Mg S	NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ⁼ K ⁺ Ca ⁺⁺ Mg ⁺⁺ SO ₄ ⁼	
Fe Mn B Mo Cu Zn Cl	Fe ⁺⁺ , Fe ⁺⁺⁺ Mn ⁺⁺ BO ₃ ³⁻ , H ₂ BO ₃ ⁻ , B(OH) ₄ ⁻ MoO ₄ ⁼ (molibdat) Cu ⁺⁺ Zn ⁺⁺ Cl ⁻	Mikro Tanah

Sumber : Donahue, *et al.*, 1977

Kenapa harus memupuk dengan N ?

1. Sumber N tidak cukup atau tersedia kurang dalam tanah.
2. Nitrogen diperlukan dalam jumlah banyak.
3. Mungkin kehilangan N cukup tinggi pada tanah.
4. Tanaman yang digunakan respon terhadap pemupukan N (contoh: benih unggul).

B. Unsur P-tanah.

Sumber : (1) Bahan organik seperti pupuk kandang, sisa tanaman, dan lain-lain, (2) Pupuk buatan seperti TSP, DS, SP-36, dan lain-lain, (3) Mineral-mineral di dalam tanah seperti Apatit.

Jenis/bentuk P di dalam tanah : (1) P-organik seperti phytin, asam inti, phospholipid. (2) P-anorganik yang tersedia untuk tanaman.

Kenapa terjadi kekurangan P dalam tanah ?

1. Jumlahnya di dalam tanah sedikit.
2. Sebagian besar terdapat dalam bentuk *tidak tersedia* bagi tanaman.
3. Terjadi pengikatan (fiksasi) oleh Al pada tanah masam atau Ca pada tanah alkalis (basa).

Faktor-faktor yang mempengaruhi tersedianya P dalam tanah :

1. Kemasaman tanah yang tinggi atau pH rendah (paling mudah diserap pada pH 6 – 7).
2. Pupuk yang diberikan lebih banyak yang kontak dengan tanah sehingga terjadi pengikatan. Sebaiknya ditempatkan secara larikan (bukan disebar).
3. Kekeringan seperti yang terjadi pada lahan kritis.

C. Unsur K-tanah.

1. Sumber : (1) Mineral primer tanah seperti felspar, mika dan lain-lain, (2) Pupuk buatan seperti ZK dan KCl.
2. Ditemukan dalam jumlah banyak di dalam tanah dan hanya sedikit yang dimanfaatkan oleh tanaman yaitu yang larut atau yang dapat dipertukarkan (dalam koloid tanah).
3. Hilangnya K dari tanah : (1) diserap tanaman, (2) pencucian oleh air hujan.
4. Terserapnya K oleh tanaman : diserap sering melebihi kebutuhan tapi tidak meningkatkan produksi.
5. Ketersediaan K : (1) Tidak tersedia (90 – 98% total K tanah) yaitu berada dalam mineral liat, (2) Tersedia (1 – 2% total K tanah) yaitu pada koloid tanah dan dalam larutan tanah, dan (3) Tersedia tapi lambat yaitu difiksasi oleh mineral liat, yang tidak tercuci oleh air hujan.

4.3. Penyerapan Hara oleh Tanaman

Koloid tanah adalah bahan mineral dan bahan organik tanah yang sangat halus sehingga mempunyai luas permukaan yang sangat tinggi dalam satuan berat tertentu.

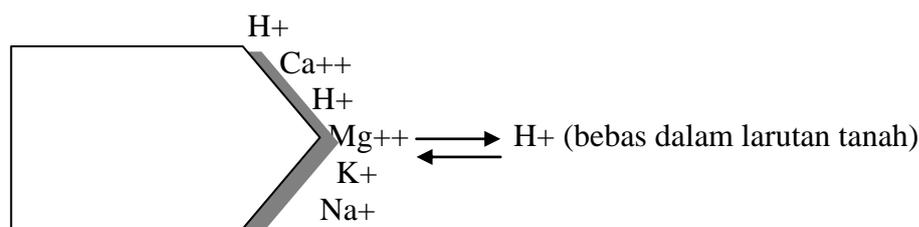
Koloid berasal dari kata Yunani yang berarti seperti lem (glue like).

Koloid tanah : $\left\{ \begin{array}{l} \text{Liat (koloid anorganik dengan penyusun : Al, Si dan O)} \\ \text{Humus (koloid organik dengan penyusun : C, H dan O)} \end{array} \right.$

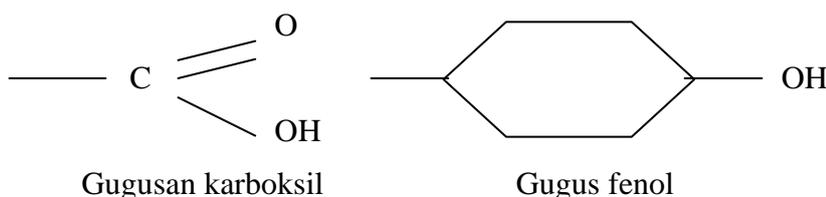
Ukuran koloid itu $< 1\mu$ (tidak semua liat dimasukkan ke dalam koloid, hanya liat yang $< 2\mu$)

Koloid tanah merupakan bagian tanah yang sangat aktif dalam reaksi-reaksi fisiko-kimia di dalam tanah.

Partikel-partikel koloid yang sangat halus yang disebut juga dengan misel (micro cell), yang umumnya bermuatan negatif.



Gambar 4. Koloid liat



Gambar 5. Koloid humus

Mekanisme Penyediaan / Penyerapan Unsur Hara

1. Aliran massa : yaitu gerakan hara menuju akar bersama air akibat perbedaan tegangan. Dalam hal ini berlaku untuk : N (98,8%), Ca (71,4%), S (95%) dan Mo (95,2%).
2. Diffusi : yaitu bergerak dari konsentrasi hara yang lebih tinggi ke yang rendah. Akibat pelepasan hara ini dari mineral liat berakibat konsentrasi disekitarnya lebih tinggi. Sedangkan di perakaran konsentrasi rendah. Maka, dari yang tinggi ke rendah terjadilah diffusi. Berlaku untuk : P (90,9%) dan K (77,7%).

3. Intersepsi akar : yaitu terjadinya penyerapan hara sebagai akibat memanjang sistem perakaran sehingga jarak posisi unsur dengan akar rambut lebih dekat. Dalam hal ini berlaku untuk : Ca (28,6%) dan unsur lainnya (1,2 – 5%).

4.4. Evaluasi

Evaluasi diadakan dalam bentuk :

- A. QiuZ
- B. Tugas
- C. Ujian akhir semester (UAS)

4.5. Sumber Pustaka

- Agustamar. 2000. Pengaruh bahan organik dan takaran pupuk N, P dan K terhadap pertumbuhan dan serapan hara tanaman pisang Raja Sereh dan Cavendish di lahan kritis. Tesis S2. Pascasarjana Universitas Andalas, Padang.
- Hardjowigeno, S. 1987. Ilmu Tanah. Penerbit Madyatama Sarana Perkasa, Jakarta. 220 hal.
- Novizan. 2002. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. Agro Media Pustaka, Jakarta. 114 halaman.
- Nurhajati Hakim, M. Y. Nyakpa, A. M. Lubis, S. G. Nugroho, M. A. Diha, Go Ban Hong, dan H. H. Bailey. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Penerbit Universitas Lampung. 488 hal.
- Poerwowidodo. 1992. Telaah Kesuburan Tanah. Angkasa, Bandung. 274 halaman.
- Pusat Penelitian Tanah. 1983. Penuntun Analisa Tanaman. Buletin Teknik Penelitian Tanah, Bogor. No. 1. 45 hal.
- Puslittanak. 1996. Teknologi Pengelolaan Lahan Kering. Publikasi Populer. Bahan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. 34 halaman.
- Sarief, E. S. 1985. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. Penerbit Pustaka Buana, Bandung. 182 hal.

V. PUPUK DAN PEMUPUKAN

5.1. Tujuan Instruksional Khusus

Mahasiswa diharapkan mampu:

1. Mengetahui dan memahami arti dari pupuk dan pemupukan
2. Mengetahui dan memahami jenis dan sifat pupuk
3. Menjelaskan tentang makna dan aktifitas pemupukan

5.2. Pengertian Pupuk dan Pemupukan

Yang dimaksud dengan pupuk adalah setiap bahan yang diberikan ke dalam tanah atau disemprotkan pada tanaman dengan maksud menambah unsur hara yang diperlukan tanaman. Pengertian lain dari pupuk adalah suatu bahan yang diberikan sehingga dapat mengubah keadaan fisik, kimia dan hayati dari tanah sehingga sesuai dengan tuntutan tanaman.

Pengertian pemupukan adalah setiap usaha pemberian pupuk yang bertujuan menambah persediaan unsur-unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk peningkatan produksi dan mutu hasil tanaman. Dari pengertian-pengertian tersebut pupuk berasal dari berbagai jenis bahan dan macam bahan kimia kandungannya.

Jika ditinjau terhadap pengertian sehari-hari bahwa pupuk adalah suatu bahan yang digunakan untuk menambah kesuburan atau memperbaiki kesuburan tanah tersebut. Atau dengan kata lain bahwa pemupukan adalah penambahan bahan pupuk ke dalam tanah dengan maksud agar tanah menjadi lebih subur. Oleh karena itu, pemupukan diartikan sebagai penambahan zat hara tanaman ke dalam tanah. Dalam arti luas, pemupukan sebenarnya juga termasuk penambahan bahan-bahan lain yang dapat memperbaiki sifat-sifat tanah, misalnya pemberian pasir ke tanah liat, penambahan tanah mineral ke tanah organik (gambut), pengapuran, penggunaan limbah semen, limbah organik dan lain sebagainya.

Apa yang mendorong kita harus menggunakan pupuk ?
Pertanyaan sederhana ini dapat dijelaskan dengan suatu proses yang terjadi pada tanaman yang dibudidayakan. Setiap kali kita membawa

hasil panen ke luar lahan, sebanyak itu pula unsur hara yang terbawa atau hilang dari tanah di samping sebagai akibat pencucian dan penghanyutan. Sebagai contoh dapat dikemukakan bahwa panen padi sebanyak 4 ton (padi kering) akan mengangkut unsur-unsur N, P dan K dari tanah masing-masing sebanyak 32 kg N, 36 kg P₂O₅, dan 21 kg K₂O. Kehilangan unsur akibat erosi lebih besar dari yang terbawa oleh hasil panen. Bila status hara tanah sudah diketahui tingkatannya, secara sederhana dapat dihitung berapa jumlah unsur yang harus ditambahkan asalkan jumlah yang tercuci dan tererosi dapat diketahui.

Secara lengkap ada enam dasar seseorang dapat melakukan pemupukan dengan benar. Dasar-dasar itu adalah : (1) Tanaman apa yang akan dipupuk, (2) Jenis tanah yang bagaimana yang ditanami, (3) Jenis pupuk apa yang dipakai, (4) Berapa dosis yang harus ditetapkan, (5) Kapan dilakukan pemupukan, dan (6) Bagaimana cara pemupukannya.

Ragam tanaman yang cukup banyak seperti varitas unggul lokal, nasional menuntut tingkat yang lebih besar responnya menyerap unsur pupuk yang diberikan. Tanah yang porus lebih parah dalam sistem pemupukannya karena banyak yang tercuci. Jenis pupuk yang mudah menguap kurang efektif dibanding pupuk yang sulit terurai. Penetapan dosis pupuk sangat berhubungan dengan 5 dasar lainnya dan hasil analisis tanah. Penggunaan waktu dan cara yang tepat merupakan anjuran untuk efisiensi pemupukan.

5.3. Jenis Pupuk

Pupuk dapat diklasifikasikan atas dasar pembentukannya yaitu pupuk alam dan pupuk buatan dan atas dasar susunan kimiawi yang mempunyai hubungan penting dengan perubahan-perubahan di dalam tanah yaitu pupuk organik dan pupuk an-organik.

Pupuk alam di antaranya terdiri dari (a) pupuk kandang, (b) pupuk hijau, (c) kompos dan (d) guano. Sedangkan pupuk buatan adalah pupuk yang dibuat pabrik-pabrik yang mengandung unsur hara tertentu, yang pada umumnya mempunyai kadar unsur hara yang tinggi.

Pupuk buatan mempunyai kebaikan dan kelemahan tertentu dalam pemakaiannya.

Kebaikan pupuk alam adalah :

- Lebih mudah menentukan jumlah pupuk yang diperlukan dengan kebutuhan tanaman.
- Hara yang diberikan dalam bentuk yang cepat tersedia.

- Dapat diberikan pada saat yang lebih tepat.
- Pemakaian dan pengangkutannya lebih murah, karena kadar haranya tinggi.

Sedangkan kelemahannya adalah :

- Bila pemakaian tidak diperhitungkan, penggunaan dapat merusak lingkungan.
- Umumnya tidak atau sedikit mengandung unsur hara mikro dan hanya unsur tertentu saja yang mempunyai konsentrasi tinggi.

Berdasarkan kandungan unsur haranya, maka pupuk dapat dibagi ke dalam beberapa golongan yaitu :

- Pupuk tunggal, yaitu pupuk yang mengandung satu jenis hara tanaman.
- Pupuk majemuk, mengandung lebih dari satu jenis hara tanaman seperti NP atau PK.

5.4. Sifat Pupuk

Dalam rangka meningkatkan hasil tanaman dewasa ini telah digunakan sejumlah besar pupuk buatan. Pupuk buatan ini umumnya dari pabrik tidak langsung digunakan oleh petani atau perusahaan, akan tetapi disimpan dalam gudang ataupun di pasarkan melalui koperasi yang juga mempunyai gudang penyimpanan. Saat penyimpanan ini, ternyata sering terkendala dengan penampilan pupuk dimana terjadi pengerasan (bongkahan) dan ada yang menimbulkan air (mencair). Sebagian jenis pupuk ada yang melembab yang seharusnya kering dan mempunyai struktur yang bagus (butiran). Hal demikian ternyata disebabkan oleh sifat dari pupuk bersangkutan.

Pupuk buatan dapat bersifat higroskopis dan ada pula yang bersifat non higroskopis (stabil). Pupuk Urea butiran lebih bersifat higroskopis sehingga bila disimpan dalam gudang yang cukup lama, akan menyebabkan timbulnya air (basah). Bila sudah seperti, maka pupuk sulit untuk disebar di lapangan terutama untuk tanaman padi.

Persoalan lain yang sangat urgen adalah bercampurnya tempat penyimpanan pupuk sehingga pupuk yang bersifat higroskopis akan mempengaruhi pupuk yang stabil seperti TSP. TSP yang sangat kering akan menjadi basah dan menggumpal atau membentuk bongkahan. Seorang petani yang akan melakukan pemupukan di lahan kering atau lahan basah telah melakukan pencampuran tiga jenis pupuk yang berbeda sifatnya seperti Urea, TSP dan KCl dengan tujuan menghemat tenaga dan waktu. Saat akan dilakukan pemupukan ternyata hari hujan lebat dan

tidak mungkin melanjutkan pekerjaan pada hari bersangkutan. Maka, pupuk yang telah dicampur tadi saling mempengaruhi satu sama lainnya. Pupuk Urea yang mudah menyerap air lingkungannya akan menjadi basah dan selanjutnya mengimbas ke TSP sehingga menjadi basah pula. Sebagai akibatnya, semua pupuk yang telah tercampur tersebut akan menjadi rusak. Jadi, pupuk yang telah tercampur segera digunakan.

5.5. Pemupukan

A. Menghitung kebutuhan pupuk

Jumlah unsur hara yang dibutuhkan setiap tanaman berbeda. Untuk menentukan jumlah pupuk yang akan diberikan, perlu diketahui jumlah unsur hara yang tersedia dalam tanah di sekitar tanaman. Kemudian dihitung unsur-unsur hara yang dipindahkan (digunakan) oleh tanaman dan membandingkan jumlah tersebut dengan jumlah unsur yang akan diberikan dalam bentuk pemupukan. Berikut adalah cara melakukan perhitungan jumlah pupuk yang akan diaplikasikan:

Contoh 1: N-total tanah = 0,17%, maka perhitungannya adalah:

$$\begin{aligned} 0,17\% &= 0,17 \text{ g}/100 \text{ g tanah} \\ &= 0,17 \text{ g N}/100 \text{ g tanah} \times (10/10) \\ &= 0,17 \times 10 / 100 \times 10 \\ &= 1,7 / 1000 \text{ g} \\ &= 1,7 \text{ g} / 1 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berapa dalam 1 ha atau 2000000 kg tanah?

$$\begin{aligned} &= 1,7 \text{ g} \times 2000000 \text{ kg} / 1 \text{ kg} \times 2000000 \text{ kg} \\ &= 3,4 \text{ juta g} / 2000000 \text{ kg} \\ &= 3,4 \text{ juta g N}/\text{ha} \\ &= 3400 \text{ kg N}/\text{ha} \end{aligned}$$

Yang dapat diserap oleh tanaman hanya 1-2% saja, artinya N tersedia bagi tanaman sebanyak 34 hingga 68 kg/ha

Contoh 2: P-tersedia tanah = 6,19 ppm, maka perhitungannya adalah:

$$6,19 \text{ mg P}/1000000 \text{ mg tanah} = 6,19 \text{ mg P}/1 \text{ kg tanah}$$

Berapa dalam 1 ha atau 2000000 kg tanah?

$$\begin{aligned} &= 6,19 \text{ mg P} \times 2000000 \text{ kg} / 1 \text{ kg} \times 2000000 \text{ kg} \\ &= 12,38 \text{ juta mg P} / 2000000 \text{ kg} \\ &= 12,38 \text{ juta mg P}/\text{ha} \\ &= 12,38 \text{ kg P}/\text{ha} \end{aligned}$$

Yang dapat diserap oleh tanaman 60% saja, artinya P tersedia bagi tanaman sebanyak $(60/100) \times 12,38 \text{ kg/ha} = \underline{7,428 \text{ kg/ha}}$

Contoh 3: K-dd tanah = 0,11 me/100 g tanah, maka perhitungannya adalah:

$$\begin{aligned}
 0,11 \text{ me/100 g tanah} &= 0,11 \times (\text{BA/Valensi K}) / 100 \text{ g tanah} \\
 0,11 \times (39/1) / 100 \text{ g tanah} &= 4,29 \text{ mg} / 100 \text{ g tanah} \\
 \text{Jadikan dalam 1 kg tanah} &= 4,29 \text{ mg/100 g tanah} \times 10/10 \\
 &= 42,9 \text{ mg/1000 g tanah} \\
 &= 42,9 \text{ mg K/kg tanah} \\
 \text{Jadikan dalam 1 ha} &= 42,9 \text{ mg K/kg tanah} \times (2 \cdot 10^6 / 2 \cdot 10^6) \\
 &= 85800000 \text{ mg K/2000000 kg tanah} \\
 &= 85,8 \text{ kg K/ha} \\
 \text{Jadikan K}_2\text{O} &= \{(2 \times \text{K}) + (\text{O})\} / (2 \times \text{K}) \times 85,8 \text{ kg/ha} \\
 &= \{(2 \times 39) + (16)\} / (2 \times 39) \times 85,8 \text{ kg/ha} \\
 &= (94/78) \times 85,8 \text{ kg K}_2\text{O/ha} \\
 &= 103,4 \text{ kg K}_2\text{O/ha}
 \end{aligned}$$

Jadikan KCl dimana mengandung 60% K₂O
 $= (100/60) \times 103,4 = \underline{172,68 \text{ kg KCl/ha}}$

K-dd yang dapat dimanfaatkan tanaman hanya 10% saja, maka: K-dd tanah yang sudah dijadikan setara KCl yang dimanfaatkan
 $= (10/100) \times 172,68 \text{ kg KCl/ha}$
 $= \underline{17,27 \text{ kg KCl/ha}}$

Jika dosis dalam anjuran digunakan 100 kg KCl/ha, maka Pupuk KCl yang dibeli adalah
 $= 100 - 17,27$
 $= \underline{82,73 \text{ kg/ha}}$

B. Penempatan pupuk

Pertumbuhan dan keadaan perakaran tanaman berbeda untuk setiap jenis tanaman. Keadaan sekitar tanaman menyebabkan perbedaan pertumbuhan akar. Dengan mengetahui sifat-sifat dan aktivitas akar, akan dapat dilakukan pemupukan yang praktis dan sempurna.

Bila akar tanaman keadaannya tetap, maka penempatan pupuk yang baik adalah langsung di bawah akar. Jika akar tanaman tumbuhnya menyebar ke arah samping, maka penempatan pupuk sebaiknya di sisi tanaman. Sedangkan akar-akar yang cenderung ke bawah, maka posisi penempatan pupuk akan lebih baik di bawah benih sewaktu mulai tanam.

Atas dasar perilaku akar tanaman di atas, maka terdapat beberapa cara pemupukan yaitu :

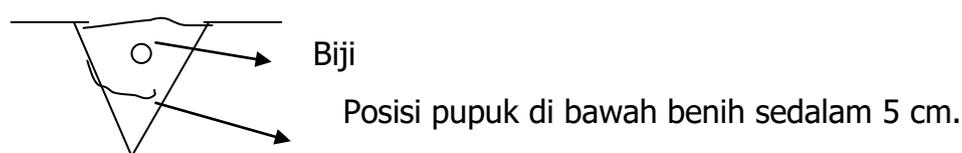
- Penyebaran. Pupuk disebar atau ditabur secara merata dan seragam di atas permukaan tanah. Dapat dilakukan setelah atau sebelum pengolahan tanah. Pupuk alam seperti kompos, pupuk kandang, kapur dan sebagainya, umumnya diberikan dalam porsi yang jauh lebih banyak (dalam satuan ton). Maka cara pemberiannya selalu disebar. Akan tetapi, selesai penyebaran diikuti pula dengan pencampurannya dengan tanah permukaan supaya unsur hara yang dikandungnya dapat diikat oleh tanah permukaan tersebut. Khusus untuk pemupukan di sawah, dimana umumnya diberikan secara sebar. Akhir-akhir ini dianggap tidak efisien, maka ada yang menyajikan pupuk dalam bentuk pellet atau pil dengan bobot 1 gram.
- Plow sole placement. Pupuk langsung ditempatkan di belakang bajak pada saat pengolahan tanah. Penempatan seperti ini dimaksudkan untuk tanaman yang memiliki daerah rangkum akar yang besar ke arah bawah. Pupuk tidak bisa tererosi ke arah samping, tetapi lebih memungkinkan ke arah bawah pada saat curah hujan lebih tinggi. Tanaman seperti jagung lebih cocok dengan cara seperti. Penulis mencoba sudah cukup sering bahwa cara seperti ini dimodifikasi dengan sistem bawah benih, karena umumnya tanaman pangan memiliki perakaran pendek dan menyebar pada lapisan 10 – 20 cm. Hasilnya jauh lebih baik dibanding hanya menempatkan pada bekas bajak yang belum tentu bersinggungan dengan penyebaran akar tanaman.
- Side band placement. Side band placement yaitu menempatkan pupuk di samping benih atau tanaman (di satu sisi atau di kedua sisi). Pupuk tersebut ditempatkan sejauh 5 – 7,5 cm pada jarak horizontal, 2,5 – 5 cm di bawah tanah. Cara seperti ini sudah sangat umum dilakukan dalam budidaya tanaman pangan seperti jagung, kedelai, kacang tanah, kacang hijau, ubi jalar dan lain-lain. Umumnya, selama musim tanam selalu ada hujan walaupun tidak dalam jumlah yang tinggi. Curah hujan ini dapat meresapkan unsur pupuk ke arah vertikal (ke bawah) sehingga langsung kontak dengan perakaran tanaman.
- Di dalam barisan (in the row). Pupuk ditempatkan satu lubang dengan benih atau ditempatkan pada alur dekat benih yang ditanam. Cara ini hampir sama dengan cara penempatan pupuk di bawah benih. Bedanya hanya pada ke dalaman pupuk. Penempatan pupuk dalam barisan sejajar atau berdampingan dengan benih atau satu lubang. Namun, penempatan pupuk di bawah benih, pupuk

ditempatkan sedalam 5 cm di bawah benih. Tentu ada penambahan pekerjaan dibanding penempatan dalam barisan. Pupuk setelah ditempatkan sedalam 10 cm, kemudian ditutup setebal 5 cm dan baru ditempatkan benih. Lalu ditutup setebal 5 cm dengan tanah.

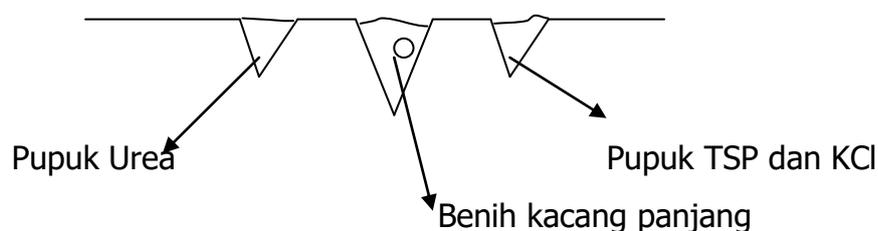
- Top dressed atau side dressed. Pemberian pupuk pada saat tanaman tumbuh di atas permukaan tanah. Cara top dressed adalah menyebarkan pupuk di atas tanaman, dan cara side dressed adalah meletakkan pupuk di samping atau di sisi barisan tanaman yang sudah tumbuh.
- Penyemprotan pada permukaan daun. Cara seperti ini lebih baik dibaca dan difahami pada bagian lain di luar BKPM ini.
- Penempatan pupuk di bawah benih. Cara ini populer sekali dilakukan di Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh untuk budidaya tanaman pangan terutama jagung, kacang tanah dan biji-bijian lainnya. Contoh pemberian pupuk pada salah satu praktek mahasiswa adalah sebagai berikut :

Penempatan pupuk saat penanaman kacang panjang

Lahan yang sudah dipersiapkan oleh farm yaitu ukuran 4 x 5 meter sebanyak 3 plot untuk setiap kelompok dibuat alur pupuk untuk perlakuan penempatan pupuk di bawah benih, kemudian penggunaan tugal bermata tiga dan larikan pupuk kiri dan kanan barisan benih. Benih ditanam pada jarak tanam 80 x 25 cm. Jarak 80 cm dianggap sebagai barisan tanaman dan 25 cm adalah jarak benih dalam barisan tanaman. Benih ditempatkan 2 biji per lubang tanam dan ditutup. Lihat gambar 6 dan 7 berikut untuk ketiga perlakuan :



Gambar 6. Perlakuan penempatan pupuk di bawah benih.



Gambar 7. Perlakuan penempatan pupuk di samping benih (tugal/larikan)

Dosis pupuk yang dipakai adalah 100 kg Urea, 150 kg TSP dan 100 kg KCl per hektar. Dosis ini bisa ditakar untuk 4 x 5 meter (20 m²) yaitu 200 g Urea, 300 g TSP dan 200 g KCl per 20 m². Urea diberikan 1 kali (seluruh dosis pada awal tanam). Sedangkan pupuk kandang 5 ton/ha atau 10 kg/plot. Pemberiannya disebar diawal dan dicampurkan sedalam 10 cm.

Hasil penelitian mandiri oleh Agustamar (2008) dengan judul: *Pengaruh Cara Penempatan Pupuk Terpadu Organik dan An-organik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (Zea mays L.)*“, dapat dijadikan pembelajaran pembandingan bagi mahasiswa di lapangan. Sebagai ringkasan hasil dan kesimpulan yang diperoleh seperti berikut ini:

Tabel 15. Hasil analisis pertumbuhan dan produksi tanaman jagung.

Perlakuan	Pertumbuhan		Produksi	
	Tinggi tanaman (cm)	Diameter batang (cm)	g/rumpun	Setara t/ha
Cara sebar	265 a	2,41 a	223 a	5,57 a
Bawah benih	285 b	2,68 b	353 c	8,83 c
Alur kiri kanan	290 b	2,65 b	346 c	8,65 c
Tugal bermata tiga	283 b	2,63 b	291 b	7,27 b

Angka-angka sekolom yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata menurut uji lanjutan beda nyata jujur (BNJ) 5%.

Kesimpulan

1. Cara penempatan pupuk terpadu organik dan anorganik berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung
2. Penempatan pupuk bawah benih, alur kiri kanan dan dengan tugal bermata tiga menambah tinggi dan diameter batang tanaman jagung pada periode pertumbuhan maksimum
3. Penempatan pupuk terpadu organik dan anorganik secara bawah benih dan alur kiri kanan meningkatkan produksi tanaman jagung (dibanding cara sebar) dengan tambahan produksi berturut-turut 3,26 dan 3,08 t/ha (cara tugal bermata tiga hanya 1,70 t/ha terhadap cara sebar dengan produksi 5,57 t/ha).

Beberapa catatan:

1. Bibit jagung yang dipakai adalah varitas unggul N-35
2. Jarak tanam adalah 80 x 30 cm (2 biji per lobang tanam)
3. Pupuk organik adalah pupuk kandang tercampur urine sapi yang telah difermentasi lanjut 3 minggu (10 t/ha)
4. Pupuk anorganik yang digunakan: Setengah dosis anjuran yaitu Urea (150 kg/ha); SP-36 (75 kg/ha) dan KCl (50 kg/ha)
5. Penyetaraan antara 10 t/ha pukan + 0,5 dosis anorganik (Urea-SP36-KCl = 150-75-50 kg/ha) adalah sama dengan 5 t/ha cincangan tithonia segar (fermentasi 5 hari) yang diaduk dengan tanah 20% (bokashi) + dosis anjuran anorganik (Urea-SP36-KCl = 300-150-100 kg/ha). Kedua pupuk terpadu organik dan anorganik ini akan memberikan pengaruh yang sama terhadap tanaman jagung menurut dosis yang tertera (cetak tebal).

5.6. Evaluasi

Evaluasi diadakan dalam bentuk :

- A. Quiz
- B. Tugas
- C. Ujian akhir semester (UAS)

5.7. Sumber Pustaka

- Agustamar. 2000. Pengaruh bahan organik dan takaran pupuk N, P dan K terhadap pertumbuhan dan serapan hara tanaman pisang Raja Sereh dan Cavendish di lahan kritis. Tesis S2. Pascasarjana Universitas Andalas, Padang. 116 hal.
- Agustamar. 2008. Pengaruh Cara Penempatan Pupuk Terpadu Organik dan An-organik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). Laporan Penelitian Mandiri. Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. 30 hal.
- Hardjowigeno, S. 1987. Ilmu Tanah. Penerbit Madyatama Sarana Perkasa, Jakarta. 220 hal.
- Novizan. 2002. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. Agro Media Pustaka, Jakarta. 114 halaman.

- Nurhajati Hakim, M. Y. Nyakpa, A. M. Lubis, S. G. Nugroho, M. A. Diha, Go Ban Hong, dan H. H. Bailey. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Penerbit Universitas Lampung. 488 hal.
- Poerwowidodo. 1992. Telaah Kesuburan Tanah. Angkasa, Bandung. 274 halaman.
- Pusat Penelitian Tanah. 1983. Penuntun Analisa Tanaman. Buletin Teknik Penelitian Tanah, Bogor. No. 1. 45 hal.
- Puslittanak. 1996. Teknologi Pengelolaan Lahan Kering. Publikasi Populer. Bahan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. 34 halaman.
- Sarief, E. S. 1985. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. Penerbit Pustaka Buana, Bandung. 182 hal.

VI. PENILAIAN KESUBURAN TANAH

6.1. Tujuan Instruksional Khusus

Mahasiswa diharapkan mampu:

1. Mengetahui bagaimana cara menilai kesuburan tanah
2. Menjelaskan manfaat dari hasil penilaian kesuburan tanah

6.2. Cara Menilai Kesuburan Tanah

Setiap unsur yang dianalisis mempunyai ciri tersendiri dalam satuannya. Hal ini sebagai akibat dari berbedanya metoda yang digunakan dan banyaknya unsur dalam tanah. Ada unsur yang memang harus diukur secara keseluruhan keberadaannya di dalam tanah seperti unsur karbon (C), dan unsur nitrogen (N). Ada juga unsur yang terukur hanya sebanyak yang tersedia saja, sedangkan bagian yang terjerap tidak terukur seperti fosfat tersedia (P-tersedia). Sedangkan untuk unsur-unsur tertentu yang sering berperan sebagai gugus basa, biasanya mempunyai satuan tersendiri pula seperti kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na) dan aluminium (Al). Untuk kesemua unsur ini dapat disetarakan dalam satuan yang sama dengan cara perhitungan substitusi. Untuk urusan seperti ini diperlukan kemahiran dalam belajar matematika.

Pada awal praktikum analisis tanah, beberapa hal yang harus dikuasai oleh seorang praktikan adalah perangkat penunjang selama menetapkan status pengukuran. Berikut ini ditampilkan contoh analisis kimia tanah secara lengkap, status setiap unsur dan berat atom beberapa unsur penting.

Program analisis tanah (termasuk unsur hara bagi tanaman) dimulai dari pengambilan contoh tanah dari lapangan. Hasil analisis ini diharapkan dapat mewakili seluruh areal tersebut. Prinsip dasarnya adalah bahwa suatu lahan dapat diambil contoh tanahnya, kemudian dianalisis, dan hasilnya dapat mencerminkan dengan tepat status hara yang sesungguhnya dari lahan tersebut. Ini tidak berarti bahwa semua contoh tanah harus atau akan menghasilkan hasil analisis yang sama, tapi hasil tersebut cukup mencerminkan keragaman yang sebenarnya di dalam lahan tersebut. Ada perbedaan pendapat bagaimana mengambil contoh yang paling baik untuk memperoleh suatu evaluasi status hara tanah yang cukup baik.

Tabel 16. Hasil analisis ciri kimia tanah

No	Analisis	Nilai	Kriteria *)
1	PH H ₂ O (1:1)	6.25	Agak masam
2	Bahan Organik (%)	2.48	Rendah
3	C/N rasio	8.47	Rendah
4	C-Organik (%)	1.44	Rendah
5	N-total (%)	0.17	Rendah
6	P-tersedia, Bray 2 (ppm)	6.19	Rendah
7	K-dd (me 100g ⁻¹)	0.11	Rendah
8	Ca-dd (me 100g ⁻¹)	3.12	Rendah
9	Mg-dd (me 100g ⁻¹)	1.00	Rendah
10	Na-dd (me 100g ⁻¹)	0.22	Rendah
11	Al-dd (me 100g ⁻¹)	0.86	-
12	KTK (me 100g ⁻¹)	20.00	Sedang
13	Kejenuhan Al (%)	16.20	Rendah
14	Kejenuhan Basa (%)	22.25	Rendah

Sumber : Agustamar (2000).

Tabel 17. Berat atom beberapa unsur penting.

Unsur	Berat atom						
H	1	Na	23	Cl	35,5	Co	59
B	10,8	Mg	24	K	39	Cu	63,5
C	12	Al	27	Ca	40	Zn	65,5
N	14	P	31	Mn	55	Se	79
O	16	S	32	Fe	56	Mo	96

Tabel 18. Keriteria (status) ciri kimia tanah

Sifat Kimia Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
C/N rasio	< 5,0	5,0-10,0	11,0-15,0	16,0-25,0	> 25,0
C-Organik (%)	< 1,0	1,0-2,0	2,01-3,0	3,01-5,0	> 5,0
N-total (%)	< 0,1	0,1-0,2	0,21-0,5	0,51-0,75	> 0,75
P-tersedia, Bray 2 (ppm)	< 10,0	10,0-15,0	16,0-25,0	26,0-35,0	> 35,0
K-dd (me.100g ⁻¹)	< 0,1	0,1-0,3	0,4-0,5	0,6-1,0	> 1,0
Ca-dd (me.100g ⁻¹)	< 2,0	2,0-5,0	6,0-10,0	10,0-20,0	> 20,0
Mg-dd (me.100g ⁻¹)	< 0,3	0,4-1,0	1,1-3,0	3,1-8,0	> 8,0
Na-dd (me.100g ⁻¹)	< 0,1	0,1-0,3	0,4-0,5	0,6-1,0	> 1,0
Al-dd (me.100g ⁻¹)					
KTK (me.100g ⁻¹)	< 5,0	5,0-16,0	17,0-24,0	25,0-40,0	> 40,0
Kejenuhan Al (%)	< 5,0	5,0-11,0	11,1-20,0	20,1-40,0	> 40,0
Kejenuhan Basa (%)	< 20	20-35	36-50	51-70	> 70
	Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Netral	Agak Alkali
PH H ₂ O (1:1)	< 4,5	4,5-5,5	5,6-6,5	6,6-7,5	7,5-8,5

*) Staf Pusat Penelitian Tanah Bogor (1983, *cit.* Hardjowigeno, 1987).

Untuk menghindari kesalahan yang cukup besar di lapangan, maka perlu dilakukan pengambilan contoh yang lebih banyak. Kedalaman pengambilan contoh juga menjadi perhatian dan harus mencerminkan sistem perakaran tanaman dan distribusi hara dalam tanah. Untuk unsur-unsur mobil (mudah bergerak), contoh tanah harus diambil pada kedalaman yang lebih dalam.

Pada masa lalu, sebelum pupuk biasa digunakan maka relatif jarang ditemukan perbedaan yang besar atau mencolok dalam status hara tanah pada bagian-bagian lahan yang berbeda, kecuali terdapat heterogenitas yang ekstrim dari jenis-jenis tanah yang ada. Pada saat ini, terutama bila pupuk telah diberikan secara jalur, perbedaan-perbedaan yang mencolok dari bagian-bagian yang berbeda dari lahan yang sama. Perbedaan ini biasanya bukan dikarenakan pengambilan contoh atau analisis tanah yang salah, akan tetapi karena keragaman aktual dalam peta kesuburan tanahnya. Sistem pengambilan contoh tanah yang cukup baik untuk tanah-tanah tanpa perlakuan mungkin kurang baik untuk lahan yang dipupuk berat

Contoh bagaimana cara menilai kesuburan tanah.

Jika sudah tersusun dalam bentuk satu tabel yang rapi dan lengkap, maka seorang ahli kesuburan tanah sudah dapat menentukan tingkat kesuburan dari tanah tersebut. Pada hakekatnya, penilaian kesuburan tanah dapat dilakukan. Sedangkan untuk membuat kriteria yang ditampilkan setelah angka nominal dapat pula dirujuk pada Tabel 10.

Hambatan yang paling umum ditemui seorang ahli madya tanah atau tanaman adalah pengalaman untuk menetapkan dan keputusan dalam aplikasinya di lapangan bahwa tanah bersangkutan akan mampu memberikan produktivitas yang optimal sesuai dengan hasil penilaian. Oleh sebab itu, dalam penilaian kesuburan tanah ini sering juga dilakukan dengan uji biologis tanaman melalui percobaan pot sehingga terkoreksi kelemahan dalam penilaian di laboratorium. Disamping itu, pengetahuan menghitung jumlah kebutuhan pupuk yang dipraktekkan sebelumnya merupakan penunjang yang sangat berharga.

Tabel 19. Hasil analisis kimia tanah sebelum perlakuan pada kedalaman 0-20cm dengan nilai kesuburannya (Agustamar, 2008).

No	Jenis Analisis	Satuan	Nominal/Kriteria			
			Tanah terolah lama		Pengolahan Baru	
1	pH dalam H ₂ O (1:2,5)		5,00	m	5,10	m
2	Bahan organik	%	2,80	.	2,55	.
	- C-organik	%	1,62	r	1,48	r
	- N-total	%	0,12	r	0,12	r
	- C/N		13,19	s	12,02	s
3	P-tersedia (Bray-2)	ppm P	4,17	sr	3,27	sr
4	Kation dapat dipertukarkan					
	- K ⁺	me.100g ⁻¹	0,12	r	0,05	r
	- Na ⁺	me.100g ⁻¹	0,18	r	0,13	r
	- Ca ²⁺	me.100g ⁻¹	0,25	sr	0,20	sr
	- Mg ²⁺	me.100g ⁻¹	0,09	sr	0,08	sr
	- Jumlah	me.100g ⁻¹	0,64	.	0,46	.
5	Kapasitas Tukar Kation (KTK)	me.100g ⁻¹	13,81	r	14,93	r
6	Kejenuhan Basa (KB)	%	4,63	sr	3,08	sr
7	Kemasaman dapat dipertukarkan					
	- Al ³⁺	me.100g ⁻¹	1,69	r	4,23	s
	- H ⁺	me.100g ⁻¹	0,53	.	0,85	.
8	Fe-tersedia (Fe ²⁺)	ppm Fe	28,85	t	101,88	t

Keterangan : sr = sangat rendah; r = rendah; s = sedang; t = tinggi; st = sangat tinggi; m = masam; dan am = agak masam

Kesimpulan penilaian dua tanah di atas adalah:

1. Tanah terolah lama memiliki tingkat kesuburan yang rendah
2. Pengolahan baru memiliki tingkat kesuburan rendah dan didominasi Al dan Fe yang berpengaruh pada tanaman

6.3. Manfaat Penilaian Kesuburan Tanah

Tujuan akhir dari suatu analisis tanah adalah untuk mengumpulkan data analisis tanah yang dapat mempengaruhi kualitas dan hasil tanaman yang akan dibudidayakan. Pada awalnya, analisis tanah dirancang untuk mendeteksi dan mencegah defisiensi hara dalam tanah. Pada tahun-tahun berikutnya, analisis tanah cakupannya diperluas yang meliputi analisis tanah yang dibutuhkan untuk penetapan kapur dan pemberian pupuk untuk mempertahankan tingkat kesuburan tanah yang mendukung hasil maksimum.

Pada saat sekarang, tujuan analisis tanah adalah : (1) Mengelompokkan tanah ke dalam kelas-kelas untuk tujuan pengapuran dan pemupukan, (2) Memperkirakan kemungkinan adanya respon yang menguntungkan terhadap pemberian hara tanaman, (3) Membantu untuk mengevaluasi produktivitas tanah, dan (4) Menentukan kondisi tanah tertentu yang dapat diperbaiki dengan penambahan bahan pupuk atau praktek tertentu dalam teknik budidaya.

Penggunaan lain dari analisis tanah adalah untuk pemantauan (monitoring/penilaian) yang merupakan suatu program uji tanah secara preventif. Pemantauan biasanya sangat jarang digunakan dikarenakan biaya mahal dan jumlah sampel tanah yang dianalisis cukup banyak. Namun, pemantauan ini tidak hanya mampu mendeteksi dan mencegah terjadinya defisiensi hara, tapi juga menjaga keseimbangan konsentrasi hara yang optimum dalam tanah untuk mencapai kualitas yang tinggi dan hasil maksimum. Sistem pemantauan memerlukan pengambilan contoh dan prosedur yang standar yang konsisten untuk analisis tanah dan diyakini dapat menjadi lebih penting untuk tanaman tahunan seperti tanaman perkebunan.

Status hara tanah biasanya ditetapkan oleh jumlah unsur hara yang terekstrak dari tanah dengan suatu larutan pengestrak yang mengandung asam, garam netral, atau campuran dari keduanya. Jenis larutan pengestrak yang banyak disarankan untuk tujuan tersebut, misalnya Mehlich 1 dan 2 untuk ekstraksi kation-kation dalam tanah masam, metode Bray-1 untuk ekstraksi P dalam tanah masam, metode

Olsen untuk mengekstraksi P dalam tanah alkalin. Beberapa bahan pengestrak seperti 1N NH_4OAc pH 7, Mehlich No. 3 dan ekstraktan Morgan banyak dipakai untuk mengekstrak sebagian besar unsur hara makro dari berbagai tanah, tanpa memperhatikan perbedaan sifat-sifat tanah. Reagen-reagen tersebut disebut sebagai reagen pengestrak universal (berlaku umum).

Penetapan nitrogen total tanah dengan metoda Kjeldahl merupakan penetapan yang banyak digunakan saat ini. Keuntungannya mudah dilakukan, cocok untuk tanah berkadar N rendah, dapat juga dipakai untuk sampel cair, dan destruksi sangat cepat. Namun kelemahannya adalah tidak dapat mendestruksi semua senyawa N, dan beberapa asam amino. Ada 3 tahap yang dilalui jika menggunakan metoda ini yaitu : (1) Tahap destruksi, (2) Tahap destilasi, dan (3) Tahap titrasi. Dari N-total ini, hanya 10% saja yang bersifat anorganik. Yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman hanya 1 – 2% saja.

Kandungan P-total tanah tidak mencerminkan jumlah P dalam tanah yang dapat tersedia bagi tanaman. Fraksi P tanah yang dapat tersedia bagi tanaman disebut dengan P-tersedia. Fraksi P-tersedia dapat didefinisikan dalam beberapa cara tergantung pada metode ekstraksi. Ada 6 jenis P-tersedia yang telah dirumuskan (baca saja di bagian lain). Dalam hal ini hanya membicarakan satu jenis P-tersedia saja yaitu P larut dalam larutan $\text{HCl} + \text{NH}_4\text{F}$. Salah satu prosedurnya yang sangat dikenal adalah metoda Bray-1. Sedangkan kita menggunakan metoda Bray-2 untuk tanah-tanah seperti di Politeknik ini. Untuk Bray-1 kita gunakan untuk tanah yang lebih masam.

Kalium dapat ditukar (K-dd) merupakan jumlah K yang terekstrak dari permukaan pertukaran dengan menggunakan pengestrak NH_4Oac , MgCl_2 , CaCl_2 atau dengan pengestrak P-tersedia Bray-1 dan atau Bray-2. Hanya 1 – 2% saja dari K-dd ini yang mungkin dimanfaatkan oleh tanaman.

6.4. Evaluasi

- A. Qiuiz
- B. Tugas
- C. Ujian akhir semester (UAS)

6.5. Sumber Pustaka

- Agustamar. 2000. Pengaruh bahan organik dan takaran pupuk N, P dan K terhadap pertumbuhan dan serapan hara tanaman pisang Raja Sereh dan Cavendish di lahan kritis. Tesis S2. Pascasarjana Universitas Andalas, Padang. 116 hal.
- Agustamar. 2008. Pengaruh Cara Penempatan Pupuk Terpadu Organik dan An-organik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). Laporan Penelitian Mandiri. Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. 30 hal.
- Hardjowigeno, S. 1987. Ilmu Tanah. Penerbit Madyatama Sarana Perkasa, Jakarta. 220 hal.
- Novizan. 2002. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. Agro Media Pustaka, Jakarta. 114 halaman.
- Nurhajati Hakim, M. Y. Nyakpa, A. M. Lubis, S. G. Nugroho, M. A. Diha, Go Ban Hong, dan H. H. Bailey. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Penerbit Universitas Lampung. 488 hal.
- Poerwowidodo. 1992. Telaah Kesuburan Tanah. Angkasa, Bandung. 274 halaman.
- Pusat Penelitian Tanah. 1983. Penuntun Analisa Tanaman. Buletin Teknik Penelitian Tanah, Bogor. No. 1. 45 hal.
- Puslittanak. 1996. Teknologi Pengelolaan Lahan Kering. Publikasi Populer. Bahan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. 34 halaman.
- Sarief, E. S. 1985. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. Penerbit Pustaka Buana, Bandung. 182 hal.