

B.3/B.4

**PROSIDING
KONGRES NASIONAL VII HITI**

**Pemanfaatan Sumberdaya Tanah Sesuai Dengan Potensinya Menuju
Keseimbangan Lingkungan Hidup Dalam Rangka Meningkatkan
Kesejahteraan Rakyat**

Bandung 2 - 4 Nopember 1999

BUKU I



**Himpunan Ilmu Tanah Indonesia
(Soil Science Society of Indonesia)
2000**

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
LAPORAN KETUA PANITIA PELAKSANA.....	ix
LAPORAN KETUA PANITIA PUSAT.....	xi
HASIL DAN PERUMUSAN KONGRES.....	xiii
MAKALAH UTAMA	
Penataan Ruang dan Pematgunaan Tanah Dalam Pembangunan Wilayah Nad Darga Talkurputra.....	1
Penata Gunaan Tanah Kaitannya Dengan Otonomi Daerah Roedjaji Djakarta.....	23
Pertindungan Hak Atas Kekayaan Intelektual Didiek Hadjar Goenadi.....	33
STATE OF THE ART	
Memanfaatkan Tanah Selaras Dengan Alam Tejoyuwono Notohadiprawiro.....	51
Rambu-Rambu Penyusunan Kurikulum Lokal Sebagai Penciri Keunggulan Suatu Program Studi Oetitt Koswara.....	67
SIMPOSIA	
I. Fisika, Mekanika dan Konservasi Tanah Memahami Tanah Dengan Fisika (Fakta dan Tantangan Memasuki Milenium ke-3 Wani H. Utomo, B. W. Widjajani dan E. Listyorini.....	81
II Kimia, Biologi dan Kesuburan Tanah Perkembangan Ilmu Dalam Bidang Kimia, Biologi dan Kesuburan Tanah Supiandi Sabiham dan Iswandi Anas.....	107
III. Mineralogi, Genesis dan Klasifikasi Tanah Perkembangan Penelitian Mineralogi Genesis dan Klasifikasi Tanah Menjelang Abad 21 di Indonesia D. A. Rachim, S. Hardjowigeno dan H. Subagio.....	111
IV. Survei Pemetaan Tanah Serta Evaluasi Lahan Perkembangan Metode Survei Tanah dan Evaluasi Lahan Di Indonesia D. Subardja.....	123
V. Pengelolaan Tanah dan Lingkungan Suatu Pemikiran Mencari Paradigma Baru dalam Pengelolaan Tanah Yang Ramah Lingkungan Dja'far Shiddiq dan Partoyo.....	139

SUATU PEMIKIRAN
MENCARI PARADIGMA BARU DALAM PENGELOLAAN TANAH
YANG RAMAH LINGKUNGAN

(NEW PARADIGM FOR ENVIRONMENTALLY FRIENDLY SOIL
MANAGEMENT - A PROPOSAL)

Dja'far Shiddiq¹ dan Partoyo²

¹Ketua Divisi V HITI, Pengelolaan Tanah dan Lingkungan, Dosen Fakultas Pertanian UGM
Yogyakarta

²Dosen Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Yogyakarta

ABSTRAK

Pengelolaan tanah konvensional cenderung menggarap tanah secara masinal dan menggunakan bahan kimia buatan sebagai pasokan unsur hara tanaman secara berlebihan. Dampak negatif praktik demikian telah mulai dirasakan. Terjadinya pelandaian produktivitas tanah, penurunan efisiensi pemupukan, pemampatan tanah, peningkatan erosi, dan terganggunya aktivitas flora dan fauna tanah merupakan fenomena-fenomena yang sering disebut. Oleh karenanya perlu dicari pengelolaan tanah alternatif yang ramah lingkungan. Penggunaan bahan organik, suatu hal yang dahulu banyak dilakukan orang dan kemudian mulai ditinggalkan dengan adanya pupuk kimia buatan, kiranya perlu dipertimbangkan kembali. Bahan organik memperbaiki sifat-sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, dikaitkan juga dengan penggunaan jasad renik tanah seperti Rhizobium, Anabaena, Azotobakter, mikorisa, dll sebagai pupuk hayati (*biofertilizer*), cara ini diyakini sebagai cara pengelolaan tanah yang benar karena memperbaiki dan meningkatkan kesuburan fisika, kimia, dan biologi serta kesehatan tanah.

Namun pengelolaan tanah harus memperhatikan juga kondisi lingkungan, sehingga pengelolaan tanah harus berorientasi pada zona agroekosistem. Hal yang perlu dipikirkan ialah pemilahan zona-zona agroekosistem. Untuk itu diperlukan peta tanah sangat detil (skala 1: 1.000 s.d. 1: 10.000), dan penentuan jenis bahan organik dan pupuk hayati yang harus digunakan, dan takarannya yang tepat dalam kaitan dengan kondisi lingkungannya.

ABSTRACT

Conventional soil management tends to use mechanical machineries for land preparation and over use chemicals to supplement plant nutrients. Negative impact of such practices has been noticed. Levelling off of soil productivity, decreasing fertilizer use efficiency, soil compaction, increasing erosion rate, and disturbance to soil flora and fauna activity are frequently mentioned examples. A look for an alternative way on how to manage soil which is environmentally friendly is thus of a considerable need. Use of organic material, commonly practiced a long time ago and had been abandoned with the manufacturing of more convenient and practical chemicals, is worth considering. Organic material improves physical, chemical, and biological properties of the soil. Coupled with utilization of soil microorganisms such as Rhizobium, Anabaena, Azotobacter, and mycorrhiza as biofertilizer, it is believed by many as the proper soil management practice as it will improve physical, chemical, and biological soil fertility as well as soil health.

However, management of the soil should also take environmental conditions into consideration. To be so, soil management must be zonal agroecosystem oriented. Delineation of agroecosystem zones requires a very detailed soil map (at scale 1:1,000 to 1:10,000), and for each agroecosystem, what and by how much organic material and biofertilizer to use have to be determined.

PENDAHULUAN

Pengelolaan tanah tidak lain adalah optimasi sumberdaya tanah atau suatu optimasi rekayasa terhadap : jasad biotis (flora dan fauna tanah), bahan abiotis (organik dan mineral), lengas/larutan tanah, pori/udara tanah, iklim tanah serta keruangan tanah (profil, jelek meman, dan bahan induk tanah) yang bergatra agronomis, sosial dan ekonomi. Suatu rekayasa terhadap tanah, tanpa memperhatikan kemampuan daya sanga tanah dapat menyebabkan penurunan produktivitas ke arah negatif dari kondisi normalnya yang dapat mengakibatkan penurunan produktivitas dan kerusakan tanah.

Setiap jenis tanah mempunyai daya lentur yang berbeda satu dengan lainnya tergantung pada sifat-sifat anasir-anasir tanah dan lingkungannya. Oleh karenanya rekayasa terhadap sumberdaya tanah harus memahami sifat dan watak tanahnya. Optimasi sumberdaya tanah dinyatakan berhasil bilamana produktivitas tanah dapat meningkatkan hasil pertanian, memberikan kesejahteraan petani, dan lestari lingkungannya.

Pengelolaan dan penyuburan tanah dengan menggunakan bahan kimia sebagai pemasok unsur hara seperti pada intensifikasi untuk meningkatkan produksi beras yang dimulai pada Pelita I, dan telah tercapai swasembada beras pada tahun 1984. Pada kenyataannya sejak tercapainya swasembada, peningkatan masukan pupuk kimia yang lebih tinggi tidak menunjukkan produktivitas yang sebanding. Produktivitas hanya meningkat 1 % sampai tahun 1992 yang jauh lebih rendah bilamana dibandingkan dengan awal dimulainya program intensifikasi yang dapat meningkatkan produktivitas mencapai 6 %. Hal ini mungkin telah terjadi pelandaian produktivitas tanah yang sementara diduga karena terjadinya ketidakseimbangan unsur hara dalam tanah, yang perlakuan pemupukan berimbang selama ini juga belum dapat mengatasi gejala tersebut (Sofyan *et al.*, 1997).

Penyiapan lahan untuk Hutan Tanaman Industri (HTI) dengan menggunakan alat-alat berat telah meningkatkan kemampuan tanah dan erosi tanah jauh di atas "toleratable soil erosion" (Shiddiq, 1996).

Dampak negatif dari pengelolaan tanah konvensional yang cenderung menggunakan bahan kimia buatan secara berlebihan dan penggarapan tanah secara masinal perlu diwaspadai dan segera

dicarikan alternatif pengelolaan tanah yang ramah lingkungan. Pengelolaan tanah konvensional telah merusak kesehatan tanah, yaitu keserasian hubungan antara tanaman dan tanah tempat tumbuhnya, atau lebih khusus antara akar tanaman dan jasad renik tanah (Joetono, 1992).

Kesehatan tanah dapat dipakai sebagai asas dalam kegiatan pengelolaan tanah yang ramah lingkungan. Pada prinsipnya tanah sehat memiliki produktivitas yang tinggi, sebaliknya tanah dengan harkat kesuburan tinggi tetapi tidak sehat akan rendah produktivitasnya (Joetono, 1992). Dampak negatif pengelolaan konvensional tampaknya telah mengganggu kesehatan tanah

Oleh karena itu untuk meningkatkan produktivitas tanah, maka pengelolaan tanah harus tetap mengacu pada kondisi keserasian tersebut. Tanah yang merupakan kompleks bio-organik-koloid-mineral (Timonin, 1965) akan tetap berfungsi dengan baik apabila rekayasa yang dilakukan terhadapnya tidak mengganggu keserasian kompleks tersebut.

Bahan organik dan jasad renik tanah sangat mungkin digunakan sebagai anasir utama dalam pengelolaan tanah yang ramah lingkungan tersebut, seperti memanfaatkan bahan organik, pupuk organik, dan pupuk hayati (*biofertilizer*) yang saat ini sudah mulai dikembangkan

Untuk lebih efektif dan efisien dalam pengelolaan tanah yang berdasarkan bahan organik dan jasad renik tanah sebagai anasir utamanya, maka pengelolaan tanah harus berorientasi dengan agroekosistem.

PERKEMBANGAN SISTEM PERTANIAN

Terdapat dua sistem pertanian yang masing-masing merupakan ujung-ujung perkembangan pertanian. Yang pertama adalah ujung awal yang merupakan bentuk pertanian yang alami (*natural farming*) dan ujung mutakhir yang merupakan pertanian konvensional saat ini yang sangat intensif. Diantara keduanya terdapat bentuk-bentuk antara yang memadukan keunggulan keduanya.

Perkembangan sistem pertanian mengarah ke bentuk yang ramah lingkungan dan tinggi produktivitasnya mulai muncul setelah pertanian konvensional dirasakan mengalami pelandaian peningkatan produktivitas dan mulai menimbulkan dampak negatif.

Di Indonesia, sejak 1983 terdapat kecenderungan menuju penurunan laju peningkatan produktivitas padi akibat pemupukan yang tak berimbang dan pengelolaan tanah yang tidak tepat Adiningsih *et al.*, 1996). Penurunan atau stagnasi produksi tanaman utama di Bangladesh juga dilaporkan akibat pengurasan hara, pemiskinan bahan organik tanah, pemupukan tidak berimbang,

POTENSI BAHAN ORGANIK TANAH DAN JASAD RENIK TANAH SEBAGAI ANASIR UTAMA PENGELOLAAN TANAH YANG RAMAH LINGKUNGAN

Bahan organik tanah mencakup bahan-bahan yang berasal dari serasah organik, biomassa tanah, dan humus. Serasah organik merupakan sisa-sisa hewan dan tumbuhan yang mati yang belum terdekomposisi atau telah terdekomposisi tetapi belum sempurna. Biomassa tanah adalah bahan organik yang terdapat dalam bentuk sel atau jaringan mikrobia tanah. Humus merupakan komponen bahan organik yang telah mengalami proses humifikasi sehingga membentuk suatu bahan yang amorf, berat molekulnya tinggi, mempunyai sifat-sifat koloidal, dan relatif stabil terhadap dekomposisi (Stevenson, 1982).

Bahan organik tanah mempunyai fungsi luas dalam perbaikan kondisi fisik, kimia maupun biologi tanah. Sifat fisika tanah yang dapat dipengaruhi oleh bahan organik adalah agregasi dan pemantapannya, daya simpan lengas, serta parameter-parameter sifat tanah lain yang terkait dengan struktur tanah, seperti aerasi, keterolahan, dan erodibilitas.

Sifat kimia tanah yang dapat dipengaruhi oleh bahan organik antara lain adalah ketersediaan hara melalui mineralisasi, maupun pengaturan ketersediaan hara yang ada di larutan tanah bagi tanaman melalui pengaruhnya pada pH, khelasi, maupun KPK.

Bahan organik mampu mempengaruhi kondisi biologi tanah melalui potensinya sebagai sumber energi bagi jasad renik tanah. Jasad renik tanah akan dapat beraktivitas maksimal sehingga pengaruhnya pada sifat-sifat fisika dan kimia tanah dapat optimal. Banyak proses yang melibatkan peran jasad renik tanah. Bahan organik tanah dapat pula dipertimbangkan sebagai penekan pertumbuhan jasad parasitik dalam tanah baik melalui kompetisi antar mikrobia maupun produk toksin yang muncul selama dekomposisinya.

Menjadi sifat bahan organik tanah pula yang selain mempunyai kemampuan ganda tersebut, adalah rendahnya, efektivitas dan efisiensi pengaruh pada tanah. Hal inilah yang perlu terus-menerus diteliti sehingga potensi yang dimiliki oleh bahan organik tanah dan jasad renik tanah menjadi sesuatu yang aktual.

Penelitian-penelitian yang mempelajari potensi pemanfaatan bahan organik dari segi teknik sudah banyak dilakukan di banyak negara dengan kondisi lingkungan yang beragam. Di kawasan Asia, penelitian telah berkembang pesat di China (Weixu, 1991, 1994; Chu & Bo-qi, 1991), India (Gaur &

kurangnya penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati, dan praktek pengelolaan yang buruk (Miah, 1996). Hal serupa dilaporkan juga di negara-negara lain seperti India (Singh and Dikit, 1996), Pakistan (Salim, 1996), Nepal (Pandey, 1996), Thailand (Nopamombodi, 1996), Srilanka (Lathiff, 1996), dan Vietnam (Po, 1996), sesuai laporan RAP (1996).

Kecenderungan yang mereka lakukan untuk mengantisipasi keadaan tersebut adalah peningkatan kembali peran bahan organik, pupuk, organik, dan pupuk hayati di sistem pertaniannya. Sistem yang baru ini mengandalkan pada anasir-anasir agroekosistem dan sedikit mungkin melibatkan masukan dari luar.

Sistem pertanian yang dapat dianggap sebagai kompromi dari sistem pertanian konvensional dan sistem pertanian alamiah ini mengacu pada suatu bentuk pertanian yang:

1. Mengoptimalkan penggunaan sumberdaya setempat yang tersedia, dikombinasikan dengan komponen lain dalam usahatani, yaitu tanaman, hewan, tanah, air, iklim, dan manusia. Kombinasi dibuat sedemikian rupa sehingga komponen satu dengan yang lain saling melengkapi dan membentuk perpaduan yang paling menguntungkan.
2. Masukan dari luar usahatani hanya digunakan apabila dibutuhkan untuk melengkapi unsur yang kurang dalam ekosistem serta diharapkan dapat memperbaiki sumberdaya biologis, fisik, dan manusia yang tersedia. Penggunaan masukan dari luar usahatani terutama harus tetap memperhatikan terjaganya daur ulang secara maksimal dan menekan dampak negatif terhadap lingkungan sekecil-kecilnya.

Sistem pertanian ini tidak bertujuan untuk memaksimalkan produksi jangka pendek, tetapi lebih pada tercapainya tingkat produksi yang stabil dan mencukupi untuk jangka panjang. Sistem ini juga bertujuan untuk mempertahankan atau apabila mungkin untuk memperbaiki sumberdaya alam dan memanfaatkan proses-proses alamiah secara maksimal.

Sistem ini memadukan pengetahuan dan teknik pertanian tradisional yang terbaik, pertanian yang akrab lingkungan, teknik-teknik dan ilmu pengetahuan konvensional, serta pendekatan-pendekatan baru sejalan perkembangan ilmu pengetahuan (seperti pendekatan sistem, agroekologi, dan bioteknologi).

Dengan mengingat kemampuan ganda yang dimiliki oleh komponen organik tanah maka kiranya sangat prospektif bahwa lambat laun bahan organik dan jasad renik tanah menjadi anasir utama dalam pengelolaan tanah yang ramah lingkungan.

Verma, 1991; Juwarkar et al., 1991), Bhutan (Norbu, 1991), Indonesia (Sudjadi, 1991), Malaysia (Zakaria & Bakar, 1991), Philipina (Valentin, 1991), Sri Lanka (Gunasena, 1991), Thailand (Boonkerd et al., 1991), Vietnam (Thai & duc Loan, 1991), Nepal (Joshy, 1991), dan Pakistan (Salim, 1991), sesuai laporan RAPA (1991).

Secara umum topik penelitian yang dilakukan adalah:

1. Penggunaan secara terpadu pupuk hayati dan pupuk mineral.
2. Penggunaan secara terpadu pupuk hijau penambat nitrogen dan pupuk mineral.
3. Penggunaan secara terpadu pupuk organik dan pupuk mineral.
4. Pemanfaatan sumber-sumber bahan organik dengan berbagai proses pengolahan tanah.
5. Penggunaan bahan-bahan organik untuk perbaikan kesuburan tanah yang rusak.

Bahan organik yang digunakan sebagai masukan berbeda-beda untuk masing-masing negara, disesuaikan dengan kondisi lingkungan masing-masing. Hasil yang diperoleh dari penelitian-penelitian tersebut mampu membuktikan potensi bahan organik, pupuk organik dan pupuk hayati sangat besar untuk dikembangkan dan memenuhi tuntutan konsep pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan dan produktivitas tinggi.

Norbu (1991) melaporkan bahwa pemberian 28,33 ton/ha *Sesbania aculeata* dapat meningkatkan hasil padi sebesar 30,1 persen dari 3,5 ton/ha (kontrol) menjadi 4,56 ton/ha. Peningkatan hasil ini setara dengan pemberian 40 kg N/ha. Lebih lanjut dilaporkan bahwa hasil padi yang diperoleh dengan aplikasi *Sesbania aculeata* setara dengan pemberian pupuk N 80 kg; P 30 kg; K 30 kg.

Gaur & Verma (1991) melaporkan bahwa terjadi penurunan produksi padi setelah pengusahaan lahan selama 12 tahun. Untuk memperoleh hasil yang sama dengan hasil pada waktu lampau diperlukan pupuk sebesar 1,5 kali dosis anjuran, atau dengan menambah pupuk sesuai dosis dilengkapi dengan 10 ton/ha pupuk organik. Meskipun hasil keduanya sama, tetapi kombinasi dengan pupuk organik memberikan manfaat lebih besar, karena memiliki efek residu untuk tanaman berikutnya. Sudjadi (1991) melaporkan bahwa pengembalian jerami padi ke sawah dapat memulihkan kehilangan Si dan K. Menurut Adiningsih *cit.* Sudjadi (1991), dibutuhkan 5 ton/ha/musim jerami padi selama 4 musim tanam berturut-turut untuk dapat membantu menyembuhkan kekahatan K pada tanah.

Bahan Organik Berperan Pada Perbaikan Sifat Fisika Tanah

Agregat tanah dapat dianggap merupakan satuan dasar struktur tanah. Susunan dan ukuran agregat serta kemampuannya sangat menentukan kondisi fisika tanah yang mendukung pertumbuhan

tanaman (Quirk, 1987).

Secara teoritis, peranan bahan organik dalam pembentukan dan pemertapan agregat makro dapat terjadi melalui (de Boodt, 1978)

1. Pengikatan oleh miselia jamur
2. Pengikatan butir-butir lempung dengan gugus negatif (karboksil) senyawa organik dengan perantara caton (Ca, Mg, Fe, dan lain-lain)
3. Pengikatan butir-butir lempung melalui ikatan antara bagian-bagian positif lempung dengan gugus negatif senyawa organik yang berbentuk rantai
4. Pengikatan butir-butir lempung melalui ikatan antara bagian-bagian negatif lempung dengan gugus positif bahan organik (amine, amida, amino, NH_4^+)

Penelitian untuk mencari komponen yang paling bertanggungjawab pada agregasi dan pemertapannya juga telah dilakukan dalam rangka meningkatkan efektivitas peran bahan organik tanah sebagai pembenah struktur tanah

Menurut Quirk (1987), pembentukan agregat ditinjau dari sudut pandang fisiko-kimia melibatkan oksida hidrous Al dan Fe, $CaCO_3$, silika, dan bahan organik sebagai agen agregasi maupun pemertap struktur. Theng (1987) melaporkan agen yang bertanggungjawab dalam pemertapan agregat terutama adalah bahan-bahan organik dan dihasilkan secara biologis. Bahkan bahan organik pada umumnya ditemukan sebagai satu-satunya faktor yang paling penting yang menentukan kestabilan struktur, paling tidak pada lapisan top soil.

Dalam hubungannya dengan pembentukan dan penstabilan agregat tanah, fraksi bahan organik yang paling banyak berperan adalah humus. Pembentukan dan penstabilan agregat bertumpu pada saling tindak antara humus dan lempung maupun humus-pasir membentuk suatu kompleks (Varadachari *et al.*, 1991; Dinel *et al.*, 1991a; 1991b; Emmerson *et al.*, 1986)

Emmerson *et al.* (1986) menyatakan bahwa ada senyawa organik yang menyelaputi agregat yang bukan merupakan lemak atau lilin yang sederhana. Selaput ini tebalnya beberapa mikron. Menurut Bond *cit.* Emmerson *et al.* (1986) selaput ini dapat diokstraksi dengan natrium hidroksida/pirofosfat. Selaput ini juga merupakan suatu polisakarida ekstra molekuler (*Extra Cellulair Polysaccharides*) yang mudah terdekomposisi.

Oades (1987) menyatakan bahwa karbohidrat dapat dibuktikan paling bertanggung jawab dalam penstabilan agregat tanah, dan sekarang jelas diketahui bahwa berbagai zat perekat (*micilages*)

beraksi dalam tanah.

Lebih kurang seperempat bagian bahan organik berupa karbohidrat, dan setengah bagian dari karbohidrat ini adalah polisakarida tanaman yang terutama berupa selulosa yang tidak terlibat dalam agregasi. Sisanya adalah zat perekat yang terbentuk selama pertumbuhan akar. Sebagian besar zat perekat dihasilkan oleh jasad renik yang banyak mendapatkan gula heksosa dalam substratnya. Zat perekat mikrobiologis ini mengandung kurang lebih seimbang antara polisakarida netral, poliuronida, dan senyawa-senyawa amino. Campuran dari bahan-bahan ini membentuk zat perekat yang dengan sifat lekatnya dapat mengikat antar partikel lempung. Peran zat perekat ini banyak terlibat dalam agregat mikro yang tidak mudah terusik dengan praktik pengolahan tanah.

Pembentukan agregat tanah berkorelasi nyata ($P < 0.05$) dengan kadar asam humat. Persentase agregasi pada Regosol meningkat dengan semakin tingginya kadar asam humat dalam bahan organik tanah. Pemantapan agregat tanah dilakukan oleh polisakarida dalam fraksi berat tanah. Semakin tinggi kadar polisakarida dalam fraksi berat tanah, semakin mantap agregat tanah yang terbentuk ($r = 0,86^{**}$) (Partoyo, 1997).

Bagian lain dari bahan organik yang juga bertanggung jawab dalam pemantapan agregat adalah bahan humat polikarboksilat polifenolat (*polyphenolic polycarboxylic humic material*) yang berikatan dengan lempung melalui cation (Oades, 1987). Hal ini sejalan dengan pernyataan de Boodt (1978). Varadachari *et al.* (1991) melaporkan bahwa pengikatan lempung oleh humus melalui kation sangat dipengaruhi oleh jenis kation tertukar dan muatan kisi mineralnya. Kekuatan ikatan humus-montmorillonit melalui $Li^+ < Na^+ < Mg^{2+} < K^+ < Ca^{2+} < Al^{3+}$. Sedangkan untuk humus illite dan humus kaolinit, masing-masing berturut-turut kekuatan ikatan $Na^+ = Mg^{2+} = K^+ < Li^+ < Ba^{2+} < Ca^{2+} < Al^{3+}$, dan $Li^+ = Na^+ = K^+ = Mg^{2+} < Ba^{2+} < Ca^{2+} < Al^{3+}$.

Menurut Dinel *et al.* (1991a) komponen bahan organik tanah baik humus maupun nonhumus dapat berperan dalam pembentukan dan pemantapan agregat tanah. Humus secara langsung berkorelasi erat dengan pemantapan agregat, sedangkan komponen nonhumus berperan secara tidak langsung sebagai substrat jasad renik dan mendukung pembentukan komponen humus. Kualitas humus yang terbentuk tergantung pada kualitas fraksi nonhumus dan jenis jasad renik yang mendekomposisi. Pada penelitiannya diperoleh bahwa humus dan nonhumus (humic dan fibric) mempunyai pengaruh yang berlainan terhadap pemantapan agregat. Baik bahan humic maupun fibric dapat meningkatkan kohesi agregat karena adanya semen yang tidak larut air. Bahan fibric terutama tersusun atas polisakarida, dan

diperlukan dalam jumlah yang banyak untuk menimbulkan pengaruh positif. Bahan humic terutama terdiri dari lemak, dan pengaruhnya pada stabilitas agregat lebih ditentukan oleh lama waktu inkubasi daripada oleh jumlah bahan yang ditambahkan. Analisis juga menunjukkan bahwa bahan humic lebih efektif perannya dibanding bahan fibric dalam pemantapan agregat, meskipun bahan fibric mempunyai efek positif yang lebih besar pada daya tahan agregat terhadap kakas penghancur.

Pemberian bahan organik yang berasal dari limbah industri alkohol, yaitu slop alkohol terbukti juga meningkatkan kemantapan agregat tanah. Dengan takaran slop alkohol 108 ml/kg (setara 20 ton/ha bahan organik), perlakuan dapat meningkatkan kemantapan agregat Vertisol dari tidak mantap menjadi sangat mantap pada inkubasi selama 2 pekan, meskipun kemudian meurun lagi menjadi agak mantap pada pekan ke-4 (Partoyo, 1997).

Menurut Dinel *et al.* (1991b) komponen humic yang berupa alifatik rantai panjang (*Long-Chain Aliphatic-LCA*) memiliki sumbangan yang penting bagi peningkatan indeks kemantapan agregat. LCA mempunyai banyak gugus fungsi polar dan asam yang apabila berasosiasi dengan lempung dapat meningkatkan 3,5 - 4 kali lipat ketahanan agregat tanah terhadap daya rusak air. Pemberian bahan humic yang kaya senyawa-senyawa LCA pada tanah lempung debuun dapat meningkatkan indeks kemantapan agregat selama inkubasi 140 hari.

Partoyo (1999) melaporkan bahwa dengan metode penghambatan selektif terhadap fungsi dan bakteri pada Vertisol yang diberi bahan organik diketahui bahwa peran fungsi pada peningkatan kemantapan agregat lebih besar dibanding bakteri. Kemantapan agregat Vertisol jauh lebih baik pada perlakuan yang menyisakan fungsi dan penghambatan bakteri. Perlakuan yang menghambat fungsi dan menyisakan bakteri meningkatkan kemantapan agregat dalam jumlah yang kecil.

Perbaikan struktur tanah akan memunculkan perbaikan pula pada sifat fisika tanah lain, seperti aerasi, keterolahan tanah, dan permeabilitas tanah. Sifat-sifat yang merupakan konsekuensi dari struktur ini sangat nyata menentukan kesuburan fisik tanah. Struktur tanah yang mantap juga dapat memperkecil erosi, karena pengaruh tetes hujan terhadap perusakan agregat dan pengangkutan oleh aliran limpas menjadi kecil.

Bahan Organik Tanah Sebagai Pemasok Hara Tanaman

Bahan organik merupakan cadangan hara tanaman yang sangat potensial. Melalui degradasi dan mineralisasinya, bahan organik dapat melepaskan N, P, S, dan kemungkinan juga beberapa unsur

kelumit (*trace element*) (Greenland & Hayes, 1978). Menurut Bohn *et al.* (1985) pada tanah-tanah di daerah sedang yang tidak dipupuk, bahan organik tanah memasok hampir seluruh N, 50-60% P, 80% S, dan banyak Mo dan B bagi tanaman. Sumber utama C, N, dan S di daerah humida adalah senyawa-senyawa organik, sedangkan sumber-sumber anorganik berupa karbonat, nitrat, dan sulfat hanya nyata pada daerah yang kering.

Flaig (1974) melaporkan bahwa tanah pertanian biasanya memperoleh 50% N dari bahan organik dan 50% dari pupuk mineral. Menurutnya ada satu gatra yang merupakan nilai lebih dari pemasokan N oleh bahan organik, yaitu bahwa bahan organik tanah dapat bertindak sebagai sumber pelepas lambat N (*slow-release source of N*) bagi tanaman. Mekanisme pelepasan lambat terjadi karena kerumitan struktur ikatan N dalam bahan organik tanah. Bahan organik melepaskan N dalam bentuk NH_3 . Persenyawaan N yang terikat lemah pada bahan organik tanah akan segera terlepas, sedangkan persenyawaan yang lebih kuat akan lebih lambat terlepas, dan pelepasan yang paling lambat terjadi dari N yang terikat secara organik dalam struktur molekul bahan organik tanah. Suksesi pelepasan NH_3 ini menjadikan pelepasan N dari bahan organik tanah terkesan lambat dan terus menerus. Kondisi yang demikian justru sangat menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman.

Humus sangat kaya N karena dalam strukturnya terikat komponen asam amino. Prekursor humus berupa quinon akan menjadi senyawa humus setelah berkondensasi dengan asam amino (Stevenson, 1982). Proses kondensasi inilah yang menghasilkan warna gelap pada humus. Lebih dari 90% N dalam lapisan tanah permukaan pada sebagian besar tanah berupa bentuk organik.

Fosfor, hampir mencapai 75% total P berbentuk organik, demikian juga unsur sulfur dalam lapisan permukaan hampir seluruhnya berbentuk organik. Tanaman menyerap P dalam bentuk ion PO_4^- dan PO_4^{2-} . Bentuk-bentuk P organik seperti Inositol-P, Glukosa-P, Fosfolipid, dan asam nukleat menjadi sumber pemasok P melalui dekomposisi melalui jasad renik menjadi bentuk ion anorganik yang tersedia bagi tanaman. Pelepasan P ini juga malar karena inositol-P melepas P secara lambat, sedangkan glukosa-P, Fosfolipid, dan asam nukleat melepas P secara cepat (Stevenson, 1982).

Bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan P dalam berbagai cara. P dapat meningkat karena mineralisasi dari bahan organik yang ditambahkan, pelepasan P dari ikatan Al-P dan Fe-P karena Al dan Fe dikompleksasi oleh bahan organik, dan dengan CO_2 yang terevolusi selama dekomposisi bahan organik yang dapat melepaskan P dari ikatan Ca-P (Hesse, 1984).

Hesse (1984) juga menjelaskan bahwa bahan organik juga merupakan sumber yang baik bagi unsur mikro. Akan tetapi bahan-bahan organik tertentu ternyata dapat mengimobilisasi sejumlah besar

unsur mikro, seperti fiksasi Cu oleh gambut. Tetapi unsur-unsur lain seperti Mn, Zn, dan Fe menjadi lebih tersedia dengan pemberian bahan organik.

Sulfur, mirip kelakuannya dengan P organik dalam hal mineralisasi S-organik dari sumber organik menjadi bentuk anorganik. Sulfur diserap tanaman dalam bentuk SO_4^{2-} . Sumber S organik jauh lebih besar proporsinya dibanding S anorganik dalam memasok hara S bagi tanaman (Stevenson, 1982).

Bahan Organik Tanah Mengatur Ketersediaan Hara

Selain sebagai pemasok hara, bahan organik tanah dapat bertindak sebagai pengatur ketersediaan hara dalam larutan tanah. Ketersediaan unsur N sangat terpengaruh oleh kualitas bahan organik yang masuk ke dalam tanah. Bahan organik dengan nisbah C/N tinggi akan menyebabkan N tanah terimobilisasi, sebaliknya bahan organik dengan nisbah C/N yang rendah akan menambah N melalui mineralisasi. Bahan organik tanah dapat meningkatkan ketersediaan unsur P, terutama pada tanah-tanah yang hara P banyak tersekat baik oleh oksida dan hidroksida Al dan Fe maupun pada matriks tanah yang bermuatan positif.

Bahan organik tanah mempengaruhi nilai KPK tanah. Gugus-gugus karboksil dari polimer-polimer organik pada bahan organik tanah menyumbang muatan negatif tanah. Muatan negatif polimer organik berkisar 2,0-4,0 meq/g, sedangkan muatan negatif filosilikat berkisar 0,01-2,0 meq/g (Greenland & Hayes, 1978). Jadi meskipun kadar bahan organik tanah lapisan permukaan pada sebagian besar tanah < 10% berat, tetapi pengaruhnya pada KPK tanah sangat nyata. Menurut Stevenson (1992) KPK total humus berkisar 300-1400 meq/100g.

Pengaruh humus pada KPK tanah, terutama pada tanah yang dirajai oleh zarah bermuatan tergantung pH (*pH-dependent charge*), dapat pula terjadi secara nyata. PZC tanah tanah yang demikian sangat tinggi, sehingga memerlukan pH lingkungan yang tinggi untuk dapat memunculkan muatan negatif tanah. Bahan organik memiliki PZC yang rendah, dan dapat dipergunakan untuk menurunkan PZC tanah sehingga pada pH lingkungan bermuatan negatif. (Uehara & Gilman *cit.* van Ranst, 1993) Peranan bahan organik dalam gatra ini sangat penting artinya bagi pengelolaan tanah-tanah bermuatan tergantung-pH, terutama dapat meningkatkan KPK tanah tanpa menaikkan pH tanah sehingga tidak mengimbas kekahatan hara mikro.

Bahan organik mempunyai kemampuan membentuk khelat dengan ion-ion logam transisi, seperti Fe, Cu, Mn, dan Zn. Logam-logam transisi yang merupakan hara mikro tanaman bertindak

sebagai ion khelat membentuk ion yang mobil. Mekanisme khelasi ini sangat menguntungkan bagi ketersediaan unsur mikro pada kondisi alkalin, karena tidak terendapkan bila berbentuk khelat (Bohn *et al.*, 1985). Pada tanah masam, kejenuhan Al tinggi dan kadar Fe dan Mn aktif tinggi yang menimbulkan peracunan tanaman juga dapat ditekan oleh bahan organik (Besho & Bell, *cit.* Widada *et al.*, 1996).

Menurut Zunino & Martin (1977) bahan organik tanah mengikat ion-ion logam dari mineral menjadi bentuk terlarut dalam larutan tanah. Bahan organik tanah yang telah mengkompleks ion-ion logam ini dapat berperan sebagai cadangan (pool) kation, termasuk juga unsur-unsur mikro yang tersedia bagi sistem biologis, terutama tanaman dan jasad renik.

Kemampuan khelasi dari bahan organik tanah ini juga dapat mempercepat dekomposisi mineral. Melalui dekomposisi bahan organik, sejumlah senyawa organik dilepaskan. Kebanyakan dari senyawa tersebut, seperti asam humat dan asam fulvat, mempunyai kemampuan untuk mengkhelat ion-ion logam. Oleh karena itu mereka dapat mengkompleks Fe dan Al dari mika, feldspar, dan kaolinit atau mineral tanah lainnya, sehingga akan mempercepat dekomposisi mineral (Tan, 1975). Sebagai khelat, Al dan logam-logam lain dapat menjadi larut pada kisaran pH yang mereka tidak larut apabila dalam bentuk ion. Oleh karena itu setelah pengkhelatan ini logam-logam yang terkhelat menjadi lebih mobil.

Selain itu kehadiran bahan organik tanah juga dapat memacu pelapukan mineral melalui perannya pada peningkatan tekanan parsial CO₂ selama perombakannya (Greenland & Heyes, 1978). Peningkatan tekanan parsial CO₂ ini, apabila bereaksi dengan H₂O, mendorong akumulasi H₂CO₃ yang aktif merombak Ca-feldspar, Na-feldspar, dan K-feldspar menjadi kaolinit, dan muskovi.

Jasad Renik Tanah Memperbaiki Kesuburan Tanah

Daur hara dalam tanah sebagian melibatkan peran serta jasad renik. Telah banyak diketahui dan dibuktikan dengan memanfaatkan jasad renik sebagai pupuk hayati (*biofertilizer*), maka daur hara dapat lebih dioptimalkan sehingga lebih menguntungkan tanaman.

Simbiosis *Azolla-Anabaena* telah diyakini meningkatkan pasokan nitrogen pada sistem pertanian padi. Bahkan Subba-Rao (1982) melaporkan sumbangan ganggang hijau-biru ini dapat mencapai setara 40 kg N/ha. Selain itu cukup prospektif juga dengan dikembangkannya jasad renik penambat nitrogen nonsimbiotik seperti *Azotobacter* dan *Azospirillum*. Demikian juga penggunaan bakteri bintil akar legum, seperti *Rhizobium*, telah banyak terbukti baik dikembangkan secara luas

dengan inokulum.

Penelitian tentang jasad renik pelarut fosfat yang telah banyak dilaporkan juga menunjukkan peran yang besar dari beberapa bakteri. Pengujian kemampuan melanukan fosfat oleh *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus megatherium* di Latosol Getas, Salatiga menunjukkan bahwa dengan asam-asam organik yang dihasilkan, kedua bakteri tersebut dapat meningkatkan ketersediaan fosfat dalam tanah. Ketersediaan fosfat yang tinggi terjadi pada perlakuan pemberian kompos sampah kebun dan jerami yang diinokulasi bakteri *Bacillus megatherium*, yaitu berturut-turut 73,60 dan 71,54 ppm P (Sumarsih dan Shiddieq, 1998).

Penanaman bawang di lahan pantai di Yogyakarta menunjukkan bahwa inokulasi mikorisa arbuskular meningkatkan serapan unsur makro dan hasil umbi bawang bilamana ditambah bahan organik (Rahminarsi *et al.*, 1996). Tanaman kacang tanah yang di tanam di lahan pantai tidak memberikan tanggapan terhadap perlakuan pupuk kandang dan inokulasi vesikular arbuskular mikorisa (Ginting *et al.*, 1996).

Efektivitas mikorisa vesikular arbuskular pada tanaman sangat dipengaruhi oleh asal species mikorisa, species tanaman inang, kehadiran rhizobakteria, sifat tanah dan pengelolaan tanah (pemupukan, pengapuran, dll). Penelitian dengan tanah Podsolik dari empat lokasi di Jawa Barat masing-masing dengan pH berturut-turut 4,22; 4,25; 4,6; dan 4,83; serta kejenuhan Al 39,6; 31,57; 27,97; dan 21,45 me%, menunjukkan bahwa populasi dan keanekaragaman mikorisa vesikular arbuskular cukup bervariasi dan dipengaruhi oleh sifat tanah, lokasi, dan species tanaman inang (Widada dan Kabirun, 1997).

Sumarsih dan Suharni (1998) melaporkan bahwa pemberian bahan organik dan inokulasi *Pseudomonas* sp. berpengaruh menurunkan Al dan Fe tertukar, serta meningkatkan ketersediaan P pada Latosol. Penurunan Al tertukar terbesar mencapai kadar 0,06 me/100 g pada perlakuan pemberian daur *Gliricidia sepium* yang diinokulasi *Pseudomonas* sp. Pada semua perlakuan yang diinokulasi dengan bakteri diketahui kadar Fe tertukar menurun sampai kadar yang tak terdeteksi.

Sumarsih dan Shiddieq (1999) telah mengisolasi bakteri asal tanah yang mempunyai kemampuan melarutkan fosfat. Isolat bakteri dari Regosol Wonocatur, Yogyakarta mempunyai kemampuan tertinggi dalam melarutkan batu fosfat di dalam medium Pikovskaya cair, sebesar 77,99 ppm P/15 hari. Setelah diuji di tanah, diketahui bahwa setelah inkubasi selama 15 hari, ketersediaan fosfat yang tinggi terjadi pada Regosol yang diinokulasi isolat bakteri FAR5 (20,02 ppm P) dan pada

Latosol yang diinokulasi isolat bakteri FAL1 (23,35 ppm P).

Jasad renik lain yang juga banyak diketahui manfaatnya bagi peningkatan ketersediaan hara adalah jamur pembentuk mikoriza. Prasetya *et al.* (1997) melaporkan bahwa simbiosis jamur pembentuk mikoriza dan tanaman jagung pada Ultisol sangat terpengaruh oleh pemberian bahan organik yang dikombinasikan dengan batu fosfat. Kombinasi bahan organik 10 ton/ha dan batu fosfat 9 ton/ha menghasilkan infeksi MVA tertinggi (55,25%), spora terbanyak (10 spora/100 g tanah), dan serapan P tajak tertinggi (3,99 g P/pot).

Widada *et al.* (1996) melaporkan bahwa penambahan bahan organik secara umum meningkatkan infeksi akar oleh jamur mikoriza arbuskular, akan tetapi pemberian bahan organik yang diletakkan pada lobang tanam dapat meningkatkan infeksi yang lebih besar dibanding pemberian bahan organik dicampurkan merata ke seluruh tanah dalam pot. Hal ini berlaku untuk bahan organik legum, tetapi hal sebaliknya terjadi pada pemberian jerami. Pemberian bahan organik dan inokulasi jamur mikoriza arbuskular dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, serapan hara N dan P, serta hasil panen kedelai di tanah Ultisol.

Kombinasi antara dua galur *Azotobacter chroococcum* yaitu Asp-6 dan Abr-17 dan dua galur *Pseudomonas cepacia*, yaitu Psp-4 dan Pbr-20 menunjukkan bahwa pada tanah nonsteril kombinasi Psp-4 dan Abr-17 meningkatkan serapan P. Kombinasi Psp-4 dan Asp-6 menunjukkan serapan K tertinggi, sedang ditemukan interaksi antagonistik antara Pbr-20 dan Asp-6 (Widyastuti *et al.*, 1997).

TANTANGAN PENGEMBANGAN DAN PENERAPAN BAHAN ORGANIK, PUPUK ORGANIK, DAN PUPUK HAYATI

Salah satu sifat dari teknologi penerapan bahan organik, pupuk organik, dan pupuk hayati adalah spesifik lokasi. Banyak penelitian yang telah dilakukan bahkan telah menghasilkan suatu teknologi, akan tetapi seringkali masih dijumpai keterbatasan dalam hal efektivitas dan efisiensi saat diterapkan. Sebagai contoh, pupuk organik selalu berkonotasi dengan dosis yang besar yang tampaknya tidak praktis, tidak efektif, dan tidak efisien.

Memang sifat dari penggunaan bahan dan pupuk organik adalah ruah (*bulky*), yang berarti bahwa diperlukan jumlah yang banyak untuk memperoleh perubahan yang bermakna bagi perbaikan sifat tanah. Penemuan teknik-teknik pengomposan yang baik merupakan salah satu penyelesaian untuk menjawab tantangan ini.

Demikian pula pupuk hayati yang telah diintroduksi juga seringkali masih terhambat pada

kondisi lingkungan yang tidak sesuai dengan kebutuhan jasad dalam pupuk hayati tersebut. Dari segi pembuatannya, masih perlu banyak dicari strain-strain jasad renik yang unggul yang dapat diharapkan perannya secara efektif di tanah. Selanjutnya strain yang unggul tersebut harus dapat disebarluaskan sampai ke petani dengan aman tanpa mengalami penurunan mutu. Berkaitan dengan ini masih harus dicari bahan dan cara yang sesuai untuk digunakan sebagai bahan pembawa (*carrier*) jasad renik dalam masing-masing pupuk hayati agar dapat diproduksi dan disebarluaskan secara massal.

STRATEGI PENGEMBANGAN DAN PENERAPAN PENGELOLAAN TANAH RAMAH LINGKUNGAN

1. Pengelolaan tanah harus berbasis pada agroekosistem

Salah satu ciri khusus pengelolaan tanah ramah lingkungan yang berbeda dengan sistem konvensional adalah bahwa penerapan sistem ini bersifat spesifik-loka (*site specific*). Hal ini dapat dipahami karena sistem ini dikembangkan dengan kerangka ekosistem. Pengalaman di suatu tempat tidak dapat dipergunakan sebagai jawaban yang siap pakai untuk mengatasi masalah di tempat lain. akan tetapi dapat dipergunakan sebagai petunjuk prinsip-prinsip teknis yang mungkin dilakukan.

Sifat spesifik lokasi menghendaki perencanaan dan operasionalisasi pengelolaan tanah di tingkat petani/kebun atau perkebunan harus berorientasi pada agroekosistem. Pengelolaan tanah berorientasi pada agroekosistem harus mempertimbangkan kondisi spesifik lokasi seperti jenis tanah, sifat kimia tanah (pH, bahan organik, ketersediaan hara, kejenuhan Al, Fe, dan Na, dll), sifat fisika tanah (tekstur tanah, BV, dan porositas, kemampuan agregat, lengas tanah, dan kemampuan mengikat air), sifat biologi tanah (jasad renik yang bermanfaat bagi pertanian dan yang patogenik), jeluk tanah, keadaan iklim makro dan mikro, maupun sistem budidaya.

Untuk mendapatkan data sumberdaya tanah seperti tersebut, perlu diadakan pemetaan tanah sangat detail dengan skala 1:1.000 - 1:10.000, seperti yang telah dilaksanakan oleh Stasiun Penelitian Tanah dan Agroklimat, Yogyakarta di daerah Sleman (Pemetaan Tanah di Daerah Penelitian Mikro DAS Strunen, Giagaharjo, Cangkringan dengan skala 1:2.500, pada tahun 1994). Daerah lain seperti Kulonprogo (Daerah Mikro DAS Banjarharjo, dengan skala 1:1.000), daerah Selopamioro, Imogiri, Bantul dengan skala 1:1.000), daerah Gunungkidul (Umbulejo, Ponjong dengan skala 1:5.000) Meskipun luas areal yang telah dipetakan dengan skala detail untuk seluruh areal di Indonesia masih kurang dari 0,5 %, tetapi pemetaan ini telah dimulai.

Dengan demikian perlu dikembangkan teknologi pengelolaan tanah spesifik lokasi/agroekosistem yang secara teknis, ekonomis, dan sosial budaya dapat diterima petani. Hal ini akan mungkin terwujud dengan baik apabila peran masyarakat dan kewenangan Pemerintah Daerah lebih menonjol (UU No. 22/1999).

2. Pengembangan teknologi terapan untuk memenuhi kebutuhan praktek pengelolaan tanah

Sudah sangat banyak penelitian yang dilakukan dalam obyek kajian bahan organik, pupuk organik, maupun pupuk hayati untuk peningkatan produksi tanaman. Akan tetapi masih sedikit hasil penelitian tersebut yang siap menjadi teknologi untuk direkomendasikan kepada petani di lapangan. Petani pun memerlukan bukti agar teknologi yang kita perkenalkan dapat mereka terima dan lakukan.

Salah satu strategi yang diusulkan untuk memecahkan persoalan ini adalah perlunya dibangun jaringan informasi yang mengkoordinir penelitian secara terpadu untuk bidang kajian serupa. Dengan demikian dapat diharapkan untuk menghasilkan teknologi yang lebih produktif tanpa banyak celah (*gap*) atau sebaliknya yaitu duplikasi yang menghambat proses pembentukan teknologi yang diinginkan.

Di Indonesia juga sudah terdapat lembaga yang dapat diharapkan sebagai pelaksana maupun koordinator dalam bidang kegiatan ini. Pengembangan pupuk hayati hingga menjadi suatu teknologi dapat dilakukan misalnya oleh lembaga-lembaga yang tergabung dalam Konsorsium Bioteknologi maupun Perguruan Tinggi yang tersebar di seluruh Indonesia. Penelitian dan pengembangan akan lebih produktif lagi apabila dilakukan secara paralel dalam wilayah yang berbeda sesuai lokasi, sumberdaya manusia, dan peralatan yang dimiliki oleh lembaga di lokasi masing-masing.

PENUTUP

Pemanfaatan bahan organik dan jasad renik tanah (*j.r.t*) sebagai anasir utama dalam pengelolaan tanah yang ramah lingkungan berbasis pada sumberdaya lahan yang sesuai dalam agroekosistem masih perlu penelitian yang lebih detail lagi, terutama untuk memperoleh strain/galur unggul *j.r.t.* yang digunakan sebagai pupuk hayati (*biofertilizer*). Kombinasi yang tepat antara takaran pupuk hayati, pupuk organik, dan pupuk anorganik dalam pengelolaan hara terpadu untuk memperoleh produksi tanaman yang optimal, juga masih memerlukan penelitian yang lebih dalam lagi. Dalam pengembangannya perlu memanfaatkan lembaga-lembaga penelitian bioteknologi, perguruan tinggi, dan Balai-balai penelitian yang telah melaksanakan penelitian dan uji coba pupuk hayati dan pupuk organik

perlu membentuk jaringan informasi dari hasil yang telah dicapai.

Pengelolaan tanah yang berorientasi pada zona agroekosistem perlu support hasil-hasil survei/pencelitian dari disiplin ilmu lainnya seperti klasifikasi dan pemetaan tanah, iklim makro dan mikro, agronomi, dan ilmu sosial, ekonomi dan budaya pedesaan. Keadaan ini akan terrealisir dengan baik apabila peran masyarakat dan pemerintah daerah menonjol dalam merencanakan dan melaksanakannya atau teralisirnya dengan baik undang-undang No. 22/1999.

DAFTAR PUSTAKA

- Bohn, H.L., B.L. McNeal, and G.A. O'Connor. 1985. *Soil Chemistry*. 2nd ed. John Wiley & Sons. New York. xiv+341p.
- De Boodt. 1978. *Soil Physics*. Rijkuniversiteit Gent. 98p.
- Dent, F.J. dan S. Gangwani, 1995. *Progress and Problems in the Extension of Integrated Plant Nutrition System (IPNS) at Farm Level in Asia*. Sri Lanka.
- Dinel, H., G.R. Mehuys, and M. Levesque. 1991a. Influence of Humic and Fibric Materials on The Aggregation and Aggregates Stability of a Lacustrine Silty Clay. *Soil Sci.* 151(2). 228-239.
- Emmerson, W.W., R.C. Foster, and J.M. Oades. 1986. Organo-Mineral Complexes in Relation to Soil Agregation and Structure. *Dalam*: Huang, P.M. and M. Schmitzer. (eds.) 1986. *Interaction of Soil Minerals with Natural Organics and Microbes*. SSSA Special Publication No. 17. pp. 521-548.
- Flaig, W. 1974. Soil Organic Matter as A Slow-Release Source of Nitrogen for Plant. *Chemical and Engineering News*. pp: 25-35.
- Ginting, C., Tohari, dan D. Shiddiq, 1996. *Tanggapan Kacang Tanah terhadap Takaran Pupuk Kandang dan Inokulan VAM di Lahan Pasir Pantai*. Tesis S2 Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Unpublished.
- Greenland, D.J., and M.H.B. Hayes. (eds.) 1978. *The Chemistry of Soil Constituents*. John Wiley and Sons. New York.
- Hesse, P.L. 1984. *Potential of Organic Materials for Soil Improvement Dalam: Soil Organic Matter and Rice*. IRRRI. Philippines. pp: 37-43.
- Joetono, 1990. *Kesehatan Tanah sebagai Asas Konservasi Tanah ("Suatu Kejian Penerapan Bioteknologi Tanah")*. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Mikrobiologi pada Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. 19 hal.

- Oades, J.M. 1987. *Aggregation in Soil. Dalam: Rengasamy, P. (ed.) 1987. Soil Structure and Aggregate Stability. Conference Proceeding No. 12. April. Australia.* pp: 74-101.
- Parr, J.F., R.I. Papendick, I.G. Young, dan R.E. Meyer, 1990. *Sustainable Agriculture in the United States. Dalam: Edwards, C.A., R. Lal, P. Madden, R.H. Miller, dan G. House (eds.) 1990. Sustainable Agricultural System. Soil and Water Conservation Society. USA.*
- Partoyo (1999) Peran Fungsi dan Bakteri Pada Agregasi dan Pemantapan Agregat Vertisol. *AGRITET Vol. III No.1* (In printing).
- Partoyo, Joetono, dan S. Hastuti (1997). *Komponen Bahan Organik Tanah yang Berperan pada Perbaikan Struktur Tanah Regosol.* Tesis S2 Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Partoyo, Joetono, dan M. Drajad, 1997. *Perbaikan Sifat Fisika Tanah Vertisol Menggunakan Slop Alkohol dari Tetes.* Laporan Penelitian UPN "Veteran" Yogyakarta. x+50.
- Prasetya, B. Joetono, dan D. Shiddiq, 1997. *Perimbangan Pemberian Bahan Organik dan Batu Fosfat untuk Peningkatan Simbiosis Jamur Pembentuk Mikoriza dengan Tanaman Inang Jagung pada Tanah Ultisol.* Tesis S2 Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Quirck, J.P. 1987. *The Physical and Chemical Basis for The Management of Soil Structure of Red Brown Earth Soil. Dalam: Rengasamy, P. (ed.) 1987. Soil Structure and Aggregate Stability. Conference Proceeding No. 12. April. Australia.* pp: 2-31.
- RAPA, 1991. Asian Experiences in Integrated Plant Nutrition. *RAPA Report No. 7.*
- RAP. 1996. Organic Recycling in Asia and The Pacific. *RAP Bulletin Vol. : 12.*
- Reijntjes, C., B. Haverkort, dan A. Water-bayer, 1992. *Farming for the Future. An Introduction to Low-External-Input and Sustainable Agriculture.* ILEIA Netherland.
- Rokhimarsi, E., Tohani, dan Soenoeadji, 1996. *Serapan Unsur Hara Makro, Pertumbuhan, dan Hasil Bawang pada Lahan Pantai dengan Inokulasi Mikoriza Arbuskular dan Pupuk Kandang.* Tesis S2 Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Unpublished.
- Roy, R.N., 1984. *Fertilizer and Plant Nutrition Guide.* FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin No. 9. Roma.
- Sadiq, S, 1996. *Pertanian Berkelanjutan di Abad 21, Paradigma, Dilema, dan Problema. Makalah Seminar Nasional Paradigma Dasar dan Inovasi Iptek Menyongsong Pertanian Abad Ke-21.* Yogyakarta.
- Shiddiq, D., 1996. *Management Plan Kesatuan Pemangkuan Hutan KPHP dalam Lokakarya.* Unpublish. Jakarta.
- Sofyan, A., S. Adimingsih, Diah S., Timi P., S. Rochayati, Dedi N., dan Herjadi, 1997. *Perkembangan dan Prospek Pengelolaan Hara Terpadu di Indonesia.* Prosiding HITI. Jakarta.
- Stevenson, F.J. 1982. *Humus Chemistry.* John Wiley & Sons. Canada. xiii+443p.
- Subba Rao, N.S. 1982. *Biofertilizer in Agriculture.* Oxford & IBH Pub. Co. India ix+183.
- Sutanto, R., 1996. *Gatra Tanah Pertanian Akrah Lingkungan dalam Menyongsong Pertanian Masa Depan.* Makalah disampaikan dalam Seminar Dies Natalis Ke-50 Fakultas Pertanian UGM, 29 Mei 1996. Yogyakarta.
- Sumarsih, S dan D. Shiddiq, 1998. *Pengaruh Pemberian Bahan Organik dan Bakteri Penghasil Asam Organik terhadap Ketersediaan Fosfat pada Latosol.* Laporan Penelitian. UPN "Veteran" Yogyakarta. viix+47.
- Sumarsih, S dan D. Shiddiq, 1999. *Pelarutan Batu Fosfat Oleh Isolat Bakteri dari Beberapa Jenis Tanah.* Laporan Penelitian. UPN "Veteran" Yogyakarta. viix+48.
- Sumarsih, S dan T. Suhani, 1998. *Pengaruh Pemberian Bahan Organik dan Pseudomonas Penghasil Asam Organik terhadap Tahana Al, Fe, serta P pada Tanah Latosol.* Laporan Penelitian. UPN "Veteran" Yogyakarta. ix+62 hal.
- Tan, K.H. 1975. The Catalytic Decomposition of Clay Minerals by Complex Reaction with Humic and Fulvic Acid. *Soil Sci. 120(3): 188-194.*
- Theng, B.K.G. 1987. Clay-Humic Interaction and Soil Aggregate Stability. *dalam: Rengasamy, P. (ed.) 1987. Soil Structure and Aggregate Stability. Conference Proceeding. No. 12. April. Australia.* pp: 32-73.
- Timonin, M.I. 1965. Interaction of Higher Plant and Soil Microorganism. *dalam: Gilmour, C.M. and O.N. Allen (eds.) 1965. Microbiology and Soil Fertility.* Oregon State University Press. pp: 135-158.
- Untung, K., 1996. *Pertanian Berkelanjutan sebagai Paradigma Alternatif. Makalah Seminar Nasional Paradigma Dasar dan Inovasi Iptek Menyongsong Pertanian Abad Ke-21.* Yogyakarta.
- Van Ranst, E., 1993. *Managing Soils of The Humic Tropics as Related to Their Mineralogical Properties.* Fac. of Agric. Gadjah Mada University Yogyakarta. 89p.
- Varadachari, C., A.H. Mondal, and K. Gosh. 1991. Some Aspects of Clay-Humus Complexation: Effect of Exchangeable Cations and Lattice Charge. *Soil Sci. 151(3):220-227.*
- Widada, J., B. Radjaguguk, dan J. Soedarsono, 1996. *Pengaruh Macam dan Cara Penempatan Bahan Organik terhadap Kinerja Jamur Mikoriza Arbuskular pada Tanaman Kedelai di Tanah Ultisol.* Tesis S2 Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

PENATAAN RUANG DAN PENATAGUNAAN TANAH

Oleh:

Maryudi Sastrowiharjo

Asisten Menteri Negara Agraris Bidang Tata Agraria, selaku Ketua Divisi Tata Ruang dan Tata Guna Tanah DPP HITI Tahun 1994 - 1999.

ABSTRAK

Pengertian penataan ruang dan penatagunaan tanah di berbagai negara merupakan barang yang sama. Di Indonesia substansi ini dibedakan. Kondisi ini menyebabkan rincian penjabaran teknisnya menjadi berbeda pula serta pengaturan dan penyelenggaraannya dan segi kewenangan pengelolannya menjadi rancu. Pendekatan yang dipergunakan selama ini nampaknya juga sering kurang memperhatikan fakta lapangan, sehingga peta rencana alokasi tanah menjadi kurang representatif. Di samping substansi yang belum sesuai dengan kaidah-kaidah perencanaan, di dalam praktek sering terjadi inkonsistensi. Sementara itu landasan yang diterbitkan, termasuk perundang-undangan penataan ruang masih belum banyak yang diterbitkan, termasuk penatagunaan tanah. Masih diperlukan banyak upaya untuk penyempurnaan penataan ruang agar supaya tanah/ruang dimanfaatkan seoptimal mungkin dalam kerangka keadilan dalam penggunaan tanah dan terlaksananya pembangunan yang berkesinambungan.

1. KONDISI DAN MASALAH PENATAGUNAAN TANAH

Penatagunaan tanah dalam Penjelasan pasal 16 UUU Penataan Ruang meliputi penggunaan, penggunaan, dan pemanfaatan tanah. Pengertian penggunaan tanah termasuk di dalamnya pemilikan tanah, sedangkan pengertian penggunaan tanah termasuk di dalamnya: peruntukan, persediaan, penggunaan, dan pemeliharaan tanah. Dalam pengertian pemanfaatan tanah terkandung pengertian bahwa penggunaan dan penatagunaan tanah secara bersama-sama atau secara terpisah dapat memberikan manfaat dan hasil yang optimal kepada subyek hak atas tanah dan masyarakat pada umumnya.

Kondisi dan masalah tata ruang, khususnya penggunaan, penggunaan, dan pemanfaatan tanah di Indonesia yang akan ditata kembali melalui penataan ruang adalah sebagai berikut:

1. Status Rencana Tata Ruang Wilayah di seluruh Indonesia sebagian besar sudah dalam proses penyusunan atau sudah diperdakan atau sudah disahkan. Kualitas rencana tata ruang wilayah (RTRW) kebanyakan masih belum representatif, dan bahkan ada yang secara teknis fatal, misalnya ada ibu kota kabupaten yang diperuntukkan sebagai kawasan pertanian lahan basah atau ibu kota provinsi yang diperuntukkan sebagai kawasan pertanian tanaman semusim lahan kering. Di lain pihak banyak sawah yang subur dan berrigasi teknis yang

Widada, J. dan S. Kabinun, 1997. *Peranan Mikorisa Vesikular Arbuskular dalam Pengelolaan Tanah Mineral Masam Tropika*. Laporan Penelitian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Unpublished.

Widyastuti, R., D.A. Andreas, dan I. Anas, 1997. *Interaksi antara Azotobacter Penambat Nitrogen dan Pseudomonas Pelarut Fosfat serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Jagung*. Prosiding Kongres VI HITI, Jakarta.

Zunino, H. and J.P. Martin 1977. *Metal-Binding Organic Macromolecule in Soil. I. Hypothesis Interpreting The Role of Soil Organic Matter in The Translocation of Metal Ions from Rocks to Biological Systems*. *Soil Sci.* 123(2):65-76.