

**PERANAN BAHAN ORGANIK TERHADAP  
KESUBURAN TANAH DAN UPAYA  
PENGELOLAANNYA**



**Pidato Pengukuhan Guru Besar  
Ilmu Kesuburan Tanah  
Fakultas Pertanian  
Universitas Sebelas Maret**

**Diucapkan di muka Sidang Senat Terbuka  
Universitas Sebelas Maret Surakarta  
Pada Tanggal 4 Januari 2003**

**Oleh  
Suntoro Wongso Atmojo**

**SEBELAS MARET UNIVERSITY PRESS  
SURAKARTA  
2003**



**Prof. Dr. Ir. H. Suntoro Wongso Atmojo. MS.  
Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah  
Fakultas Pertanian  
Universitas Sebelas Maret**

***Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarokatuh.***

**Yang terhormat,**

Rektor / Ketua senat Universitas Sebelas Maret,

Sekretaris dan Anggota Senat Universitas Sebelas Maret,

Dewan Penyantun Universitas Sebelas Maret,

Pimpinan di tingkat Universitas, Fakultas dan Jurusan di lingkungan Universitas Sebelas Maret,

Seluruh sivitas akademika Universitas Sebelas Maret,

Segenap tamu undangan, rekan sejawat, kawan seprofesi, dan seluruh keluarga yang berbahagia

Pertama-tama, pada kesempatan yang berbahagia ini, perkenankanlah saya memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT yang tidak henti-hentinya melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada saya beserta keluarga, sehingga pada hari ini saya diberi kesempatan untuk menyampaikan Pidato Pengukuhan sebagai Guru Besar Tetap dalam mata kuliah Ilmu Kesuburan Tanah di hadapan Rapat Senat Terbuka Universitas Sebelas Maret dan para hadirin yang saya muliakan. Selanjutnya perkenankanlah saya menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada hadirin yang terhormat, yang telah berkenan meluangkan waktu, guna menghadiri upacara pengukuhan ini. Mudah-mudahan hadirin sekalian mempunyai kesabaran sejenak untuk mengikuti dan mendengarkan uraian saya tentang ***'Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya'***.

***Hadirin yang saya hormati,***

Setiap orang berkepentingan terhadap tanah. Tanah sebagai sumberdaya alam yang dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai macam aktivitas guna memenuhi kebutuhan hidupnya. Tanah sebagai sumberdaya yang digunakan untuk keperluan pertanian dapat bersifat sebagai sumberdaya yang dapat pulih (*reversible*) dan dapat pula sebagai sumberdaya yang dapat habis (Santoso, 1991). Dalam usaha pertanian tanah mempunyai fungsi utama sebagai sumber penggunaan unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman, dan sebagai tempat tumbuh dan berpegangnya akar serta tempat penyimpan air yang sangat diperlukan untuk kelangsungan hidup tumbuhan.

Pada awal budidaya pertanian, hara yang diperlukan untuk produksi tanaman hanya mengandalkan sumber alami dari tanah, baik yang bersumber dari bahan organik dan dari bahan mineral tanah, tanpa adanya pasokan hara dari luar. Petani peladang berpindah memilih tanah sebagai tempat usahanya hanya mendasarkan pada tebal tipisnya lapisan humus dan ketersediaan airnya saja. Setelah hara setempat habis atau produktivitasnya menurun, mereka pergi meninggalkan tempat usahanya untuk mencari lahan yang baru yang mempunyai lapisan humus tebal yang relatif lebih produktif, sehingga akan memberikan harapan terhadap ketersediaan hara untuk budidaya pertanian berikutnya.

Sejak manusia melakukan pertanian menetap, mulailah petani mengupayakan pengelolaan kesuburan tanah, yaitu dengan penambahan bahan organik untuk memulihkan kembali status hara dalam tanah. Perkembangan selanjutnya tidak terbatas pada penggunaan pupuk organik, namun juga dengan penggunaan pupuk buatan. Pada tahun enampuluhan terjadilah **biorevolusi** di bidang pertanian, yang dikenal sebagai **revolusi hijau** yang telah berhasil merubah pola pertanian dunia secara spektakuler. Petani mulai berpaling meninggalkan penggunaan pupuk organik, berubah ke penggunaan pupuk buatan yang berkonsentrasi hara tinggi. Dengan revolusi hijau tersebut, produksi pangan dunia meningkat dengan tajam, sehingga telah berhasil mengatasi kekhawatiran dunia akan adanya krisis pangan dalam dua-tiga dasawarsa terakhir. Peningkatan produksi pangan tersebut disebabkan pola *input intensive* atau teknologi masukan tinggi yang salah satunya dicirikan dengan penggunaan agrokimia yang berupa penggunaan pupuk buatan dan pestisida yang tinggi, dan penggunaan varietas unggul yang dicirikan oleh umur pendek dengan hasil tinggi, sehingga terjadi pengurusan hara dalam kurun waktu yang pendek relatif tinggi. Akibat dari perubahan pola budidaya ini, menyebabkan kebutuhan pupuk dunia melonjak sangat pesat dari tahun ke tahun termasuk Indonesia.

Di Indonesia, sejak tahun 1968 terjadi peningkatan kebutuhan pupuk buatan secara tajam. Penggunaan pupuk buatan yang berkonsentrasi tinggi yang tidak proporsional ini, akan berdampak pada penimpangan status hara dalam tanah (Notohadiprawiro, 1989), sehingga akan memungkinkan terjadinya kekahatan hara lain. Di samping itu, petani mulai banyak yang meninggalkan penggunaan pupuk organik baik

yang berupa pupuk hijau ataupun kompos, dengan anggapan penggunaan pupuk organik kurang efektif dan efisien, karena kandungan unsur hara dalam bahan organik yang relatif kecil dan lambat tersedia. Akibat dari itu, akan berdampak pada penyusutan kandungan bahan organik tanah, bahkan banyak tempat-tempat yang kandungan bahan organiknya sudah sampai pada tingkat rawan (Juarsah, I. 1999). Dilaporkan, sekitar 60 persen areal sawah di Jawa kadungan bahan organiknya kurang dari 1 persen (Sugito, *et al.*, 1995). Sementara, sistem pertanian bisa menjadi *sustainable* (berkelanjutan) jika kandungan bahan organik tanah lebih dari 2 % (Handayanto, 1999). Sering kurang disadari oleh petani, bahwa walaupun peran bahan organik terhadap suplai hara bagi tanaman kurang, namun peran bahan organik yang paling besar dan penting adalah kaitannya dengan kesuburan fisik tanah. Apabila tanah kandungan humusnya semakin berkurang, maka lambat laun tanah akan menjadi keras, kompak dan bergumpal, sehingga menjadi kurang produktif (Stevenson, 1982).

*Hadirin yang saya hormati,*

Menyadari dampak negatif pada tanah dari pertanian yang boros energi tersebut, maka berkembanglah pada akhir-akhir ini konsep pertanian organik, yang salah satu langkah untuk pemeliharaan kesuburan tanahnya, adalah dengan penggunaan kembali bahan organik. Walaupun penggunaan bahan organik sudah bukan bahan yang baru lagi, namun mengingat betapa pentingnya bahan organik dalam menunjang produktivitas tanaman dan sekaligus mempertahankan kondisi lahan yang produktif dan berkelanjutan, maka pembahasan terhadap bahan organik tidak henti-hentinya untuk dikaji.

*Hadirin yang saya hormati,*

#### **A. Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah.**

Bahan organik di samping berpengaruh terhadap pasokan hara tanah juga tidak kalah pentingnya terhadap sifat fisik, biologi dan kimia tanah lainnya. Syarat tanah sebagai media tumbuh dibutuhkan kondisi fisik dan kimia yang baik. Keadaan fisik tanah yang baik apabila dapat menjamin pertumbuhan akar tanaman dan mampu sebagai tempat aerasi dan lengas tanah, yang semuanya berkaitan dengan peran bahan organik. Peran bahan organik yang paling besar terhadap sifat fisik tanah meliputi : struktur,

konsistensi, porositas, daya mengikat air, dan yang tidak kalah penting adalah peningkatan ketahanan terhadap erosi.

### ***Peran Bahan Organik Terhadap Kesuburan Fisik Tanah***

Bahan organik tanah merupakan salah satu bahan pembentuk agregat tanah, yang mempunyai peran sebagai bahan perekat antar partikel tanah untuk bersatu menjadi agregat tanah, sehingga bahan organik penting dalam pembentukan struktur tanah. Pengaruh pemberian bahan organik terhadap struktur tanah sangat berkaitan dengan tekstur tanah yang diperlakukan. Pada tanah lempung yang berat, terjadi perubahan struktur gumpal kasar dan kuat menjadi struktur yang lebih halus tidak kasar, dengan derajat struktur sedang hingga kuat, sehingga lebih mudah untuk diolah. Komponen organik seperti asam humat dan asam fulvat dalam hal ini berperan sebagai sementasi pertikel lempung dengan membentuk kompleks lempung-logam-humus (Stevenson, 1982). Pada tanah pasir bahan organik dapat diharapkan merubah struktur tanah dari berbutir tunggal menjadi bentuk gumpal, sehingga meningkatkan derajat struktur dan ukuran agregat atau meningkatkan kelas struktur dari halus menjadi sedang atau kasar (Scholes *et al.*, 1994). Bahkan bahan organik dapat mengubah tanah yang semula tidak berstruktur (pejal) dapat membentuk struktur yang baik atau remah, dengan derajat struktur yang sedang hingga kuat.

Mekanisme pembentukan agregat tanah oleh adanya peran bahan organik ini dapat digolongkan dalam empat bentuk: (1) Penambahan bahan organik dapat meningkatkan populasi mikroorganisme tanah baik jamur dan actinomycetes. Melalui pengikatan secara fisik butir-bitir primer oleh miselia jamur dan *actinomycetes*, maka akan terbentuk agregat walaupun tanpa adanya fraksi lempung; (2) Pengikatan secara kimia butir-butir lempung melalui ikatan antara bagian-bagian positif dalam butir lempung dengan gugus negatif (karboksil) senyawa organik yang berantai panjang (polimer); (3) Pengikatan secara kimia butir-butir lempung melalui ikatan antara bagian-bagian negatif dalam lempung dengan gugusan negatif (karboksil) senyawa organik berantai panjang dengan perantara basa-basa Ca, Mg, Fe dan ikatan hidrogen; (4) Pengikatan secara kimia butir-butir lempung melalui ikatan antara bagian-bagian negatif dalam lempung dengan gugus positif (gugus amina, amida, dan amino) senyawa organik berantai panjang (polimer) (Seta, 1987). Hasil penelitian menunjukkan bahwa asam

humat lebih bertanggung jawab pada pembentukan agregat di regosol, yang ditunjukkan oleh meningkatnya kemantapan agregat tanah (Pertoyo, 1999).

*Hadirin yang saya hormati,*

Kandungan bahan organik yang cukup di dalam tanah dapat memperbaiki kondisi tanah agar tidak terlalu berat dan tidak terlalu ringan dalam pengolahan tanah. Berkaitan dengan pengolahan tanah, penambahan bahan organik akan meningkatkan kemampuannya untuk diolah pada lengas yang rendah. Di samping itu, penambahan bahan organik akan memperluas kisaran kadar lengas untuk dapat diolah dengan alat-alat dengan baik, tanpa banyak mengeluarkan energi akibat perubahan kelekatan tanah terhadap alat. Pada tanah yang bertekstur halus (lempungan), pada saat basah mempunyai kelekatan dan keliatan yang tinggi, sehingga sukar diolah (tanah berat), dengan tambahan bahan organik dapat meringankan pengolahan tanah. Pada tanah ini sering terjadi retak-retak yang berbahaya bagi perkembangan akar, maka dengan tambahan bahan organik kemudahan retak akan berkurang. Pada tanah pasir yang semula tidak lekat, tidak liat, pada saat basah, dan gembur pada saat lembab dan kering, dengan tambahan bahan organik dapat menjadi agak lekat dan liat serta sedikit teguh, sehingga mudah diolah.

*Hadirin yang saya hormati,*

Pengaruh bahan organik terhadap sifat fisika tanah yang lain adalah terhadap peningkatan porositas tanah. Porositas tanah adalah ukuran yang menunjukkan bagian tanah yang tidak terisi bahan padat tanah yang terisi oleh udara dan air. Pori-pori tanah dapat dibedakan menjadi pori mikro, pori meso dan pori makro. Pori-pori mikro sering dikenal sebagai pori kapiler, pori meso dikenal sebagai pori drainase lambat, dan pori makro merupakan pori drainase cepat. Tanah pasir yang banyak mengandung pori makro sulit menahan air, sedang tanah lempung yang banyak mengandung pori mikro drainasinya jelek. Pori dalam tanah menentukan kandungan air dan udara dalam tanah serta menentukan perbandingan tata udara dan tata air yang baik. Penambahan bahan organik pada tanah kasar (berpasir), akan meningkatkan pori yang berukuran menengah dan menurunkan pori makro. Dengan demikian akan meningkatkan kemampuan menahan air (Stevenson, 1982). Hasil penelitian menunjukkan, penambahan bahan humat 1 persen pada latosol mampu meningkatkan 35,75 % pori air tersedia dari 6,07 % menjadi 8,24 %

volume (Herudjito, 1999). Pada tanah halus lempungan, pemberian bahan organik akan meningkatkan pori meso dan menurunkan pori mikro. Dengan demikian akan meningkatkan pori yang dapat terisi udara dan menurunkan pori yang terisi air, artinya akan terjadi perbaikan aerasi untuk tanah lempung berat. Terbukti penambahan bahan organik (pupuk kandang) akan meningkatkan pori total tanah dan akan menurunkan berat volume tanah (Wiskandar, 2002). Aerasi tanah sering terkait dengan pernafasan mikroorganisme dalam tanah dan akar tanaman, karena aerasi terkait dengan O<sub>2</sub> dalam tanah. Dengan demikian aerasi tanah akan mempengaruhi populasi mikrobia dalam tanah.

***Hadirin yang saya hormati,***

Pengaruh bahan organik terhadap peningkatan porositas tanah di samping berkaitan dengan aerasi tanah, juga berkaitan dengan status kadar air dalam tanah. Penambahan bahan organik akan meningkatkan kemampuan menahan air sehingga kemampuan menyediakan air tanah untuk pertumbuhan tanaman meningkat. Kadar air yang optimal bagi tanaman dan kehidupan mikroorganisme adalah sekitar kapasitas lapang. Penambahan bahan organik di tanah pasir akan meningkatkan kadar air pada kapasitas lapang, akibat dari meningkatnya pori yang berukuran menengah (meso) dan menurunnya pori makro, sehingga daya menahan air meningkat, dan berdampak pada peningkatan ketersediaan air untuk pertumbuhan tanaman (Scholes *et al.*, 1994). Terbukti penambahan pupuk kandang di Andisol mampu meningkatkan pori memegang air sebesar 4,73 % (dari 69,8 % menjadi 73,1 %) (Tejasuwarna, 1999). Pada tanah berlempung dengan penambahan bahan organik akan meningkatkan infiltrasi tanah akibat dari meningkatnya pori meso tanah dan menurunnya pori mikro.

Peran bahan organik yang lain, yang mempunyai arti praktis penting terutama pada lahan kering berlereng, adalah dampaknya terhadap penurunan laju erosi tanah. Hal ini dapat terjadi karena akibat dari perbaikan struktur tanah yaitu dengan semakin mantapnya agregat tanah, sehingga menyebabkan ketahanan tanah terhadap pukulan air hujan meningkat. Di samping itu, dengan meningkatnya kapasitas infiltrasi air akan berdampak pada aliran permukaan dapat diperkecil. sehingga erosi dapat berkurang (Stevenson, 1982).

*Hadirin yang saya hormati,*

***Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Kimia Tanah***

Pengaruh bahan organik terhadap kesuburan kimia tanah antara lain terhadap kapasitas pertukaran kation, kapasitas pertukaran anion, pH tanah, daya sangga tanah dan terhadap keharaan tanah. Penambahan bahan organik akan meningkatkan muatan negatif sehingga akan meningkatkan kapasitas pertukaran kation (KPK). Bahan organik memberikan kontribusi yang nyata terhadap KPK tanah. Sekitar 20 – 70 % kapasitas pertukaran tanah pada umumnya bersumber pada koloid humus (contoh: Molisol), sehingga terdapat korelasi antara bahan organik dengan KPK tanah (Stevenson, 1982). Kapasitas pertukaran kation (KPK) menunjukkan kemampuan tanah untuk menahan kation-kation dan mempertukarkan kation-kation tersebut termasuk kation hara tanaman. Kapasitas pertukaran kation penting untuk kesuburan tanah. Humus dalam tanah sebagai hasil proses dekomposisi bahan organik merupakan sumber muatan negatif tanah, sehingga humus dianggap mempunyai susunan koloid seperti lempung, namun humus tidak semantap koloid lempung, dia bersifat dinamik, mudah dihancurkan dan dibentuk. Sumber utama muatan negatif humus sebagian besar berasal dari gugus karboksil ( $-\text{COOH}$ ) dan fenolik ( $-\text{OH}$ )nya (Brady, 1990). Dilaporkan bahwa penambahan jerami 10 t  $\text{ha}^{-1}$  pada Ultisol mampu meningkatkan 15,18 % KPK tanah dari 17,44 menjadi 20,08  $\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$  (Cahyani, 1996).

Muatan koloid humus bersifat berubah-ubah tergantung dari nilai pH larutan tanah. Dalam suasana sangat masam (pH rendah), hidrogen akan terikat kuat pada gugus aktifnya yang menyebabkan gugus aktif berubah menjadi bermuatan positif ( $-\text{COOH}_2^+$  dan  $-\text{OH}_2^+$ ), sehingga koloid koloid yang bermuatan negatif menjadi rendah, akibatnya KPK turun. Sebaliknya dalam suasana alkali (pH tinggi) larutan tanah banyak  $\text{OH}^-$ , akibatnya terjadi pelepasan  $\text{H}^+$  dari gugus organik dan terjadi peningkatan muatan negatif ( $-\text{COO}^-$ , dan  $-\text{O}^-$ ), sehingga KPK meningkat (Parfit, 1980). Dilaporkan bahwa penggunaan bahan organik (kompos) memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap karakteristik muatan tanah masam (Ultisol) dibanding dengan pengapuran (Sufardi *et al.*, 1999).

Fraksi organik dalam tanah berpotensi dapat berperan untuk menurunkan kandungan pestisida secara nonbiologis, yaitu dengan cara mengadsorbsi pestisida dalam

tanah. Mekanisme ikatan pestisida dengan bahan organik tanah dapat melalui: pertukaran ion, protonisasi, ikatan hidrogen, gaya *vander Waal's* dan ikatan koordinasi dengan ion logam (pertukaran ligan). Tiga faktor yang menentukan adsorpsi pestisida dengan bahan organik : (1) karakteristik fisika-kimia adsorbennya (koloid humus), (2) sifat pestisidanya, dan (3) Sifat tanahnya, yang meliputi kandungan bahan organik, kandungan dan jenis lempungnya, pH, kandungan kation tertukarnya, lengas, dan temperatur tanahnya (Stevenson, 1982).

***Hadirin yang saya hormati,***

Pengaruh penambahan bahan organik terhadap pH tanah dapat meningkatkan atau menurunkan tergantung oleh tingkat kematangan bahan organik yang kita tambahkan dan jenis tanahnya. Penambahan bahan organik yang belum masak (misal pupuk hijau) atau bahan organik yang masih mengalami proses dekomposisi, biasanya akan menyebabkan penurunan pH tanah, karena selama proses dekomposisi akan melepaskan asam-asam organik yang menyebabkan menurunnya pH tanah. Namun apabila diberikan pada tanah yang masam dengan kandungan Al tertukar tinggi, akan menyebabkan peningkatan pH tanah, karena asam-asam organik hasil dekomposisi akan mengikat Al membentuk senyawa kompleks (khelat), sehingga Al-tidak terhidrolisis lagi. Dilaporkan bahwa penamhan bahan organik pada tanah masam, antara lain inceptisol, ultisol dan andisol mampu meningkatkan pH tanah dan mampu menurunkan Al tertukar tanah (Suntoro, 2001; Cahyani., 1996; dan Dewi, 1996). Peningkatan pH tanah juga akan terjadi apabila bahan organik yang kita tambahkan telah terdekomposisi lanjut (matang), karena bahan organik yang telah termineralisasi akan melepaskan mineralnya, berupa kation-kation basa.

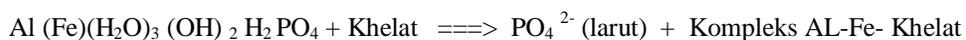
***Hadirin yang saya hormati,***

Peran bahan organik terhadap ketersediaan hara dalam tanah tidak terlepas dengan proses mineralisasi yang merupakan tahap akhir dari proses perombakan bahan organik. Dalam proses mineralisasi akan dilepas mineral-mineral hara tanaman dengan lengkap (N, P, K, Ca, Mg dan S, serta hara mikro) dalam jumlah tidak tentu dan relatif kecil. Hara N, P dan S merupakan hara yang relatif lebih banyak untuk dilepas dan dapat digunakan

tanaman. Bahan organik sumber nitrogen (protein) pertama-tama akan mengalami peruraian menjadi asam-asam amino yang dikenal dengan proses *aminisasi*, yang selanjutnya oleh sejumlah besar mikrobia heterotrofik mengurai menjadi amonium yang dikenal sebagai proses *amonifikasi*. *Amonifikasi* ini dapat berlangsung hampir pada setiap keadaan, sehingga amonium dapat merupakan bentuk nitrogen anorganik (mineral) yang utama dalam tanah (Tisdell dan Nelson, 1974). Nasib dari amonium ini antara lain dapat secara langsung diserap dan digunakan tanaman untuk pertumbuhannya, atau oleh mikroorganisme untuk segera dioksidasi menjadi nitrat yang disebut dengan proses *nitrifikasi*. *Nitrifikasi* adalah proses bertahap yaitu proses *nitritasi* yang dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas* dengan menghasilkan nitrit, yang segera diikuti oleh proses oksidasi berikutnya menjadi nitrat yang dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter* yang disebut dengan *nitratasi*. Nitrat merupakan hasil proses mineralisasi yang banyak disukai atau diserap oleh sebagian besar tanaman budidaya. Namun nitrat ini mudah tercuci melalui air drainase dan menguap ke atmosfer dalam bentuk gas (pada drainase buruk dan aerasi terbatas) (Killham, 1994).

***Hadirin yang saya hormati,***

Pengaruh bahan organik terhadap ketersediaan P dapat secara langsung melalui proses mineralisasi atau secara tidak langsung dengan membantu pelepasan P yang terfiksasi. Stevenson (1982) menjelaskan ketersediaan P di dalam tanah dapat ditingkatkan dengan penambahan bahan organik melalui 5 aksi seperti tersebut di bawah ini: (1) Melalui proses mineralisasi bahan organik terjadi pelepasan P mineral ( $\text{PO}_4^{3-}$ ); (2) Melalui aksi dari asam organik atau senyawa pengkelat yang lain hasil dekomposisi, terjadi pelepasan fosfat yang berikatan dengan Al dan Fe yang tidak larut menjadi bentuk terlarut,

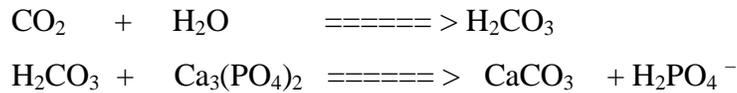


(Stevenson, 1982).

(3). Bahan organik akan mengurangi jerapan fosfat karena asam humat dan asam fulvat berfungsi melindungi sesquioksida dengan memblokir situs pertukaran; (4). Penambahan bahan organik mampu mengaktifkan proses penguraian bahan organik asli tanah; (5).

Membentuk kompleks fosfo-humat dan fosfo-fulvat yang dapat ditukar dan lebih tersedia bagi tanaman, sebab fosfat yang dijerap pada bahan organik secara lemah.

Untuk tanah-tanah berkapur (agak alkalin) yang banyak mengandung Ca dan Mg fosfat tinggi, karena dengan terbentuk asam karbonat akibat dari pelepasan CO<sub>2</sub> dalam proses dekomposisi bahan organik, mengakibatkan kelarutan P menjadi lebih meningkat, dengan reaksi sebagai berikut :



Asam-asam organik hasil proses dekomposisi bahan organik juga dapat berperan sebagai bahan pelarut batuan fosfat, sehingga fosfat terlepas dan tersedia bagi tanaman.

Hasil proses penguraian dan mineralisasi bahan organik, di samping akan melepaskan fosfor anorganik (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) juga akan melepaskan senyawa-senyawa P-organik seperti fitine dan asam nucleic, dan diduga senyawa P-organik ini, tanaman dapat memanfaatkannya. Proses mineralisasi bahan organik akan berlangsung jika kandungan P bahan organik tinggi, yang sering dinyatakan dalam nisbah C/P. Jika kandungan P bahan tinggi, atau nisbah C/P rendah kurang dari 200, akan terjadi mineralisasi atau pelepasan P ke dalam tanah, namun jika nisbah C/P tinggi lebih dari 300 justru akan terjadi imobilisasi P atau kehilangan P (Stevenson, 1982).

### ***Hadirin yang saya hormati,***

Bahan organik di samping berperan terhadap ketersediaan N dan P, juga berperan terhadap ketersediaan S dalam tanah. Di daerah humida, S-protein, merupakan cadangan S terbesar untuk keperluan tanaman. Mineralisasi bahan organik akan menghasilkan sulfida yang berasal dari senyawa protein tanaman. Di dalam tanaman, senyawa *sestein* dan *metionin* merupakan asam amino penting yang mengandung sulfur penyusun protein (Mengel dan Kirkby, 1987). Protein tanaman mudah sekali dirombak oleh jasad mikro. Belerang (S) hasil mineralisasi bahan organik, bersama dengan N, sebagian S diubah menjadi mantap selama pembentukan humus. Di dalam bentuk mantap ini, S akan dapat terlindung dari pembebasan cepat (Brady, 1990). Seperti halnya pada N dan P, proses mineralisasi atau imobilisasi S ditentukan oleh nisbah C/S bahan organiknya. Jika nisbah C/S bahan tanaman rendah yaitu kurang dari 200, maka akan terjadi mineralisasi atau

pelepasan S ke dalam tanah, sedang jika nisbah C/S bahan tinggi yaitu lebih dari 400, maka justru akan terjadi imobilisasi atau kehilangan S (Stevenson, 1982).

*Hadirin yang saya hormati,*

### ***Peranan Bahan Organik Terhadap Biologi Tanah***

Bahan organik merupakan sumber energi bagi makro dan mikro-fauna tanah. Penambahan bahan organik dalam tanah akan menyebabkan aktivitas dan populasi mikrobiologi dalam tanah meningkat, terutama yang berkaitan dengan aktivitas dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Beberapa mikroorganisme yang berperan dalam dekomposisi bahan organik adalah fungi, bakteri dan aktinomisetes. Di samping mikroorganisme tanah, fauna tanah juga berperan dalam dekomposisi bahan organik antara lain yang tergolong dalam protozoa, nematoda, *Collembola*, dan cacing tanah. Fauna tanah ini berperan dalam proses humifikasi dan mineralisasi atau pelepasan hara, bahkan ikut bertanggung jawab terhadap pemeliharaan struktur tanah (Tian, G. 1997). Mikro flora dan fauna tanah ini saling berinteraksi dengan kebutuhannya akan bahan organik, kerana bahan organik menyediakan energi untuk tumbuh dan bahan organik memberikan karbon sebagai sumber energi.

Pengaruh positif yang lain dari penambahan bahan organik adalah pengaruhnya pada pertumbuhan tanaman. Terdapat senyawa yang mempunyai pengaruh terhadap aktivitas biologis yang ditemukan di dalam tanah adalah senyawa perangsang tumbuh (auxin), dan vitamin (Stevenson, 1982). Senyawa-senyawa ini di dalam tanah berasal dari eksudat tanaman, pupuk kandang, kompos, sisa tanaman dan juga berasal dari hasil aktivitas mikrobial dalam tanah. Di samping itu, diindikasikan asam organik dengan berat molekul rendah, terutama bikarbonat (seperti *suksinat*, *ciannamat*, *fumarat*) hasil dekomposisi bahan organik, dalam konsentrasi rendah dapat mempunyai sifat seperti senyawa perangsang tumbuh, sehingga berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman.

*Hadirin yang saya hormati,*

### **B. Pengelolaan Bahan Organik Tanah.**

Upaya pengelolaan bahan organik tanah yang tepat perlu menjadi perhatian yang serius, agar tidak terjadi degradasi bahan organik tanah. Penambahan bahan organik

secara kontinyu pada tanah merupakan cara pengelolaan yang murah dan mudah. Namun demikian, walaupun pemberian bahan organik pada lahan pertanian telah banyak dilakukan, umumnya produksi tanaman masih kurang optimal, karena rendahnya unsur hara yang disediakan dalam waktu pendek, serta rendahnya tingkat sinkronisasi antara waktu pelepasan unsur hara dari bahan organik dengan kebutuhan tanaman akan unsur hara. Kualitas bahan organik sangat menentukan kecepatan proses dekomposisi dan mineralisasi bahan organik.

### ***Kualitas Bahan Organik***

Informasi pengaruh kualitas bahan organik terhadap dekomposisi dapat digunakan sebagai acuan dalam seleksi bahan organik yang tepat untuk meningkatkan **sinkronisasi** dan efisiensi penggunaan hara tanaman. Sinkroni adalah *matching* menurut waktu, ketersediaan unsur hara dan kebutuhan tanaman akan hara. Apabila penyediaan unsur hara tidak *match*, maka akan terjadi defisiensi unsur hara atau kelebihan unsur hara, meskipun jumlah total penyediaan sama dengan jumlah total kebutuhan (Handayanto, 1999). Komponen kualitas bahan organik yang penting meliputi nisbah C/N, kandungan lignin, kandungan polifenol, dan kapasitas polifenol mengikat protein (Handayanto, 1997; Stevenson, 1982; Becker dan Ladha, 1997; Myers *et al.*, 1997; Vanlauwe *et al.*, 1997). Heal *et al.* (1997) menyatakan C/N, lignin, dan polifenol sering digunakan sebagai indeks jangka pendek pupuk hijau.

Kandungan hara N, P dan S sangat menentukan kualitas bahan organik. Nisbah C/N dapat digunakan untuk memprediksi laju mineralisasi bahan organik (Heal *et al.*, 1997). Bahan organik akan termineralisasi jika nisbah C/N dibawah nilai kritis 25 – 30, dan jika diatas nilai kritis akan terjadi imobilisasi N, untuk mineralisasi P nilai kritis C/P sebesar 200-300, dan untuk mineralisasi S nilai kritis sebesar 200-400 (Stevenson, 1982).

Jika bahan organik mempunyai kandungan lignin tinggi kecepatan mineralisasi N akan terhambat. Lignin adalah senyawa polimer pada jaringan tanaman berkayu, yang mengisi rongga antar sel tanaman, sehingga menyebabkan jaringan tanaman menjadi keras dan sulit untuk dirombak oleh organisme tanah. Pada jaringan berkayu, kandungan lignin bisa mencapai 38 % (Stevenson, 1982). Perombakan lignin akan berpengaruh pada kualitas tanah dalam kaitannya dengan susunan humus tanah. Dalam perombakan lignin

ini, di samping jamur (fungi-ligninolytic) juga melibatkan kerja enzim (antara lain enzim *lignin peroxidase*, *manganeses peroxidase*, *laccases* dan *ligninolytic*) (Hammel, 1997).

Polifenol berpengaruh terhadap kecepatan dekomposisi bahan organik, semakin tinggi kandungan polifenol dalam bahan organik, maka akan semakin lambat terdekomposisi dan termineralisasi. Polifenol adalah senyawa aromatik hidroksil yang secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yakni : polifenol sulit larut dan polifenol mudah larut. Harborne (1997) mengelompokkan polifenol menjadi dua, yaitu (1) polifenol dengan berat molekul rendah, dan (2) polifenol dengan berat molekul tinggi berbentuk tanin, yang tersebar dalam daun. Pada sebagian besar tanaman, senyawa fenolik yang berada pada permukaan luar bagian atas daun bercampur dengan lilin .

Sifat khas dari polifenol adalah kemampuannya dalam membentuk kompleks dengan protein, sehingga protein sulit dirombak oleh organisme perombak. Selain itu, polifenol juga dapat mengikat enzim organisme perombak, sehingga aktivitas enzim menjadi lemah. Mafongoya *et al.* (1997) menunjukkan bahwa kandungan total polifenol larut dan tanin tak larut dalam bahan organik tidak berkorelasi nyata terhadap pelepasan N. Tetapi nisbah (lignin+polifenol) / N secara konsisten berhubungan dengan pelepasan N. Pendapat ini diperkuat oleh Handayanto *et al.* (1997) yang mengatakan bahwa kapasitas pengikatan protein dan nisbah (lignin+polifenol)/N dapat digunakan sebagai indikator terbaik terhadap pelepasan N.

Proses dekomposisi atau mineralisasi, di samping dipengaruhi oleh kualitas bahan organiknya, juga dipengaruhi oleh frekuensi penambahan bahan organik, ukuran partikel bahan, kekeringan, dan cara penggunaannya (dicampur atau disebarkan di permukaan) (Vanlauwe *et al.*, 1997). Pengeringan bahan mempunyai pengaruh terhadap konsentrasi polifenol larut. Pengeringan pada suhu 55°C akan mengurangi konsentrasi polifenol larut (Mafongoya *et al.*, 1997). Pencampuran bahan yang berbeda kualitasnya akan berdampak pada peningkatan pelepasan hara. Hal ini sangat penting dalam kaitannya dengan sinkronisasi. Khusus di tanah masam, sinkroni dalam kaitannya dengan hara P, perlu dipertimbangkan kemampuan bahan organik untuk mengurangi laju fiksasi P (Meyer *et al.*, 1997). Masalah sinkroni ini lebih rumit lagi apabila dikaitkan dengan masalah kelasi Al, Fe, dan Mn. Disatu pihak diharapkan penyediaan hara khususnya P segera untuk dapat

digunakan tanaman sesuai dengan pertumbuhan, di lain pihak diharapkan mampu mengkelasi Al dalam kurun waktu yang lama.

*Hadirin yang saya hormati,*

### ***Sumber Bahan Organik***

Masalah utama yang sering timbul di lapangan adalah sumber bahan organik yang dapat digunakan. Sumber bahan organik yang dapat kita gunakan dapat berasal dari : sisa dan kotoran hewan (pupuk kandang), sisa tanaman, pupuk hijau, sampah kota, limbah industri, dan kompos.

***Pupuk Kandang.*** Sejak peradaban paling awal, pupuk kandang dianggap sebagai sumber hara utama. Di Amerika 73 % dari kotoran ternak yang dihasilkan dalam kandang (157 juta ton) diberikan dalam tanah sebagai pupuk. Taksiran total N, P, dan K masing-masing sebesar 0,787; 0,572; dan 1,093 juta ton diberikan setiap tahun, yang setara dengan 8, 21, 0,572 % kebutuhan pupuk setiap tahun sebagai pupuk komersial (Power dan Papendick, 1997).

Pupuk kandang merupakan campuran kotoran padat, air kencing, dan sisa makanan (tanaman). Dengan demikian susunan kimianya tergantung dari: (1) jenis ternak, (2) umur dan keadaan hewan, (3) sifat dan jumlah ampakan, dan (4) cara penyimpanan pupuk sebelum dipakai. Hewan hanya menggunakan setengah dari bahan organik yang dimakan, dan selebihnya dikeluarkan sebagai kotoran. Sebagian dari padatan yang terdapat dalam pupuk kandang terdiri dari senyawa organik serupa dengan bahan makanannya, antara lain selulosa, pati dan gula, hemiselulosa dan lignin seperti yang kita jumpai dalam humus ligno-protein. Penyusun pupuk kandang yang paling penting adalah komponen hidup, yaitu organisme tanah, pada sapi perah seperempat hingga setengah bagian kotoran hewan merupakan jaringan mikrobial (Brady, 1990).

Pupuk kandang telah mengalami proses praperombakan di dalam rumen (perut besar). Chesson (1997) menjelaskan, di dalam rumen proses perombakan bahan organik dapat berlangsung secara efisien karena mikrobial dapat bekerja secara optimal. Hal ini ditunjang oleh rumen merupakan habitat yang ideal bagi berlangsungnya perombakan, antara lain karena: (1) keadaan yang selalu terkontrol, (2) tidak terdapat faktor pembatas dalam suplai hara N dan P, (3) keadaan anaerob penuh, (4) jumlah dan macam

mikroorganisme yang adaptif dalam rumen tinggi, (5) tersedia cukup air (*aqueous*) pada lingkungan rumen, dan (6) banyak bahan hijauan yang termakan. Laju perombakan dalam rumen lebih cepat dibanding di tanah, waktu yang diperlukan untuk merombak dinding sel dalam rumen hanya sehari, namun bila di tanah perlu waktu mingguan.

Pupuk kandang sapi mengandung: 26,2 kg t<sup>-1</sup> N; 4,5 kg t<sup>-1</sup> P; 13,0 kg t<sup>-1</sup> K; 5,3-16,28 kg t<sup>-1</sup> Ca; 3,5-12,8 kg t<sup>-1</sup> Mg; dan 2,2-13,6 kg t<sup>-1</sup> S. Kenyataan di lapangan menunjukkan ketersediaan hara yang ada dalam tanah pengaruh dari pupuk kandang sangat bervariasi lebar, yang tergantung oleh faktor: (a) sumber dan komposisi pupuk kandang, (b) cara dan waktu aplikasi, (c) jenis tanah dan iklimnya, dan (d) sistem pertaniannya. Penanganan pupuk kandang yang benar harus memperhatikan keadaan alas kandang dan cara penyimpanannya, yang akan menentukan mutu pupuk dari kehilangan hara yang berlebih (Power dan Papendick, 1997).

Bagi petani lahan kering, pupuk kandang merupakan kunci keberhasilan usahanya, walaupun ketersediaannya semakin berkurang. Dari hasil penelitian yang saya lakukan di Jumapolo menunjukkan bahwa penggunaan pupuk kandang dengan dosis 9,5 t ha<sup>-1</sup>, mampu meningkatkan hasil biji kacang tanah 38,72 % dengan hasil 2,13 t ha<sup>-1</sup>, dan efek residunya untuk musim tanam berikutnya, mampu memberikan hasil lebih tinggi yaitu sebesar 2,6 t ha<sup>-1</sup> (Suntoro, 2001). Peneliti yang lain melaporkan penambahan dengan dosis 30 t ha<sup>-1</sup> mampu memberikan hasil padi gogo 5,93 t ha<sup>-1</sup> (Mertikawati *et al.*, 1999). Untuk tanaman kedelai dilaporkan penggunaan pupuk kandang sapi 20 t ha<sup>-1</sup> mampu memberikan hasil biji 1,21 t ha<sup>-1</sup> (Wiskandar, 2002).

Suatu problem di lapangan adalah semakin jarangny jumlah ternak yang dimiliki petani, sehingga menyebabkan produksi pupuk kandang semakin berkurang. Keadaan ini menyebabkan perlu dicari sumber bahan organik lain yang potensial setempat, yang mudah didapatkan dalam jumlah memadai, dan efektif dalam peningkatan keharuan tanah.

***Hadirin yang saya hormati,***

***Sisa Tanaman.*** Sisa tanaman dapat berperan sebagai suatu cadangan yang dapat didaurkan kembali untuk pengawetan hara. Sisa tanaman sering digunakan untuk berbagai tujuan. Dilingkungan petani kita, sebagian besar jerami padi digunakan untuk

alas ternak dan sebagai pakan ternak. Untuk tujuan ini, sebagian besar hara yang terkandung dalam sisa, kemungkinan dikembalikan ke tanah dalam bentuk pupuk kandang jika kotoran ternak tersebut ditangani dengan tepat. Penggunaan yang lain dari sisa tanaman adalah untuk bahan bakar. Untuk tujuan ini, hanya sedikit hara P dan K yang dikembalikan ke tanah atau tidak ada sama sekali.

Praktek-praktek pengelolaan sisa tanaman memegang peranan utama dalam mengatur ketersediaan hara yang terkandung dalam sisa tanaman. Jumlah dan komposisi sisa tanaman yang dikembalikan ke tanah secara langsung sebagai pupuk merupakan variabel-variabel penting dalam mengatur imobilisasi ataupun mineralisasi hara dalam tanah. Jerami padi, jagung dan tebu merupakan sisa tanaman yang mempunyai nisbah C/N yang tinggi, sehingga perlu adanya waktu pemeraman (*incubation*), atau pengomposan terlebih dahulu dalam praktek pemakaiannya. Peningkatan ketersediaan N dalam tanah dari pengaruh sisa tanaman bervariasi luas tergantung pada tipe residu, kandungan N, iklim dan praktek pengolahan tanahnya (Power dan Papendick, 1997). Dilaporkan, pencampuran bahan yang berkualitas tinggi seperti pupuk hijau (legum) pada jerami padi akan membantu sinkronisasi antara pelepasan N dengan kebutuhan N padi sawah (Becker dan Ladha, 1997).

Pengolahan tanah memainkan peran yang sangat penting dalam mengatur pendauran kembali hara yang terimobilisasikan dalam sisa tanaman. Pembajakan atau pencangkulan, tidak hanya menyebabkan residu terpendam, akan tetapi juga terjadi pembalikan dan penghancuran tanah permukaan, sehingga akan meningkatkan porositas tanah. Kondisi ini akan mempercepat dekomposisi sisa tanaman dan pelepasan hara ke tanah. Dilaporkan, penambahan jerami 5 t ha<sup>-1</sup> di Oxisol mampu meningkatkan kadar K-potensial tanah dan hasil gabah kering giling (Santoso, 1999). Peneliti yang lain melaporkan bahwa penggunaan kompos kulit durian mampu meningkatkan P-tersedia, C-organik tanah dan hasil biji jagung (Lahuddin, 1999).

***Hadirin yang saya hormati,***

***Pupuk Hijau.*** Bahan organik yang digunakan sebagai sumber pupuk dapat berasal dari bahan tanaman, yang sering disebut sebagai pupuk hijau. Biasanya pupuk hijau yang digunakan berasal dari tanaman legum, karena kemampuan tanaman ini untuk

mengikat N<sub>2</sub>-udara dengan bantuan bakteri penambat N, menyebabkan kadar N dalam tanaman relatif tinggi. Akibatnya pupuk hijau dapat diberikan dekat dengan waktu penanaman tanpa harus mengalami proses pengomposan terlebih dahulu. Pada tahun tujuh puluhan, merupakan suatu keharusan pihak pabrik tembakau di Klaten, menanam *Crotalaria juncea* (orok-orok) pada setiap habis panen tembakau. Tetapi pada masa sekatang keharusan tersebut sukar dipenuhi baik oleh pihak pabrik maupun petani. Petani merasa keberatan bila sawahnya ditanami legum, karena dianggap tidak produktif. Tanaman *Crotalaria juncea* di samping hasil biomasanya tinggi juga mempunyai kandungan N tinggi pula (3,01 % N). Tanaman legum semusim yang berbentuk perdu yang lain adalah *Tephrosia candida*, sedang yang berbentuk semak berbatang lembek antara lain *Colopogonium muconoides* (3,2 % N), *Centrosema*. Sp, dan *Mimosa invisa* yang banyak digunakan di perkebunan-perkebunan karet dan kelapa sawit. Untuk tanaman pupuk hijau yang berbentuk pohon yang biasa digunakan sebagai pohon pelindung atau sebagai tanaman pagar dalam sistem pertanian lorong antara lain *Glerisedia sepium* (gamal) (3,46 % N), *Leucaena glauca* (lamtoro) , dan *Sesbania grandiflora* (turi putih) (2,42 % N).

Tumbuhan air yang banyak dikembangkan sebagai pupuk hijau adalah *Azolla* ( *A. mexicana*, *A. microphylla* dan *A. pinnata*). Tanaman air ini termasuk tanaman penambat N<sub>2</sub> udara. *Azolla* apabila dimasukkan dalam tanah, pada kondisi tergenang akan termineralisasi dan selama 2 minggu mampu melepas 60-80 % dari N yang dikandungnya. Dilaporkan di Asia, penggunaan *Azolla* untuk budidaya padi sawah mampu memasok 20-40 kg N ha<sup>-1</sup> ke dalam tanah dan mampu meningkatkan hasil padi 19,23 % atau 0,5 t ha<sup>-1</sup>. Apabila penggunaan *azolla* diberikan dua kali yaitu sebelum dan sesudah tanam, peningkatan hasil padi bisa mencapai 38,46 % atau 1 t ha<sup>-1</sup> (Giller dan Welson, 1991).

Pada akhir-akhir ini, mengingat semakin terbatasnya bahan organik yang tersedia di suatu daerah, dikembangkan tanaman-tanaman nonlegum untuk dapat digunakan sebagai bahan pupuk hijau yang potensial setempat. Suatu tanaman dapat digunakan sebagai pupuk hijau apabila (1) cepat tumbuh; (2) bagian atas banyak dan lunak (*succulent*); dan (3) kesanggupannya tumbuh cepat pada tanah yang kurang subur, sehingga cocok dalam rotasi. Dalam penelitian yang telah saya lakukan, *Cromolaena*

*odorata* mempunyai potensi untuk digunakan sebagai tanaman pupuk hijau pada budidaya kacang tanah (Suntoro, 2001). Tanaman liar *Chromolaena odorata* ('kirinyu') adalah tanaman perdu yang dominan pertumbuhannya pada lahan-lahan terbuka (Tjitrosoedirdjo *et al.*, 1991). Pada umur 6 bulan *Chromolaena odorata* dapat menghasilkan biomasa sebesar 11.2 t ha<sup>-1</sup>, dan setelah umur 3 tahun mampu menghasilkan biomasa sebesar 27.7 t ha<sup>-1</sup> (Kasniari, 1996). Biomasa *Chromolaena odorata* mempunyai kandungan hara yang cukup tinggi (2.65% N, 0.53% P dan 1.9% K) sehingga biomasa *Chromolaena odorata* merupakan sumber bahan organik yang potensial untuk perbaikan kesuburan tanah (Chandrashekar dan Gajanana, 1996). Hasil penelitian Syed Anwarulla dan Chandrashekar (1996) di India menunjukkan bahwa penggunaan *Chromolaena odorata* sebagai pupuk hijau dengan dosis 10 t ha<sup>-1</sup> dapat meningkatkan produksi padi sebesar 9-15%. Dalam penelitian yang telah saya lakukan menunjukkan, penggunaan *Chromolaena odorata* sebagai pupuk hijau mampu meningkatkan hasil biji kacang tanah 29,79 persen dengan hasil biji 2 t ha<sup>-1</sup>, dan pengaruhnya mampu menyamai pupuk kandang, serta melebihi pengaruh dari pangkasan *Gliricidia* sp (1,84 t ha<sup>-1</sup>). Sedangkan pengaruh residu *Chromolaena odorata* untuk musim tanaman berikutnya, justru menunjukkan pengaruh yang lebih tinggi, yaitu dengan hasil biji sebesar 2,5 t ha<sup>-1</sup> yang menyamai pengaruh residu pupuk kandang (Suntoro, 2001).

Untuk daerah dataran tinggi, banyak tumbuh tanaman perdu *Titonia diversifolia* (paitan), tanaman ini telah dikembangkan sebagai sumber bahan organik untuk meningkatkan ketersediaan hara. Penggunaan tanaman ini sebagai pupuk hijau mampu meningkatkan ketersediaan dan serapan P tanaman jagung di Andisol, dan menurunkan konsentrasi Al-dd (Utami *et al.*, 2002; Prasetia *et al.*, 2002).

### ***Hadirin yang saya hormati,***

***Sampah Kota.*** Sampah kota merupakan bahan organik yang banyak kita temukan di kota-kota besar, yang merupakan permasalahan lingkungan dalam penanganannya. Usaha penggunaan sampah kota untuk aplikasi langsung di lahan pertanian, umumnya mengalami berbagai permasalahan. Beberapa sebab ketidak berhasilan penggunaan sampah kota sebagai pupuk antara lain: (1) masalah ekonomi pengumpulannya dan

pemindahan bahan, (2) kesulitan pemisahan dan pensortiran bahan yang tidak terlapukan secara biologis (seperti : kaca, plastik, logam), (3) kandungan hara khususnya N setiap bahan sangat bervariasi. Apabila bahan yang tahan lapuk telah dipisahkan, suatu teknologi yang dapat direkomendasikan untuk pemanfaatan sampah kota adalah pengomposan.

Sifat yang perlu diperhatikan dalam penggunaan sampah kota : (1) Adanya kontaminasi gelas, plastik dan logam, sehingga bahan-bahan ini perlu dikeluarkan dari bahan pupuk; (2) Kandungan hara. Nilai C/N bahan pada umumnya masih relatif tinggi sehingga perlu pengomposan; (3) Komposisi organik sampah kota sangatlah bervariasi, bahkan kadang-kadang terdapat senyawa organik yang bersifat racun bagi tanaman; (4) Terdapat banyak sekali macam mikrobia dalam sampah kota baik bakteri, fungi dan *actinomycetes*, bahkan perlu diwaspadai adanya mikrobia patogen bagi tumbuhan atau manusia. Suatu contoh pemanfaatan sampah kota sebagai bahan kompos bokasi adalah yang telah dilakukan oleh kelompok tani organik di Kabupaten Ngawi. Hasil analisis bokasi sampah kota di enam kelompok tani binaan yang telah saya lakukan menunjukkan bahwa kandungan N 1,68 %, P 3,29 %, dan K 2,92 %.

***Hadirin yang saya hormati,***

***Limbah Industri.*** Limbah organik dari industri sering merupakan masalah lingkungan yang menyulitkan dalam penanganannya. Sementara ada kemungkinan usaha untuk pemanfaatan sebagai bahan pupuk. Perlu diingat bahwa watak limbah organik industri sangat bervariasi dari limbah cair hingga kompos padat, sehingga sulit menyimpulkan nilai khas komposisi hara limbahnya. Suatu kelompok limbah industri yang mempunyai potensi untuk digunakan sebagai sumber hara untuk tanaman adalah limbah dari industri pemrosesan makanan (Power dan Papendick, 1997). Beberapa masalah yang harus diperhatikan untuk diatasi dalam kaitannya dengan penggunaan limbah untuk pupuk antara lain : (1) adanya logam mikro dan atau logam berat (misal Zn, Cu, Ni, Cd, Cr, dan Pb), (2) kemungkinan adanya senyawa organik racun, (3) kemungkinan adanya bibit penyakit (patogen), dan (4) adanya kelebihan N lepas ke lingkungan. Oleh sebab itu, perlu diketahui secara cermat diskripsi menyeluruh industri yang bersangkutan, sehingga mengetahui bahan baku dan penunjang yang digunakan,

serta proses perubahan yang terjadi, sehingga akan diketahui pula bahan ikutan yang mungkin terbawa dalam limbah industrinya.

***Hadirin yang saya hormati,***

***Pengomposan.***

Bahan organik yang masih mentah dengan nisbah C/N tinggi, apabila diberikan secara langsung ke dalam tanah akan berdampak negatif terhadap ketersediaan hara tanah. Bahan organik langsung akan disantap oleh mikrobia untuk memperoleh energi. Populasi mikrobia yang tinggi, akan memerlukan hara untuk tumbuh dan berkembang, yang diambil dari tanah yang seyogyanya digunakan oleh tanaman, sehingga mikrobia dan tanaman saling bersaing merebutkan hara yang ada. Akibatnya hara yang ada dalam tanah berubah menjadi tidak tersedia karena berubah menjadi senyawa organik mikrobia. Kejadian ini disebut sebagai *immobilisasi* hara. Untuk menghindari imobilisasi hara, bahan perlu dilakukan proses pengomposan terlebih dahulu. Proses pengomposan adalah suatu proses penguraian bahan organik dari bahan dengan nisbah C/N tinggi (mentah) menjadi bahan yang mempunyai nisbah C/N rendah (kurang dari 15) (matang) dengan upaya mengaktifkan kegiatan mikrobia pendekomposer (bakteri, fungi, dan actinomicetes).

Dalam proses pengomposan, perlu diperhatikan : (a) *Kelembaban*. Kelembaban agar dijaga pada kondisi tidak terlalu kering maupun basah atau tergenang; (b) *Aerasi timbunan*. Kondisi tidak terlalu anaerob dan tidak terlalu aerob. Terlalu aerob udara bebas masuk ke dalam timbunan dan N banyak yang menguap sebagai  $\text{NH}_3$ ; (c) *Temperatur*. Temperatur dijaga agar tidak terlalu tinggi; (d) *Suasana*. Asam-asam hasil proses dekomposisi akan menyebabkan pH turun, untuk netralisasi perlu dilakukan pembalikan timbunan; (e) *Penambahan kapur*. Netralisasi juga dapat dilakukan dengan penambahan bahan kapur, dolomit atau abu; (f) *Hara*. Untuk mempercepat dan meningkatkan kualitas kompos dapat dilakukan penambahan pupuk N dan P; (g) *Struktur bahan*. Struktur bahan dibuat tidak terlalu kasar dengan dipotong-potong; (h) *Timbunan*. Tinggi timbunan tidak terlalu tinggi ( 1,5 m); (i) *Atap*. Untuk mencegah sinar matahari langsung dan hujan perlu diberikan atap.

Ada beberapa prinsip cara pengomposan antara lain: (1) ditimbun pada permukaan tanah yang telah dipadatkan (*kraal methode*), (2) Ditimbun pada galian tanah (50-75 cm), separo di dalam tanah (50-75 cm) dan separo di atas permukaan (*Heat & trench methode*), (3) Langsung pada bak penampungan kotoran ternak (*Bengalore methode*), (4) menggunakan kotak pengomposan dari pagar beton yang tertutup (anaerob) selama 18 hari dan seterusnya diberikan aerasi dari lobang-lobang bagian dasar kotak (*Baccari-Italia methode*) (Rusmarkam, 2001). Dewasa ini pembuatan kompos semakin berkembang dengan diperkaya dengan mikroorganisme yang dapat mempercepat dekomposisi seperti *Trichoderma* sp. (Sugito *et al.*, 1995). Pada akhir-akhir ini, telah banyak digunakan teknologi efektif mikroorganisme (EM-4) yang merupakan fermentant (pengurai) limbah organik menjadi pupuk organik, yang mengandung bakteri *Lactobacillus*, ragi, *actomycete*, dan jamur pengurai selulosa yang dapat membantu proses dekomposisi (Anwar, 1999). Dilaporkan penggunaan Em-4 dapat mempercepat proses dekomposisi (Ritonga *et al.*, 1999).

***Hadirin yang saya hormati,***

***Kesimpulan.***

Rangkaian uraian di atas memperlihatkan bahwa peranan bahan organik sangat besar dalam meningkatkan kesuburan tanah, dan akan menentukan produktivitas tanah. Peranan bahan organik tidak hanya berperan dalam penyediaan hara tanaman saja, namun yang jauh lebih penting terhadap perbaikan sifat fisik, biologi dan sifat kimia tanah lainnya seperti terhadap pH tanah, kapasitas pertukaran kation dan anion tanah, daya sangga tanah dan netralisasi unsur meracun seperti Fe, Al, Mn dan logam berat lainnya termasuk netralisasi terhadap insektisida. Berkaitan dengan kesuburan fisika tanah, bahan organik berperan dalam memperbaiki struktur tanah melalui agregasi dan aerasi tanah, memperbaiki kapasitas menahan air, mempermudah pengolahan tanah dan meningkatkan ketahanan tanah terhadap erosi. Pengaruh terhadap biologi tanah, bahan organik berperan meningkatkan aktivitas mikrobia dalam tanah dan dari hasil aktivitas mikrobia pula akan terlepas berbagai zat pengatur tumbuh (auxin), dan vitamin yang akan berdampak positif bagi pertumbuhan tanaman.

Untuk mempertahankan dan meningkatkan bahan organik tanah, diperlukan pengelolaan yang tepat, yaitu dengan melakukan penambahan bahan organik. Masalah utama dalam penambahan bahan organik di lapang adalah masalah sinkronisasi dan ketidaktersediaan sumber bahan organik. Untuk membantu sinkroni antara ketersediaan hara dengan kebutuhan hara oleh tanaman, dapat dilakukan dengan pencampuran bahan yang berkualitas tinggi dengan yang berkualitas rendah, atau dengan upaya pengomposan. Pupuk kandang merupakan sumber bahan organik utama bagi petani, namun dengan semakin berkurangnya pemilikan jumlah ternak oleh petani akan berdampak jumlah pupuk kandang yang tersedia semakin terbatas. Oleh karena itu, perlu dicari sumber bahan organik yang potensial setempat yang lain. Berbagai sumber bahan organik yang dapat dikembangkan meliputi: pupuk hijau, sisa tanaman, sampah kota dan limbah industri. Khusus penggunaan sampah kota dan limbah industri perlu diwaspadai : (1) adanya logam mikro dan atau logam berat lain yang bersifat racun, (2) kemungkinan adanya senyawa organik racun, dan (3) kemungkinan adanya bibit penyakit (*patogen*).

***Hadirin yang saya hormati,***

***Penutup.***

Sebelum saya mengakhiri pidato pengukuhan ini, perkenankanlah sekali lagi saya mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT, atas segala nikmat yang telah diberikan kepada saya sekeluarga. Ucapan terima kasih yang tak terhingga juga saya sampaikan kepada berbagai pihak secara langsung maupun tak langsung telah menyetujui, memberikan kesempatan serta peluang, mengarahkan, membantu dan mendukung serta hadir pada saat ini untuk memberi restu kepada saya dalam membacakan pidato pengukuhan di hadapan Sidang Senat Terbuka yang mulia ini.

Secara khusus, saya menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

- Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia yang telah memberikan kepercayaan kepada saya untuk memangku tugas yang berat sebagai Guru Besar.
- Rektor Universitas Sebelas Maret Surakarta, Profesor Drs. Haris Mudjiman, MA, PhD, selaku Ketua Senat Universitas Sebelas Maret, Profesor Sukiyo selaku sekretaris senat dan segenap anggota senat yang telah mengusulkan saya untuk menduduki jabatan Guru Besar.

- Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret , Dr Ir. Solahudin MS dan Ir. Zaenal Djauhari Fatawi. MS. sebagai Dekan dan ketua senat saat ini dan sebelumnya, serta segenap anggota senat Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret yang telah menyetujui dan meneruskan usulan jabatan Guru Besar.
- Profesor Dr. Ir. Syekhfani. MS., Profesor Dr. Ir. Eko Handayanto. MSc. , Profesor. Dr. Ir. Sumarno. MS., Profesor Dr. Bostang Radjagukguk. MSc. Ir. Afandi Rusmarkam, dan Almarhum Profesor Ir. Sugiman, Almarhum Ir Suseno Prawiwardoyo, Almarhum Dr. Ir. Suprpto Sukodarmojo. MSc, dan Almarhum Dr. Ir. Sri Hastuti MSc; masing-masing sebagai pembimbing S3, S2, dan S1, yang telah dengan sabar, dan tekun memberi arahan, petunjuk, bimbingan dan kesempatan untuk memperdalam ilmu kesuburan tanah.
- Ir. Toeranto Sugiyatmo, Profesor Dr. Budihardjo, dan Ir. Sutiarti Hartono MSc. atas arahan dan bantuan beliau saya bisa meniti karier hingga kini.
- Segenap civitas akademika Fakultas Pertanian UNS saya ucapkan terima kasih tak terhingga, khususnya teman-teman Program Studi Ilmu Tanah yang telah memberikan dorongan dan bantuannya untuk mempersiapkan usulan Guru Besar.
- Segenap guru saya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, sejak sewaktu mengikuti Sekolah Dasar Pakahan, SMP Muhammadiyah Klaten, SMA Negeri I Klaten, Fakultas Pertanian UGM, Program Pasca Sarjana S2 UGM, serta Program Pasca Sarjana S3 Universitas Brawijaya, yang telah dengan sabar, tekun untuk mendidik dan membawa saya hingga hidup ini menjadi lebih berarti.
- Profesor Dr. dr. Santoso. MS., Drs Suranto. MSc. PhD, dan segenap rekan-rekan di Lembaga Penelitian khususnya PPLH UNS terima kasih saya sampaikan atas kerjasamanya selama ini.
- Staf administrasi dan teknisi Fakultas Pertanian dan Kantor Pusat Universitas Sebelas Maret yang telah membantu saya mempersiapkan berkas usulan Guru Besar saya.
- Kakanda Kismowardoyo, Sastromarjono, Sulaiman, Suyono, Suyoto, Hako Sumanto, dan Muhtar Zubaidi beserta istri, dan kakanda Sumardi, Sunarto, Warsito dan Waluyo dan Istar Dwipriyono beserta istri, yang tidak pernah lekang selalu memberikan semangat untuk tetap tegar.

- Kedua orang tua saya, almarhum Bapak Wongsosuwarno dan almarhumah Ibu Wasimi Wongsosuwarno, yang telah mengasuh, mendidik, dan membesarkan saya dengan penuh kasih sayang dan kesederhanaan, kiranya tidak cukup kata untuk melukiskan rasa terima kasih dan rasa hormat yang mendalam dalam hati. Kepada almarhum Ayahanda dan almarhumah Ibunda yang telah ikhlas, sabar dan penuh pengorbanan yang tidak jarang disertai cucuran air mata dalam doanya, tetapi tidak berkesempatan menyaksikan saya berdiri dimimbar terhormat ini, semoga beliau berdua mendapat *chusnul chotimah* dan mendapatkan kebahagiaan di akherat. Kepada kedua mertua saya almarhum Bapak Cipto Kusdiyowiryono dan almarhumah Ibu Isrowiyah Cipto kusdiyowiryono, hari ini ananda telah memenuhi amanah ayah dan ibunda tercinta pesankan sebelum beliau wafat, untuk dapat mencapai jabatan tertinggi sebagai pendidik yaitu sebagai guru besar, untuk itu saya sampaikan rasa hormat dan terima kasih yang tidak terhingga atas segala kesabaran, dorongan, bimbingan dan pengorbanan dengan penuh kasih sayang dan kesederhanaan serta doa restu yang diberikan selama ini.
- Kepada Istriku tercinta Prapti Rahayu, dan anak-anakku tersayang Kharisma Kusumawardani, Bengawan Alfaresi dan Rafika Nurkusumawati, kalian telah mengorbankan sebagian besar waktu dan hidup kalian untuk mendukung karier dan keilmuan Bapak. Tanpa saling pengertian, dukungan, kekompakan, dan pengorbanan kalian, Bapak tidak akan dapat seperti ini. Apa yang Bapak capai hari ini merupakan prestasi kalian pula. Oleh karena itu tiada kata kecuali terima kasih dan rasa sayang yang dapat saya berikan. Bapak juga mohon maaf atas kekurangan perhatian dan pengertian selama ini. Mudah-mudahan kalian dapat menjadi kebanggaan keluarga di kelak kemudian hari.

Akhirnya saya mengucapkan terima kasih kepada hadirin sekalian yang telah dengan sabar mengikuti pidato pengukuhan saya ini. Saya mohon maaf apabila ada kata-kata yang kurang berkenan. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Amien.

***Wabillahittaufik wal hidayah***

***Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh***

## DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, E.K. 1999. *Usaha meningkatkan produktivitas lahan pertanian dengan teknologi efektif mikroorganisme (EM-4)*. Konggres Nasional VII. HITI. Bandung.
- Becker, M. and Ladha, J.K. (1997) Synchrony residue N mineralization with rice N demand an flooded conditions. In *Driven by Nature Plant Litter Quality and Decomposition* ( Eds. Cadisch, G. and Giller, K.E.), pp. 131-138. Department of Biological Sciences. Wey College. University of London, UK.
- Brady, N.C. (1990) *The Nature and Properties of Soil*. Mac Millan Publishing Co., New York.
- Cahyani, V.R. (1996). Pengaruh Inokulasi Mikorisa Vesikular-Arbuskular Dan perimbangan Takaran Kapur Dengan Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung Pada Tanah Ultisol Kentrong, Tesis. Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.
- Chandrashekar, S.C. and Gajanana, G.N. (1996) Exploitation of *Chromolaena odorata* (L.) King and Robinson as green manure for paddy. In *Proceeding Of The Fourth International Workshop On Bio-Control And Management Of Chromolaena odorata*. pp. 1-3 .Bangalore India , October 1996.
- Chesson, A. (1997) Plant Degradation by ruminant: parallels with litter decomposition in soil, In *Driven by Nature Plant Litter Quality and Decomposition*, Department of Biological Sciences. (Eds Cadisch, G. and Giller, K.E.), pp. 47-66. Wey College, University of London, UK.
- Dewi, W.S. (1996) *Pengaruh Macam Bahan Organik dan Lama Prainkubasinya Terhadap Status P Tanah Andisol*. MS. thesis, UGM, Yogyakarta.
- Giller, K.E., Wilson, K.J. 1991. *Nitrogen fixation in tropical cropping systems*. CAB International, London.
- Hammel, K.E. (1997) Fungal degradation of lignin, In *Driven by Nature Plant Litter Quality and Decomposition*, ( Eds Cadisch, G. and Giller, K.E.), pp. 33-46. Department of Biological Sciences. Wey College. University of London, UK.
- Handayanto, E. 1999. *Komponen biologi tanah sebagai bioindikator kesehatan dan produktivitas tanah*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Handayanto, E; G. Cadisch and Giller, K.E. (1997) Regulating N mineralization from plant residues by manipulation of quality. In *Driven by Nature Plant Litter Quality and Decomposition*, (Eds Cadisch, G. and Giller, K.E.), pp. 175-186. Department of Biological Sciences, Wey College.,University of London, UK.
- Harborne, J.B. (1997) Role of phenolic secondary metabolites in plants and their degradation in nature. In *Driven by Nature Plant Litter Quality and Decomposition*, (Eds Cadisch, G. and Giller, K.E.), pp. 67-74. Department of Biological Sciences, Wey College. University of London, UK.
- Heal, O.W., Anderson, J.M. and Swift, M.J. (1997) Plant litter quality and decomposition: An historical overview. In *Dirven by Nature Plant Litter Quality and Decomposition*, (Eds Cadisch, G. and Giller, K.E), pp. 3-30. Department of Biological Sciences.,Wey College.,University of London, UK.
- Herudjito, D. 1999 *Pengaruh bahan humat dari air gambut terhadap sifst-sifst tanah latosol (Oxic Dystropepts)*. Konggres Nasional VII. HITI. Bandung.

- Juarsah, I. 1999. *Manfaat dan alternatif penggunaan pupuk organik pada lahan kering melalui pertanaman leguminosa*. Konggres Nasional VII. HITI. Bandung.
- Kasniari, D.N. (1996) *Peranan Chromolaena odorata dalam Peningkatan Kesuburan Tanah Pada Lahan Alang-Alang*. MSi thesis, UNIBRAW, Malang.
- Kim H. Tan. (1992). *Dasar Kimia Tanah* ( Transl. Didiek Hadjar Goenadi). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kim H. Tan. (1997). Degradasi mineral tanah oleh asam organik. In *Interaksi Mineral Tanah dengan Bahan Organik dan Mikrobia*. (Eds P.M. Huang and M. Schnitzer) (Transl. Didiek Hadjar Goenadi), pp. 1-42. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Lahuddin, 1999. *Pengaruh kompos kulit durian (Durio zibethinus) terhadap produktivitas lahan pekarangan*. Konggres Nasional VII. HITI. Bandung.
- Mafongoya, P., Dzowela, B.H and Nair, P.K. (1997) Effect of multipurpose trees, age of cutting and drying methode on pruning quality, In *Dirven by Nature Plant Litter Quality and Decomposition*, ( Eds Cadisch, G. and Giller, K.E..), pp. 167-174. Department of Biological Sciences. Wey College. University of London. UK.
- Mengel, K. and Kirby, E.A. (1978) *Principles of Plant Nutrition* . International Potash Institute. Bern. Swizerland.
- Mertikawati, I., A.D. Suyono, dan S. Djakasutami. *Pengaruh berbagai pupuk organik terhadap beberapa sifat fisika dan kimia vertisol dan ultisol serta hasil padi gogo*. Konggres Nasional VII. HITI. Bandung.
- Meyer, R.J.K., M. van Noordwijk and Vityakon, P. (1997) Synchrony of nutrient release and plant demand : Plant litter quality, soil enviroment and farmer management options. In *Dirven by Nature Plant Litter Quality and Decomposition*, ( Eds Cadisch, G. and Giller, K.E..), pp. 215-232. Department of Biological Sciences, Wey College, University of London, UK.
- Notohadiprawiro, T. 1989. *Dampak Pembangunan Pada Tanah, Lahan dan Tata Guna Lahan*, PSL. UGM. Yogyakarta.
- Partoyo, Joetono, dan Sri Hastuti. 1999. *Pengaruh Polisakarida fraksi berat tanah dan asam humat pada pembentukan dan pematapan agregat regosol*. Konggres Nasional VII. HITI. Bandung.
- Power, J.F. and Papendick, R.I. (1997) Sumber-sumber organik hara. In *Tenologi Dan Penggunaan Pupuk*, (Eds Engelstad O.P) (Transl. Didiek Hadjar Goenadi), pp. 752-778. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Prasetya. B., Hairiah, K. dan Dewi, C.S. 2002. *Kontribusi biomasa Tithonia diversifolia (paitan) dan inokulasi Vesikular Arbuskular Mikoriza (VAM) terhadap ketersediaan dan serapan P tanaman jagung pada andisol*. Seminar Nasional IV. Pengembangan Wilayah Lahan Kering. Mataram.
- Ritonga, S. , Z.Nasytion, R. Siagaan. Dan M. Dalimun. 1999. *Pengaruh pupuk kandang dan inokulan EM4 terhadap laju pengomposan limbah padat industri tapioka*. Konggres Nasional VII. HITI. Bandung.
- Rusmarkam, A. 2000. *Ilmu Kesuburan Tanah*, Jurusan Ilmu Tanah. UGM. Yogyakarta.
- Santoso, E., T. Prihartini, dan S. Widati. 1999. *Pengaruh pemanfaatan jerami dan inokulan mikrobia terhadap sifat kimia tanah dan hasil padi*. Konggres Nasional VII. HITI. Bandung.

- Santoso, P. and Ahmad Safrudin, 1991. Dampak Pembangunan Terhadap Tanah, Tataguna Lahan dan Tata ruang. Bandung.
- Schnitzer, M. (1997) Pengikatan bahan humat oleh koloid mineral tanah. In *Interaksi Mineral Tanah dengan Bahan Organik Dan Mikrobial*. (Eds Huang, P.M. and Schnitzer, M.) (Transl. Didiék Hadjar Goenadi), pp. 119-156. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Scholes, M.C., Swift, O.W., Heal, P.A. Sanchez, JSI., Ingram and R. Dudal, 1994. Soil Fertility research in response to demand for sustainability. In *The biological managemant of tropical soil fertility* (Eds Woomer, Pl. and Swift, MJ.) John Wiley & Sons. New York.
- Seta, A.K. 1987. *Konservasi Sumberdaya Tanah*. Kalam Mulia. Jakarta.
- Stevenson, F.J., Alanah Fitch. (1997) Kimia pengkomplekan ion logam dengan organik larutan tanah. In *Interaksi Mineral Tanah dengan Bahan Organik Dan Mikrobial*. (Eds Huang P.M. and Schnitzer, M.) ( Transl. Didiék Hadjar Goenadi), pp. 41-76. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Stevenson, F.T. (1982) *Humus Chemistry*. John Wiley and Sons, Newyork.
- Sufardi, Djayakusuma, A.D., Suyono, T.S.Hassan, 1999. *Perubahan karateristik muatan dan retensi fosfor ultisol akibat pemberian amelioran dan pupuk fosfat*. Konggres Nasional VII. HITI. Bandung.
- Sugito, Y. Nuraini, Y. dan Nihayati, E. 1995. *Sistem Pertanian Organik*. Faperta Unibraw. Malang.
- Suntoro, 2001. Pengaruh Residu Penggunaan Bahan Organik, Dolomit dan KCl pada Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*. L.) pada Oxic Dystrudept di Jumapolo, Karanganyar, *Habitat*, 12(3) 170-177.
- Suntoro, Syekhfani, Handayanto, E., dan Sumarno (2001a). Hubungan antara faktor kesuburan tanah dan produksi kacang tanah (*Arachis hypogaea*) di sentra produksi kacang tanah, jumapolo, Karanganyar, Jawa Tengah. *Agrivita*. 23 (1) 27-31.
- Suntoro, Syekhfani, Handayanto, E., dan Sumarno (2001b). Penggunaan bahan pangkasan ‘Krinyu’ (*Chromolaena odorata*) dan ‘Gamal’ (*Gliricidia sepium*) untuk meningkatkan ketersediaan P, K, Ca dan Mg pada Ozic Dystrundept. *Agrivita* 23 (1) 20-26.
- Suntoro, Syekhfani, Handayanto, E., dan Sumarno (2001c). Pengaruh pemberian bahan organik , dolomit dan pupuk K terhadap produksi kacang tanah (*Arachis hypogaea*) pada Oxic Dystrundept. Di Jumapolo , Karang anyar , Jawa tengah. *Agrivita* 23 (1), 57-65.
- Syed Anwarullaa, M., and S.C. Chandrashekar, S.C. 1996. Novel approach for combating *Chromolaena* problem : Possibilities of its use as a green manure. In *Proceeding Of The Fourth International Workshop On Bio-Control And Management Of Chromolaena odorata*. pp.1-4. Bangalore, India.
- Tejasuwarno, 1999. *Pengaruh pupuk kandang terhadap hasil wortel dan sifat fisik tanah*. Konggres Nasional VII. HITI. Bandung.
- Tian, G., L. Brussard, B.T., Kang and M.J. Swift. Soil fauna-mediated decomposition of plant residues under contreined environmental and residue quality condition. In *Driven by Nature Plant Litter Quality and Decomposition*, Department of

- Biological Sciences. (Eds Cadisch, G. and Giller, K.E.), pp. 125-134. Wey College, University of London, UK.
- Tisdale, S.L., and Nelson, W.L. (1975) *Soil Fertility and Fertilizers*. Third Edition. Mac Millan Pub. Co. Inc. New York.
- Tjitrosoedirdjo, S., Sri, S.T. and Umaly, R.C. (1991) The status of *Chromolaena odorata* (L.) R.M. King and H. Robinson in Indonesia. In *Proceeding Of The Second International Workshop On Bio-Control And Management Of Chromolaena odorata*. pp.1-7. Bogor.
- Utami, S.R., Hariah, K dan Supriyadi, 2002. *Pemanfaatan bahan organik insitu (Tithonia diversifolia dan Tephrosia candida): meningkatkan ketersediaan fosfor pada andisol*. Seminar Nasional IV. Pengembangan Wilayah Lahan Kering. Mataram.
- Vanlauwe, B. Diel, J. Sanginga, N. and Merckx, R. (1997) Residue quality and decomposition: An unsteady relationship. In *Dirven by Nature Plant Litter Quality and Decomposition*, ( Eds Cadisch, G. and K.E. Giller.), pp. 157-166. Department of Biological Sciences, Wey College, University of London, UK.
- Wiskandar, 2002. *Pemanfaatan pupuk kandang untuk memperbaiki sifat fisik tanah di lahan kritis yang telah ditanam*. Kongres Nasional VII.

## RIWAYAT HIDUP

### Data Pribadi

Nama : Suntoro  
Tempat dan tanggal lahir : Klaten, 17 Desember 1955  
NIP / Karpeg : 131 124 609 / C 0296621  
Pangkat / Golongan : Pembina Utama / IVc  
Jabatan Dosen : Guru Besar Madya dalam Ilmu Kesuburan Tanah  
Agama : Islam  
Status Perkawinan : Kawin  
Nama Istri : Prapti Rahayu  
Nama Anak : 1. Kharisma Kusumawardani (Ima)  
2. Bengawan Alfaresi (Aan)  
3. Rafika Nur Kusumawati (Fika)  
Alamat Pekerjaan : Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian. UNS.  
Jalan. Ir Sutami No 36 A. Surakarta. Telp. 0271. 637457  
Alamat Rumah : Tobayan, Pakahan, Jogonalan, Klaten.  
Telp. 0272.323 405.

### Riwayat Pendidikan

- 1 1962 – 1968 Sekolah Dasar Negeri Pakahan I, Jogonalan, Klaten.
- 2 1968 - 1971 Sekolah Menengah Pertama. Muhammadiyah I, Klaten.
3. 1971 - 1974 Sekolah Menengah Atas Negeri I. Klaten
4. 1975 - 1980 Sarjana Ilmu Tanah , Fakultas Pertanian, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta (Ir) (*Cumlaude*).
5. 1984 - 1987 Pasca Sarjana S2 Ilmu Kesuburan Tanah. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta (MS).
6. 1997 - 2001 Pasca Sarjana S3 Ilmu-Ilmu Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, dengan Kekhususan Ilmu Kesuburan Tanah (Doktor)(*Cumlaude*).

### Penataran / Kursus singkat

- 1 1994 Program Pencangkakan dalam matakuliah Klasifikasi Tanah di Fakultas Pertanian. UGM.
- 2 1983 Penataran Pembinaan Masyarakat Akademis
- 3 1990 Penataran Pelaksanaan P4 bagi Calon Penatar
- 4 1991 Kursus Dasar-Dasar dan Penilai AMDAL (A & C), dilaksanakan kerjasama PSKLH UNS dan Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- 5 1992 Kursus Pengendalian Pencemaran Air, yang diselenggarakan PSL UNS bekerjasama dengan Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Semarang dan Badan Lingkungan Hidup.
- 6 1992 Pelatihan Alat-alat Laboratorium Fisika. Kerjasama Lab Sentral UNS dengan Pemerintah Australia.
- 7 1992 Kursus Singkat Pemantuan Lingkungan Hidup, yang dilaksanakan PSL UNS.
- 8 1994 Workshop Lingkungan Hidup yang diselenggarakan UNEJ dan Pemerintah Australia.

## Riwayat Kepangkatan

1. 1982 Penata Muda (IIIa), Asisten Ahli Madya.
2. 1984 Penata Muda Tk I (IIIb), Asisten Ahli.
3. 1987 Penata (IIIc), Lektor Muda.
4. 1989 Penata Tk I (IIId), Lektor Madya.
5. 1992 Pembina (IVa), Lektor.
6. 1995 Pembina Tk I (IVb), Lektor Kepala Madya
7. 1999 Pembina Utama (IVc), Lektor Kepala.
8. Sept. 2002 Pembina Utama (IVc), Guru Besar Madya.

## Pengalaman Pekerjaan

### a. Bidang Pengajaran

1. 1978-1980 Asisten tidak tetap, Jurusan Ilmu Tanah, Fak. Pertanian. UGM.
2. 1982- sekarang Dosen tetap Fakultas Pertanian UNS
3. 2001- sekarang Dosen Pasca Sarjana, UNS.
4. 1988-1991 Ketua Program Studi Ilmu Tanah FP-UNS
5. 1991-1994 Sekretaris Jurusan Budidaya Pertanian FP-UNS
6. 1995-1996 Ketua Program Studi Ilmu Tanah FP-UNS
7. 1994 -2000 Anggota Senat FP-UNS
8. 1985 - 1996 Dosen tidak tetap Fak. Pertanian UTP. Surakarta.
9. 1986-1997 Dosen tidak tetap Fak. Pertanian UNISRI. Surakarta.
10. 1987- 1998 Dosen tidak tetap Fak. Pertanian UNIBA. Surakarta.
11. 1990-1997 Dosen Tidak tetap Fak. Pertanian UMK. Kudus.
12. 1997- 1996 Dosen tidak tetap Fak. Pertanian. Universitas Tidar. Magelang.
13. 2001 - sekarang Ketua Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah
14. 2001 - sekarang Ketua Editor Jurnal *Saint Tanah* Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UNS.
15. 2001 - sekarang Dewam Editor Jurnal *Enviro*. PPLH. UNS.
16. 2001 - sekarang Koordinator Pengelola Kebun Percobaan dan Rumah Kaca Fakultas Pertanian UNS
17. 1990-sekarang Peneliti pada Lebagia Penelitian UNS.
18. 1990-sekarang Pengajar pada Kursus AMDAL A, B, dan C. PPLH. UNS

### b. Bidang Kerjasama

1. 1979 Tim Survei UGM, Pemetaan DAS Bengawan Solo
2. 1980 Tim Perencanaan Lahan Transmigrasi Prafi , Kabupaten Manukwari, Irian Jaya. PPSPPR. UGM.
3. 1982 Tim Perencanaan Lahan Pasang Surut Kuala Jelai, Kalimantan Tengah. (UGM)
4. 1982 Tim Perencanaan Lahan Pasang Surut Seruian. Kalimantan Tengah. (UGM)

5. 1982 Tim Perencanaan Lahan Pasang Surut Teluk Sampit. Kalimantan Tengah. (UGM)
6. 1983 Tim Perencanaan Lahan Transmigrasi Kumai, Kalimantan Tengah (UGM).
7. 1984 Tim Perencanaan lahan Kering Muara Tewe Kalimantan Tengah (UNS)
8. 1985 Tim Perencanaan lahan Transmigrasi. Sibolga. Sumatra Utara (UNS).
9. 1986 Pemetaan Pengembangan Intensifikasi Serat Karung Rakyat di Jawa Tengah.
10. 1986 Tim Pemaetaan DAS Unda . Bali (UGM).
11. 1987 Analisis Lingkungan Daerah Industri Kabupaten Sragen.
12. 1988 Analisis Lingkungan Daerah Industri kabupaten Klaten.
13. 1989 Analisis Lingkungan Pemekaran Kawasan Industri Pemerintah Kota Salatiga.
14. 1989 Perencanaan Lahan Transmigrasi Nangabulik, Kalimantan Tengah.
15. 1990 Tim Penyusun Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Idustri Textil Batik Arjuna.
16. 1990 Tim Penyusun Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Idustri Textil Batik Dewi Kunti.
17. 1991 Tim Penyusun Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Pelurusan Sungai Bengawan Solo Hilir.
18. 1992 Tim Penyusun Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Bendung Sidorejo
19. 1994 Study Penanganan Pengelolaan Bahan Beracun dan Berbahaya oleh Prodesen hingga Konsumen. (Kantor Lingkungan Hidup).
20. 1994 Perencanaan Lahan Transmigrasi Nangabulik, Kendari Sulawesi Tenggara.
21. 1995 Study Pengembangan Model Agroforestry dalam Perhutanan Sosial di Unit I Perum Perhutani Jawa Tengah. (Departemen Kehutanan).
22. 1996. Study Potensi Pengembangan Hutan Wisata di Jawa. (Departemen Kehutanan).
23. 1996 Penyusun Neraca Kualitas Lingkungan kab. Klaten 1996
24. 1998 Penyusun Neraca Kualitas Lingkungan kab. Klaten 1998
25. 2001 Penyusun Neraca Kualitas Lingkungan kab. Purworejo 2001
26. 2002 Tim Penyusun Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Pengerukkan Waduk Serbaguna Wonogiri.
27. 2002 Tim Penyusun Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Pengembangan Jalur Pipanisasi BBM Rewulu-Teras dan Pembuatan Depot di Teras Boyolali Pertamina.
28. 2002 Penyusun Neraca Kualitas Lingkungan kab. Klaten 2002.
29. 2002 Penyusun Neraca Kualitas Lingkungan kab. Ngawi 2002.

**c. Penelitian** (5 tahun terakhir) (10 penelitian)

1. 1997 Dampak Fisik Agroforestry di KPH Surakarta.
2. 1997 Pengaruh Variasi Gambut, Tanah dan Pupuk kandang pada Media

- Semai Bibit Sengon, Kopi dan Jambu mete.
3. 1998 Dampak Penggunaan Pestisida Terhadap keefektifan Pupuk Hayati Rhizobium dan Mikoriza pada Tanaman Kedelai.
  4. 1998 Kajian Mekanisme Pedogenesis Tanah di Daerah Kars Gunung Sewu Kabupaten Gunung Kidul
  5. 1999 Peran Wanita Dalam Program Agriforestry pada Perhutanan Sosial di RPH Cawas, Kabupaten Klaten.
  6. 1999 Analisis Potensi Lahan Karst Gunung Sewu Kabupaten Gunung Kidul Sebagai Dasar Pengembangan Wilayah
  7. 2000 Skrening Kendala Keharaan Tanaman Kacang Tanah di Tanah Latosol
  8. 2001 Kajian Imbangan K, Ca, Mg dan Ketersediaan P Dalam Budidaya kacang Tanah (*Arachis hypogaeae*. L). Melalui Penambahan Bahan Organik (Desertasi)
  9. 2001 Penelitian Pemetaan Unsur Hara tanah Untuk Tanaman Padi di kabupaten Ngawi tahun 2001
  10. 2002 Penelitian Potensi Lahan Kering di Kabupaten Ngawi Bagian Utara Tahun 2002.

**d. Publikasi dalam Jurnal Ilmiah atau disajikan dalam seminar Nasional**  
( 2 tahun terakhir) (10 artikel).

1. 2001 Suntoro, Syekhfani, Handayanto, E., dan Sumarno (2001). Penggunaan bahan pangkasan 'Krinyu' (*Chromolaena odorata*) dan 'Gamal' (*Gliricidia sepium*) untuk meningkatkan ketersediaan P, K, Ca dan Mg pada Ozic Dystrundept. *Agrivita*. 23 (1), 20-26. (Terakreditasi Nasional)
2. 2001 Suntoro, Syekhfani, Handayanto, E., dan Sumarno (2001). Hubungan antara faktor kesuburan tanah dan produksi kacang tanah (*Arachis hypogaea*. L) di sentra produksi kacang tanah, jumapolo, Karanganyar, Jawa Tengah. *Agrivita*.23 (1), 27-31. (Terakreditasi Nasional)
3. 2001 Suntoro, Syekhfani, Handayanto, E., dan Sumarno (2001).Pengaruh Pemberian Bahan Organik, Dolomit dan Pupuk K terhadap Produksi Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*. L.) pada Oxic Dystrudept di Jumapolo, Karanganyar, Jawa Tengah. *Agrivita*. 23 (1), 57-65. (Terakreditasi Nasional)
4. 2001 Suntoro, 2001. Pemanfaatan Kirinyu Sebagai Sumber Pupuk Organik Dalam Budidaya Tanaman Kacang Tanah. In *Prosiding Konferensi Nasional XV HIGI*. Surakarta.
5. 2001 Suntoro, Joko Suyono, 2001. Skrening Kendala Keharaan Tanaman Kacang Tanah di Tanah Latosol. *Sains Tanah*. Vol. 1(1) : 44-50.
6. 2001 Suntoro, 2001. Pemanfaatan Limbah Padat Industri Kertas (Sludge) Sebagai Bahan Kompos Dalam Peningkatan Kesuburan Tanah Entisol. *Sains Tanah*. Vol 1(1):37-43.
6. 2001 Suntoro, 2001. Pengaruh Limbah Industri Tekstil Hasil dan Kandungan Cr Jaringan Tanaman Kangkung Air. *Enviro*. Vol 2 (2): 12-17.
7. 2001 Suntoro, 2001. Pengaruh Residu Penggunaan Bahan Organik, Dolomit

- dan KCl pada Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaeae. L.*) pada Oxic Dystrudept di Jumapolo, Karanganyar, Habitat, Vol XII No 3 September 2001 (Terakreditasi Nasional).
8. 2002 Suntoro, 2002. Pemanfaatan daun Kirinyu dan Glericidia sebagai pupuk Organik dalam Budidaya Kacang Tanah di Lahan Kering Jumapolo, Karang Anyar. Di sajikan dalam Seminar Nasional Lahan Kering di Universitas Mataram, NTB.
  9. 2002 Suntoro, 2002. Prediksi Pengaruh Aktivitas Asam Organik Hasil Dekomposisi Berbagai Sumber Bahan Organik Terhadap Fe, Al dan Ketersediaan P di Oxic Dystrudept, *Sains Tanah*. Vol 1(2):17-23.
  10. 2002 Suntoro, 2002. Pengaruh Penambahan Bahan Organik, Dolomit dan KCl Terhadap Kadar Klorofil dan Dampaknya pada Hasil Kacang Tanah (*Arachis hypogaeae. L.*). *BioSMART*. Vol.4 No.2:36-46. (Terakreditasi Nasional No. 02/DIKTI/ Kep/2002).

#### **Buku Ajar dan Makalah Untuk Kursus (12 judul).**

1. 1989 Fisika Dasar, Sebelas Maret University Press.
2. 1989 Pedologi, Sebelas Maret University Press.
3. 1989 Klasifikasi Tanah, Sebelas Maret University Press.
4. 1992 Dampak Pembangunan Pada Tanah, Lahan, Tataruang dan Penanganannya. Makalah Disampaikan dalam Kursus Dasar-Dasar Amdal (A).
5. 1995 Panduan Penyidikan Penyidik Dampak Tanah. Makalah Disampaikan dalam Kursus Penyusun AMDAL (B).
6. 1995 Metode Prakiraan Dampak Penting. Makalah Disampaikan dalam Kursus Penyusun AMDAL (B).
7. 1995 Teknik Penilaian Dokumen Rencana Pemantuan Lingkungan (RPL). Makalah Disampaikan dalam Kursus Penilai AMDAL (C.).
8. 1996 Dampak Pembangunan Terhadap Hidrologi dan Penanganannya. Makalah Disampaikan dalam Kursus Dasar AMDAL (A)
- 1997 Pengelolaan Sumberdaya Alam. Disampaikan dalam Kursus Pengelolaan Lingkungan.
9. 2001 Tata ruang dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Kursus Dasar AMDAL (A)
10. 2002 Tipologi Ekosistem. Makalah Disampaikan dalam Kursus Dasar AMDAL (A).
11. 2002 Teknik Penilaian Dokumen ANDAL aspek Identifikasi dan Evaluasi. Makalah Disampaikan dalam Kursus Penilai AMDAL (C.).
12. 2002 Dasar-Dasar Pengelolaan Lingkungan. Makalah Disampaikan dalam Kursus Dasar AMDAL (A).

#### **Organisasi Profesi**

1. Anggota Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (HITI)
2. Anggota Himpunan Gambut Indonesia

