

Prof.Dr.Ir.Hermansah,MS.MSc.

# MASA DEPAN ILMU TANAH



Editor  
Ir. Sabarudin, MSc,Ph.D

# MASA DEPAN ILMU TANAH

**Prof.Dr.Ir.Hermansah,MS.MSc.**

**Editor**

**Ir. Sabarudin, MSc,Ph.D**



# MASA DEPAN ILMU TANAH

- Penulis** : Prof.Dr.Ir.Hermansah,MS.MSc.  
**Editor** : Ir. Sabarudin, MSc,Ph.D  
**Desain Sampul** : Syamsul Hidayat  
**Tata Letak** : Syamsul Hidayat  
Ikhsanul Anwar  
**ISBN** : 978-623-6234-70-9  
**Ukuran Buku** : 15,5 x 23 cm  
**Tahun Terbit** : 2022  
**Cetakan** : Pertama  
**Anggota** : *Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia (APPTI)*

**Dicetak dan diterbitkan oleh :**

*Andalas University Press  
Jl. Situjuh No. 1, Padang 25129  
Telp/Faks. : 0751-27066  
email : cebitunand@gmail.com*

**Hak Cipta Pada Penulis © 2022**

**Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.**

*Dilarang mengutip atau memperbanyak sebahagian atau seluruh*

“

***Buku ini diterbitkan dalam rangka pengadaan buku untuk memberikan pencerahan dan motifasi kepada mahasiswa Fakultas Pertanian dan mahasiswa Ilmu Tanah khususnya tentang ruang lingkup dan perkembangan ilmu tanah dari berbagai perspektif para ilmuwan terkemuka di bidang ilmu tanah di dunia***

“

## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**Diterjemahkan oleh**

**Prof.Dr.Ir.Hermansah,MS,MSc.**

**Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas**

**Original Edition The Future of Soil Science Edited by Alfred E.  
Hartemink**

**ISRIC- World Soil Information**

Ilmu Tanah berubah dalam dekade terakhir. Buku ini berisi pandangan dari 55 ilmuwan tanah dari 28 negara pada masa depan Ilmu Tanah dari Finlandia sampai Afrika selatan, dari Kanada sampai Ghana, Malaysia dan China. Buku ini adalah *palet* pendapat dan pandangan yang mencerminkan keragaman besar tetapi juga beberapa kesamaan. Ini memberikan rincian tentang apa yang harus dipelajari tentang interaksi antara ilmu tanah dan pertanian, politik dan ilmu-ilmu lainnya. Buku ini adalah bacaan wajib bagi siapa saja yang tertarik dalam ilmu tanah dan arah masa depan ilmu tanah.

## **KATA PENGANTAR**

Untuk setiap disiplin ilmu baik untuk melihat kebelakang dan melihat apa yang telah dicapai, bagaimana hal itu dilakukan dan hal apa yang dapat dipelajari dari masa lalu. Tidak diragukan lagi bahwa aktivitas terhormat, tapi itu tidak akan menghasilkan terobosan ilmiah. Jika ingin bertahan dalam bisnis sebagai ilmuwan itu lebih sehat untuk melihat ke depan. Ilmuwan tanah telah berusaha untuk melihat kembali serta ke depan. Kebanyakan ilmuwan tanah tidak sejarawan akurat dan profesional. Tidak mengherankan pada buku ini para ilmuwan tidak begitu melihat ke belakang mungkin harus diserahkan kepada orang-orang yang dapat membedakan tren yang signifikan dari praduga individu.

Buku ini menyajikan pandangan masa depan ilmu tanah. Pergeseran fokus penelitian, perguruan tinggi dan dukungan pemerintah untuk ilmu pengetahuan telah menyebabkan penurunan jumlah ilmuwan tanah dan ilmu tanah, tetapi juga, menawarkan banyak peluang baru. Itu terjadi di banyak bagian dunia, meskipun tidak sama besarnya. Perubahan belum berhenti, lebih dalam dan panjang perjalanan. Mengabaikan perubahan ini akan menjadi bijaksana. Dalam dekade terakhir telah terbit beberapa makalah tentang peran dan masa depan ilmu tanah di dunia yang cepat berubah. Sebagian dari makalah ini memiliki perspektif individu pada topik tertentu, negara, atau masalah yang dihadapi ilmu tanah atau sekelompok ilmuwan tanah. Sebuah makalah singkat tapi jauh dari lengkap, analisis dari beberapa makalah utama berfokus pada identitas ilmu tanah, pendanaan, arah untuk masa depan ilmu tanah di berbagai negara dan penelitian ilmu tanah pada aspek lingkungan dan aspek pertanian. Pertama, ada lebih dari beberapa tulisan yang pertanyaan adalah apa itu tanah dan bagaimana identitas disiplin ilmu tanah berkaitan dengan subjek penelitian dan ilmu-ilmu lainnya termasuk ilmu dasar dan terapan (Seperti Gardner, 1991; Hudson, 1992; Jacob and Nordt, 1991; Leeper, 1965; Ruellan, 1997; Wild, 1989). Ada juga tradisi yang membahas isu-isu pedologi vs ilmu tanah dalam kaitannya dengan identitas ilmu tanah (Churchward, 1988; Danies, 1988; Dobrovolskii, 1999; Miller, 1993; Stephens, 1954; Vance 1998). Dimulai pada tahun 1980, beberapa makalah telah berkaitan dengan pergeseran fokus dalam ilmu tanah dari pertanian ke aspek lingkungan yang lebih luas

(Gardner, 1993;Greenland, 1991:Hillel, 1993: Menzel, 1991;Tinker, 1985: Warkemin, 1994). Meskipun pentingnya pendanaan eksternal sebagai akibat dari penarikan dukungan pemerintah, beberapa dokumen hanya berfokus pada pendanaan dari ilmu tanah (Mermut and Eswaran, 1997; Satchell, 1992; Stephens, 2003) meskipun pendanaan dan tren masa depan ilmu tanah juga diuat di beberapa tulisan lain (Bouma, 1997;Hartemink, 2001 Nielsen, 1987; Ruellan et al, 1997).

Ada juga berbagai contoh dari beberapa negara misalnya Rusia (Dobrovolskii, 2001), New Zealand (Cameron, 1994; Clothier, 2004), United Kingdom (Greenwood, 2004) dan ada bebrapa sudut pandang yang lebih umum untuk daerah tropik (Lal, 2000; Sanchez, 1994; Theng, 1991).

Dalam 20 tahun terakhir ada saran untuk tipe baru ilmuwan tanah (Warkentin, 1999), Ilmu tanah jenis baru yang holistik (Bridges and Catizzone, 1996), bagian dari jaringan masyarakat (Bouma, 2001), diarahkan untuk pendekatan perawatan tanah (Yaalon, 1996 ) atau dalam hubungan lebih dekat dengan masyarakat (McCracken, 1987:Simonson, 1991; Yaalon dan Arnold, 2000).

Makalah ini telah banyak membaca (jarang dikutip) dan mengandung kadang-kadang bertentangan pandangan dan ide-ide tentang masa depan ilmu tanah, beberapa yakin pada masa depan sedangkan saat lain keluar tampilan yang cukup negatif. Dalam rangka untuk mengaktualisasikan pandangan tentang masa depan ilmu tanah, saya mengajak rekan-rekan 98 orang di seluruh dunia untuk menulis ide-ide mereka sekitar 1000 kata. Saya merasa bahwa dokumen yang diperlukan untuk memberi masukan pembahasan pesimis (pedologi sudah mati dan dimakamkan) dan optimis (masa depan untuk ilmu tanah lebih cerah dari sebelumnya) dan itu juga dijadikan latar belakang untuk WCSS 18 di Philadlphia, USA. Rekan-rekan di semua benua dan dengan latar belakang yang berbeda dihubungi ; beberapa masih muda, ada yang tua, beberapa bekerja dalam ilmu terapan tanah, ang lain melakukan pekerjaan yang lebih mendasar. lebih dari setengah merespon dan beberapa kontribusi yang tidak cocok. Butuh lebih dari 650 pesan e-mail dan beberapa tebas bakar editing untuk mendapatkan buku ini yang memberikan pandangan dari 55 ilmuwan tanah dari 28 negara. Ada beberapa ketidakseimbangan dalam distribusi geografis, dari beberapa negara semua permintaan menghasilkan pandangan terhadap diterbitkan pada masa depan

ilmu tanah, sedangkan penulis dari beberapa negara ada yang tidak pernah menjawab atau tidak memberikan. Itu disesalkan, tapi mari kita asumsikan mereka memiliki hal-hal yang lebih penting untuk dilakukan daripada untuk merenungkan tentang masa depan ilmu tanah, dan bahwa pandangan abesent mereka tidak diabaikan dalam kontribusi lain.

Saya berterima kasih kepada semua penulis atas kontribusi yang paling menarik dan pengiriman atikel tepat waktu. Dr David Dent of ISRIC-World Soil Information terinaksih telah melakukan editing dari pendahuluan buku ini, epilog dan kontribusi saya sendiri (ditulis sebelum saya membaca semua orang lain).

Saya percaya buku ini akan melayani tujuan: bahwa itu akan dibaca, tetapi yang lebih penting. Saya berharap ini akan menstimulasi beberapa pemikiran. Dengan sedikit keberuntungan buku ini mendorong kedua, sebuah jika tidak mencoba Rodin berpose tapi jangan menatap terlalu lama

Alfred Hartemink  
Deputy Secretary General IUSS



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	ix
Masa Depan Ilmu Tanah oleh Anderson Darwin (Canada)	1
Masa Depan Ilmu Tanah oleh Arnalds Olafur (Iceland)	5
Masa Depan Ilmu Tanah oleh Arnold Dick (USA)	9
Visi Untuk Masa Depan Ilmu Tanah oleh Baveye Philippe (USA)	13
Masa Depan Ilmu Tanah oleh Bekunda, Mateete (Uganda)	17
Masa Depan Ilmu Tanah oleh Blum, Winfried (Austria)	21
Masa Depan Ilmu Tanah oleh Borggaard, Ole (Denmark)	25
Masa Depan Ilmu Tanah oleh Bouma, Johan (Netherlands)	29
Masa Depan Ilmu Tanah oleh Breuning, Madsen Henrik (Denmark)	33
Lingkungan dan Penggunaan Tanah dan Impikasinya terhadap Sosial Ekonomi oleh Burghardt, Wolfgang (Germany)	37
Masa Depan Ilmu Tanah Dari perspektif Negara Berkembang oleh Coughlan, Kep (Cambodia)	41
Masa Depan Ilmu Tanah Visi dari Eropa oleh Dobos, Endre (Hungary)	45
Ilmu Tanah, Lingkungan Global dan Kesejahteraan Manusia oleh Dumanski, Julian (Canada)	49
Masa Depan Ilmu Tanah oleh Eswaran, Hari (USA)	53
Masa Depan Ilmu Tanah oleh Fowler, Richard (South Africa)	57
Masa Depan Ilmu Tanah oleh Frossard, Emmanuel (Switzerland)	61
Masa Depan Ilmu Tanah oleh Gachene, C (Kenya)	65
Masa Depan Ilmu Tanah oleh Grunwald, Sabine (USA)	67
Masa Depan Ilmu Tanah oleh Hartemink, Alfred (Netherland)	71
Masa Depan Ilmu Tanah oleh Hartmann, Christian (France)	75

Masa Depan Ilmu Tanah oleh Ibanez, Juan Jose (Spain)	79
Masa Depan Ilmu Tanah dari Perspektif Canada Oleh Kalra Yash (Canada)	83
Kapur, Selim (Turkey) Pedologi dalam interdisiplin studi	85
King, Dominique (France) Penelitian untuk pengelolaan tanah secara berkelanjutan	87
Kirk, Guy (United Kingdom) Pandangan tentang masa depan ilmu tanah	91
Kirkham, Mary Beth (USA) Masa depan ilmu tanah	93
Lal, Rattan (USA) Ilmu tanah dalam era ekonomi hidrogen dan 10 miliar Penduduk dunia	95
Lin, Henry (USA) Klarifikasi persepsi yang salah dan kontribusi yang tajam	97
Makeschin, Franz (German) Orientasi masa depan ilmu tanah	99
Mbratney, Alex (Australia) Renungan tentang masa depan ilmu	101
McKenzie, Neil (Australia) Pandangan para ahli pedologi tentang masa depan ilmu tanah	103
Mermut. Ahmet (Canada) Masa depan ilmu tanah	105
Minhas, P.S. (India) Masa depan ilmu tanah	107
Nieder, Rolf (German) Masa depan ilmu tanah	109
Noble, Andrew (Malaysia) Tantangan pemamfaatan sumber daya tanah dan air	111
Nortcliff, Stephen (United Kingdom) Ilmu tanah pada abad ke 21	113
Petersen, Gary (USA) Ilmu tanah dari berbagai skala dan peluang	117
Pla Sentis, Ildefonso (Spain) Masa depan ilmu tanah	121
Powlson, David (United Kingdom) Masa depan ilmu tanah merupakan isu yang besar	123
Rao, D.L.N. (India) Menjaga ekosistem tanah ke depan	125
Rashid, Abdul (Pakistan) Masa depan ilmu tanah pada negara-negara yang belum berkembang	127

---

Ryan, John (Syria) Ilmu tanah dipersimpangan jalan	129
Samra, J.S. (India). Masa depan Ilmu Tanah	133
Shi, Xuezheng (China) Antropogenic ilmu tanah di gerakkan oleh kebutuhan sosial	137
Sparks, Don (USA) Masa depan ilmu tanah...	139
Swift, Roger (Australia) Masa depan ilmu tanah	141
Targulian, Victor (Rusia) <b>Cakupan pedologi</b>	143
Thiombiano, Lamourdia (Ghana) Masa depan ilmu tanah	145
Van, Meirvenn, Marc (Belgium) Masa transisi inventarisasi tanah dari kecil ke banyak geo-data	147
Varrallyay, Gyorgy (Hungary) Ide-ide tentang masa depan ilmu tanah	149
Weber, Jerzy (Poland) Ilmu tanah kedepan sebagai salah satu Geoscience	151
Wessolek, Gerd (Germany) Beberapa pemikiran tentang masa depan ilmu tanah	153
Yli, Halla, Markku (Finland) Ilmu tanah ke depan	155
Zhang, Fusuo (China) Proses-proses biologi di daerah perakaran, batas ilmu tanah kedepan.	157
Zhou, Jianmin (China) Masa dean ilmu tanah	159
Epilogue	161
Daftar Pustaka	165



## **MASA DEPAN ILMU TANAH DAN NASIB TANAH DARI PERSPEKTIF BEBERAPA AHLI TANAH**

### **ILMU TANAH MELALUI TEROPONG *DARWIN ANDERSON\****

\*Jurusan Ilmu Tanah, Universitas Saskatchewan, Saskatoon, SK, S7N 5A8, Kanada. E-mail [andersd@duke.usask.ca](mailto:andersd@duke.usask.ca)

Komentar ini ditulis berdasarkan pikiran dan pandangannya sebagai ahli tanah yang berpengalaman lebih dari 40 tahun dan berpandangan ke depan. Ada tiga buah analogi berhubungan dengan teropong yang sesuai dengan komentarnya ini. "Sekarang kita melihat melalui kaca buram" adalah frase yang dilontarkan oleh Nabi Paul dan menyiratkan adanya pandangan realita yang kabur. Mungkin keterbatasan pengalaman membuat pandangannya tidak sempurna, namun dia harap masih bisa dimengerti. Namun dia percaya pandangannya tidak seperti frase "melihat dunia melalui teropong berwarna merah jambu" bermakna pandangan yang tidak realistis karena hanyalah khayalan belaka. Analogi teropong lebih cocok dengan pandangan saya. Teropong memperbesar suatu obyek dan membuatnya tampak lebih dekat dan menyeluruh. Mereka fokus kepada obyek itu sebagai suatu bagian dari dunia yang lebih luas. Teropong adalah metaphora yang sesuai dengan tema diskusinya ini dimana ilmu tanah harus tetap menjadi ilmu yang berbasis studi tanah nyata dalam alam dengan semua kekompleksan dan misteri yang ada, jika kita harus tetap menjadi ilmu alam yang berharga.

Ilmu tanah akan bertahan selama tanah dan penghuninya bertahan. Mungkin beberapa pertanyaan akan muncul seperti: Akankah ilmu tanah sebagai cabang ilmu alam akan tetap ada? Dan apakah ahli ilmu tanah akan tetap melakukan penelitian? Barangkali ilmu tanah dibatasi oleh sejarah dan warisannya (*or nasib*) sendiri. Jika ilmu tanah punya induk, mereka adalah kimia dan geologi. Kesuksesan awalnya adalah dalam ilmu mineral, cuaca, pembentukan tanah, klasifikasi tanah, kimia dan kesuburan tanah. Seperti yang terdapat pada beberapa artikel berjudul "Tanah: Perbatasan Terakhir", isu sains spesial (2005), fokus berada pada tanah dan proses biotik, termasuk tanah dan manusia.

Makalah yang diteliti dengan baik yang diperdengarkan pada konferensi baru-baru ini merupakan akar pemikiran saya. Makalah ini khusus mengenai biologi atau ekologi dengan pembahasan mengenai tanah terutama mengenai tanah dan hubungannya terhadap biota di atasnya. Para ilmuwan mengeksplorasi kotak hitam, demikian mereka menyebut tanah. Ahli tanah juga terlibat di dalamnya meneliti horizon, pedon dan landscape dan lain-lain, yang menghasilkan diskusi yang excellent dan informatif.

Pori-pori tanah merupakan kuliah yang diberikan di universitas nya. Pori-pori itu di definisikan dan dikalkulasikan dengan menghubungkannya dengan kepadatan, dan lain-lain. Yang terlewatkan adalah bahwa lubang pori dan khususnya lapisan air dalam pori digunakan oleh kehidupan dalam tanah.

Belakangan ini, terdapat kemajuan dalam penerapan teknologi yang lebih canggih untuk mengukur dan mengidentifikasi benda-benda di dalam tanah. Hal ini digambarkan dengan baik oleh studi humus tanah, dimana metode kimia dan biokimia diterapkan dengan sukses. Saya melihat bahwa metode Solid-state NMR dan various synchrotron-based spectroscopies masih berada pada tahap awal penerapannya.

Ahli tanah diminta untuk memberikan input terhadap masalah nyata, meletakkan sains untuk dikerjakan dalam kebijakan dan peraturan yang berkembang. Manajemen nutrisi dan reklamasi lahan merupakan contoh bagus selama beberapa dekade terakhir ini. Perubahan global terutama untuk merespon program nasional sehubungan dengan dengan protokol Kyoto menghadirkan tantangan. Para pembuat kebijakan membutuhkan perkiraan terbaik pelepasan gas rumah kaca dan pengisoliran karbon, survei tanah dengan skala peta dan data.

Kita sebagai ahli tanah harus bisa mengkomunikasikan ilmu kita dengan lebih baik kepada yang lainnya. Orang harus tahu dan menghargai tanah bahwa tanah dan biotanya harus dipertahankan. Hans Jenny (1984) berkomentar, dalam "Temanku, Tanah", bahwa ahli tanah sering kali berbicara dalam bahasa asing menekankan pada detail teknis dan menggunakan istilah kita saja. Fungsi elegan tanah, keindahannya, bahkan misteri dan penghormatan kita terhadap tanah biasanya tidak dimasukkan ke dalam diskusi. Salah satu guru terbaik dalam ilmu tanah di Universitas saya dinilai mampu menjadikan topik membosankan menjadi menarik, prestasi yang bisa dipertimbangkan

bahkan jika ia merefleksikan ide negatif tentang tanah. Di masa depan, ahli tanah harus bergerak dari prestasi teknis kita dan menjadikan tanah lebih menarik, lebih hidup dan vital tidak hanya bagi kita, murid kita, komunitas ilmuwan, dan komunitas besar lainnya. Ini merupakan tugas yang berat, tapi tantangannya berharga untuk dicoba.

### **Referensi**

- Jenny, H., 1984. My friends, the soil. *J. Soil and Water Conservation* 39: 158-161.
- Mcneill, J.R. and v. Winiwarter, 2004. Breaking the sod: humankind, history and soil. *Science* 304:1627-1629.



## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH OLAFUR ARNALDS**

Universitas Pertanian Islandia, Fakultas ilmu lingkungan, Keldnabolt,  
112, Reykjavik, Islandia. E-mail [oa@ibhi.is](mailto:oa@ibhi.is)

Manusia sangat tergantung dengan penggunaan tanah, sementara ilmu tanah merupakan ilmu yang ternyata masih muda. Ia muncul kurang dari dua abad yang lalu, berkaitan erat dengan geografi, geologi dan ilmu botani. Peranan tanah sebagai media produksi pangan langsung menjadi fokus ilmu tanah, membangun satu pilar ilmu pertanian. Dalam universitas, ilmu tanah dimasukkan dibawah naungan ilmu pertanian pada perang dunia II, keamanan pangan menjadi pengaruh utama perkembangan ilmu tanah sepanjang abad lalu. Ilmu tanah merupakan bagian integrasi ilmu agronomi dan pengolahan tanah. Selama periode ini, telah banyak kemajuan yang dicapai dalam topik yang berhubungan dengan ilmu tanah seperti: kimia, fisika, mineralogi, genesis, konservasi dan nutrisi tanaman, dan keselamatan pangan pun tercapai pada negara industri. Produksi pangan yang cukup juga terjamin dengan mengalihkan sumber nasional lain ke pertanian lewat berbagai bentuk subsidi. Usaha ini tidak menjamin pangan untuk semua orang, ada efek negatifnya pada negara yang kurang berkembang.

### **Masa sekarang**

Peranan dan status ilmu tanah sebagai disiplin ilmu merupakan pertimbangan yang penting. Barangkali patut diperhatikan bahwa jumlah mahasiswa yang masuk program Universiti berbasis penelitian menurun di banyak wilayah terutama di Fakultas Ilmu Tanah. Saat ini banyak ilmuwan yang bukan ahli tanah yang memperhatikan subyek dan tugas yang membutuhkan pengetahuan tentang tanah dalam berbagai ilmu lingkungan.

Ketika produksi pangan tidak lagi menjadi isu utama pada Negara-negara industri, program ilmu tanah berorientasi pangan lambat meresponnya. Apakah ilmu tanah sebagai profesi menjadi statis untuk beradaptasi dengan perubahan yang ada? Dalam hal ini, ilmu tanah terkesan lambat dalam merangkul peranannya sebagai ilmu

lingkungan. Saya berpendapat bahwa ilmu tanah telah mentok pada paradigma agronomi, produksi pangan sejauh ini merupakan industri terbesar di dunia dan salah satu pondasi budaya dan masyarakat. Ilmu tanah seringkali menganggap tanah itu sebagai individu itu sendiri ketimbang sebagai bagian dari ekosistem yang menyediakan pelayanan bagi manusia seperti siklus air dan siklus nutrient, juga vegetasi. Hal ini khususnya benar ketika sistem alami atau semi alami dipertimbangkan untuk padang rumput atau area yang meliputi hutan.

Walaupun tanah itu penting, namun sebagai sumber daya, ia tidak diperhatikan dibawah konvensi internasional. Konvensi UN mengenai desertifikasi (CCD) lebih didasarkan kepada perkembangan politik regional ketimbang latar belakang ilmiah. Tanah sangat penting dalam Siklus global gas karbon. Namun, pertimbangan tanah masih lambat untuk dijelaskan dalam konteks kerangka kerja konvensi perubahan iklim UN (FCCC/Framework Convention of Climate Change). Tidak diragukan lagi bahawa ahli tanah memegang peranan penting dalam pemahaman siklus global gas karbon dan untuk menunjukkan cara mengurangi tingkat karbondioksida di atmosfer dengan menyimpan karbon di ekosistem dan memproduksi bio-fuel. Namun, komunitas ilmu tanah juga perlu meningkatkan pengenalan tanah dalam konteks politik dan lingkungan internasional.

## **Masa depan**

Waktunya untuk ilmu tanah menjadi dewasa dan memisahkan diri dari agronomi. Ilmu tanah pantas menjadi satu jurusan tersendiri dalam sistem Universitas untuk memenuhi kebutuhan beragam tentang ilmu lain untuk pengetahuan ilmu tanah. Batas-batas itu termasuk mikrobiologi dan biokimia yang memberi penerangan terhadap biodiversity, interaksi tanah dan tanaman dan takdir kimia dalam ekosistem. Masalah kesehatan manusia menuntut aktivitas yang meningkat antara tanah dan geokimia, dimana masalah konservasi air dan tanah membutuhkan perhatian lebih diseluruh dunia. Meningkatnya jumlah area yang mengalami degradasi, membuat restorasi ekologi sebagai salah satu subyek sains yang berkembang pesat saat ini menjadi lebih penting. Ilmu tanah akan tetap menjadi hal penting sehubungan dengan perubahan global dan pemeliharaan biodiversity. Masa depan membutuhkan interaksi yang lebih antara ahli tanah dengan para professional dari berbagai disiplin ilmu untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif terhadap ekosistem bumi.

Satu aspek penting adalah bahwa tekanan manusia terhadap sumber dayatanah dan air akan meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi. Ancaman tersebut beragam dan terdokumentasi dengan baik seperti hilangnya zat organik dan kesuburan, erosi, polusi, kehilangan perkembangan urban, hilangnya fungsi tanah dan pelayanan seperti penyimpanan air dan daur ulang nutrient. Walaupun ahli tanah telah berhasil mengetahui masalahnya, mereka belum berhasil dalam menginformasikannya dengan jelas kepada masyarakat dan pemerintahan. Kesehatan tanah di masa datang memerlukan lebih banyak keterlibatan ahli tanah terhadap perkembangan masalah ini dan harus ada publikasi. Masa depan ilmu tanah akan membuka horizon baru usaha sains dan juga pelayanan terhadap penghuni planet.



## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH. DICK ARNOLD**

9311 Coronado Terrace, Fairfaz, V A 22031-3835, USA. E-mail:  
[ct9311@aol.com](mailto:ct9311@aol.com)

Kita tidak menyadari bahwa bumi tidak mengerti tentang niat baik, atau apakah kita tidak pernah sengaja membahayakannya, atau bahwa kita berjanji untuk tidak melakukannya. Bumi merekam aksi- aliran energi dan materi.

Apakah kamu pernah berfikir bahwa atom karbon yang terkandung di dalam badanmu itu didaur ulang? Dimana mereka sebelum kamu ada, atau sebelumnya, tidak ada yang mengetahui secara pasti. Siklus biogeokimialah yang secara konstan membentuk planet kita termasuk makhluk biotik dan abiotik. Beribu-ribu tahun lamanya, mereka terus terkena dampak utama dari kegiatan manusia, yang tidak lagi seperti itu.

Peradaban modern tergantung pada eksploitasi ekosistem terestial yang teratur. Kebutuhan dasar akan makanan, serat, dan bahan bakar telah melampaui keinginan tak terpuaskan akan lebih banyak materi lagi. Pola konsumsi yang berlebihan telah menyebar ke semua peradaban dan kita mengalami pergolakan yang dahsyat tragedi umum global. Ini merupakan lingkaran yang diciptakan oleh manusia, diperburuk oleh katastrofis kejadian alam, tapi tidak disebabkan oleh mereka. Sehingga, tantangan untuk peradaban adalah menyeimbangkan perkembangan permintaan manusia dengan toleransi alam.

Integrasi keinginan masyarakat dan sumber daya alam biasanya berbahaya. Landscape natural terdiri dari integrasi komponen baik dalam ruang dan waktu. Lewat interaksi proses internal yang merespon kekuatan eksternal, keseimbangan dinamis akan tercapai. Kestabilan ekosistem alam kita asosiasikan dengan ketahannya. Kebanyakan lingkungan ciptaan manusia telah kehilangan keseimbangan fungsi ekosistem alam yang pernah mendukung mereka.

Pertanian, padang rumput dan kehutanan merupakan kegiatan invasif dan sangat mengganggu ekosistem alam. Kapasitas regenerasi tanah dalam kondisi alam lebih lambat daripada yang dibutuhkan

oleh masyarakat modern. Ketika tanah ditekan diluar batas daya sembuhnya, mereka tidak bisa kembali ke keadaan produktif awal tanpa input dari luar. Pertanian sebagai aktifitas dasar seluruh sistim sosial membentuk jaringan produksi, distribusi, dan konsumsi. Pondasi ketahanan pertanian adalah dasar sumber daya yang sehat dan hubungan yang seimbang antara produksi dan sistim pemeliharaan.

Ilmu tanah beroperasi secara berkesinambungan dalam lingkup ekologi dan ekonomi, dimana masing-masing punya jam yang berbeda. Berbagai aspek sains dan soiologi penting untuk relevansi dan nilai ilmu sains. Peranan tanah bisa dilihat sebagai satu set perdagangann antara berbagai fungsi tanah yang ditentukan oleh masyarakat saat ini. Jika konservasi dan rasional penggunaan sumber daya tanah tidak cukup penting bagi masyarakat dalam beberapa dekade ke depan, perdagangan bisa membawa kita menuju "tragedy of the global commons". Jika perdagangan itu adalah untuk ketahanan dunia, kesempatan emas untuk menyampaikan pengetahuan ilmu tanah. Namun kita harus mengerti bagaimana kita belajar, untuk mengetahui cara mengajar dengan lebih baik sehingga yang lain juga bisa belajar.

Saking umumnya tanah membuat kita mengabaikan kontribusi mereka yang berpengaruh besar bagi kehidupan kita. Tanah merupakan sistim kompleks yang mempunyai sifat yang biasa terdapat dalam sebuah sistim, termasuk daya tahan-kemampuan mempertahankan kondisi saat ini; waktu lamanya tinggal-kapasitas menyimpan dan melepaskan susunan; produktifitas-kemampuan menumbuhkan dan menghasilkan tanaman; daya sembuh-penyembuhan dari gangguan; responsif-kapasitas untuk penambahan dari luar; fleksibilitas-penggunaan multi berhubungan dengan properti; ketahanan-kesimbangan interaksi dinamis.

Jika kita telah belajar hal yang benar, kita harus bisa mengamalkannya. Memang itu tidak mudah. *Lin yutang* berkata, "Jangan takut mengambil langkah besar jika diperlukan. Anda tidak bisa menyeberangi ngarai dengan dua loncatan kecil."

Sebagai ahli tanah, kita bertanggung jawab untuk menolong orang memahami tanah. Kamu akan menemukan banyak ide yang memaksa dalam tulisan ini tentang masa depan ilmu tanah. Kita perlu tetap mengekspresikan interpretasi kita terhadap fakta dan lingkungan, itu adalah hal yang baik untuk dilakukan.

## **Referensi**

- Arnold, R.W., 2002. Role of soils in the 21 st century. In: Lal., R. (ed) Encyclopedia of soil science. Marcel Dekker, New York.p 1353-1356.
- Brown, L.R., 2006. Plan B 20: recuing a planet under stress and a civiization in trouble. WW.Norton & Co., New York.
- Gardner, G., Assadourian, E. And Sarin, R., 2004. The state of consumption today. In: Worldwatch Institute, State of the World 2004. WW Norton dan Co., New York. P 3-21.
- German Advisory Council on Global Change, 1995. World in Transition: the Threat to Soils. 1994. Annual Report; Economia, Verlag, Bonn.
- Meadows, D.H., Randers, J. And Meadows, D.L., 2004. Limits to growth; the 30 years update.Chelsea Green Pub. Co., White river Junction, VT.



## **VISI TERHADAP MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH PHILIPPE BAVEYE.**

Department of Crop and Soil Sciences, Bradfield Hall, Cornell University, Ithaca, New York, 14853, USA. E-mail [Philippe.Baveye@Cornell.edu](mailto:Philippe.Baveye@Cornell.edu).

Saat ini ilmu tanah sedang dalam krisis. Setiap beberapa bulan, selalu ada jurusan ilmu tanah yang ganti nama dan menghilangkan kata "tanah"nya. Meningkatnya jumlah peneliti juga melobi istilah baru seperti "hidropedologi" atau "ilmu zona kritis" untuk menggantikan nama ilmu tanah. Hal ini serentak dengan penurunan drastis sebagian besar klien program ilmu tanah (Baveye et al., 2006). Survei terhadap alumni dan mahasiswa pada tahun 1992 dan 2004 menunjukkan bahwa penerimaan murid program M.Sc dan Ph.D pada ilmu tanah di Universitas di Amerika Serikat dan Kanada menurun sekitar 40% selama dekade belakangan ini. Hal serupa juga terjadi di negara-negara lain. Dalam publikasinya, walaupun jumlah artikel mengenai masalah tanah meningkat dalam dua dekade belakangan ini, kurang dari 15 % penulisnya adalah orang yang tergabung dalam afiliasi unit penelitian yang menyandang nama 'tanah'. Jelas nampak bahwa ilmu tanah kehilangan pasarnya.

Jika hal ini terus berlanjut, kemungkinan masalah berhubungan dengan tanah hanya akan ditanagani oleh ahli teknik, ekologi, kimiawan, atau fisikawan. Mereka semua bermaksud baik, namun mereka tidak mendapat pelatihan yang memadai dalam hal menyangkut tanah. Mereka akan melakukan penelitian dengan menerapkan prinsip dasar disiplin ilmu mereka. Mereka mungkin hanya akan membuang waktu dan tenaga dengan mengulang apa yang telah pernah dilakukan oleh ahli tanah beberapa dekade lampau. Bagaimanapun juga, ahli ilmu tanah telah lulus dari pandangan reduktif tentang tanah, dan tahu bahwa hampir semua masalah tanah itu kompleks dan melingkupi aspek fisika, kimia, biologi, dan mineralogi, yang memerlukan pendekatan yang integratif dan keahlian khusus yang berkesinambungan dalam semua disiplin ilmu fundamental yang relevan. Lambat laun, seperti halnya orang diluar ahli tanah yang berkecimpung dengan masalah tanah akan menemukan rintangan

yang sulit ditanggulangi yang membuat mereka tersadar bahwa pendekatan holistik itu diperlukan. Jika disiplin ilmu tanah lenyap dari peredaran, maka dibutuhkan waktu beberapa dekade untuk membangkitkannya kembali.

Untungnya, ada beberapa alternatif demi cerahnya masa depan ilmu tanah dalam jangka waktu dekat. Wawancara dan analisa survei alumni ilmu tanah menyimpulkan bahwa alasan utama menurunnya lulusan ilmu tanah saat ini adalah permintaan ahli ilmu tanah dan beberapa masyarakat ilmuwan untuk membatasi limit ruang lingkup disiplin kita hanya ke dalam konteks pertanian. Bahaya yang tidak dapat dipisahkan dari pandangan yang rabun dekat ini dinyatakan dengan jelas oleh Marbut (1921): "Kemungkinan bahaya lebih telah terjadi pada sains oleh usaha-usaha universal untuk melihat *tanah hanya sebagai produser pangan saja ketimbang sebagai sebuah bagian alam yang berharga* dan semua studi bisa dilakukan dari yang banyak disadari manusia. Sains ini tidak diragukan lagi telah terbelakang dalam perkembangannya". Delapan tahun setelah pernyataan ini ditulis, kebenarannya terbukti dalam segala hal.

Untuk melebarkan ruang lingkup dan keluar dari kungkungan pertanian sejumlah hal-hal praktik bisa dilakukan. Faktanya, langkah-langkah yang diambil dalam arah ini telah dilakukan oleh berbagai individu.

Area pertama meliputi pendidikan mahasiswa pada masa-masa awal kuliah mereka. Beberapa dari kita di amerika utara telah mulai mengajarkan kelas bawah pelajaran berjudul "Tanah dan Peradaban" atau variannya. Mata kuliah ini telah mendapat antusiasme yang menakjubkan termasuk dari mahasiswa seni rupa atau seni dan sains. Dalam pelajaran ini, murid diperkenalkan dengan hubungan erat yang telah ada secara historically antara kemajuan dan kemunduran beberapa peradaban dengan penggunaan tanah dan sumber daya alam yang benar atau salah. Murid sering terkejut ketika mengetahui bahwa tanah sangat berpengaruh langsung pada berbagai aspek kehidupan mereka bukan hanya dalam hal produksi pangan. Pesan yang sama juga harus disampaikan kepada murid yang lebih muda seperti TK.

Selanjutnya, studi pada topik diluar pertanian akan memperkuat promosi disiplin kita secara dramatis. Kita bisa mempertimbangkan masalah lingkungan saat ini seperti pemanasan global dan ketersediaan sumber air tanah yang memadai, yang pantas melibatkan banyak ahli ilmu tanah, karena tanah memegang peranan penting

dalam hal ini. Ahli tanah bisa juga memainkan peranan penting dalam masalah-masalah yang lain yang seharusnya tidak diberikan pada non ahli tanah untuk diselesaikan, contohnya kontaminasi tanah urban. Sejauh ini mayoritas populasi dunia tinggal di daerah urban dan sub urban dimana orang diekspos terhadap kontaminasi tanah dan patogen lewat berbagai saluran termasuk pernafasan, pencernaan dan kontak kulit, baik langsung dengan kulit maupun debu yang ditemukan di rumah atau di tanah ( kebun suburban).

Topik lain yang penting adalah mengenai kemungkinan hubungan antara tanah dan kesehatan binatang atau manusia. Masalah penyakit neurodegenerative fatal seperti "parut" pada domba, penyakit Creutzfeldt-jakob pada manusia, dan penyakit Chronic Wasting (CWD) pada rusa merupakan hal yang menarik dalam hal ini. Investigasi detil mengenai kelompok scrapie, CJD, dan CWD di Islandia, Slowakia, dan Colorado secara berurutan menunjukkan bahwa tanah pada negara-negara tersebut cenderung mengandung sedikit tembaga dan banyak mangan dari rata-rata, dan peneliti berhipotesa bahwa ketidakseimbangan inilah yang menyebabkan munculnya penyakit tersebut. Observasi serupa juga dilakukan terhadap penyakit lain. Jarang ahli tanah telah dilibatkan ke dalam penelitian ini, dimana mereka bisa memberi kontribusi yang signifikan.

Sebagai pesan untuk dibawa pulang, saya percaya bahwa begitu ahli tanah mulai memberanikan diri mendobrak batas di masa lampau, disiplin ilmu tanah akan berkembang jauh ketimbang 30 atau 40 tahun lampau, di era pertanian.

## **Referensi**

- Baveye, P., A.R. Jacobson, S.E. Allaire, J. Tandarich, and R. Bryant, 2006. Whither goes soil science in the US and Canada? Survey results and analysis. *Soil Science* (in press).
- Marbut, C.F. 1921. The contribution of soil survey to soil science. *Society for the Promotion of Agriculture Science Proceedings* 41:116-142.



## **MEMENEJMEN TANAH PERTANIAN AFRIKA: MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH. MAKEETE BEKUNDA.**

Universitas Makerere, Fakultas Pertanian, P.O. Box 7062, Kampala, Uganda. E-mail: [matete@agric.mak.ac.ug](mailto:matete@agric.mak.ac.ug)

Masa depan ilmu tanah pada sub-sahara Afrika (selanjutnya disebut Afrika) tergantung pada karakteristik benua yang berbeda: tingginya konsentrasi petani miskin yang menggunakan alat ergonomi yang tidak memadai untuk mengolah lahan merupakan akibat rendahnya dukungan ekonomi nasional. Umumnya, faktor-faktor ini mengakibatkan degradasi tanah. Bagi afrika, kebutuhan untuk mengembalikan kesuburan tanah telah dianggap sama dengan kebutuhan akan revolusi hijau kuman plasma di asia beberapa dekade lampau.

Beberapa teknologi untuk mengurangi degradasi ini telah eksis, diantaranya rekomendasi pupuk khusus selimut atau zona atau pangan, pemeliharaan rekomendasi pupuk, penggunaan material inorganik yang murah, pengembalian sisa dan bagian tidak penting pangan, penggunaan pupuk, penyimpanan nutrien dalam tanah, transfer biomass, penggunaan agro-industri lewat produk dan limbah, dan sistim berdasarkan fiksasi biologikal nitrogen (Nandwa dan Bekunda, 1998). Mengapa petani afrika tidak menggunakan teknologi-teknologi tersebut dan tetap mengeksploitasi tanah?

Tidak ada jawaban yang simpel atau unik atas pertanyaan ini; ada urusan ilmu tanah sendiri yang tidak selesai bersamaan dengan faktor terkait lainnya yang membawa kepada tingkat eksploitasi saat ini. Urusan yang terbelengkalai ini melibatkan generasi informasi dan data untuk memperkuat peningkatan inovasi ilmu dan manajemen yang telah dibuat selama bertahun-tahun. Ada tiga contoh untuk menggambarkan hal ini.

Pertama adalah bahwa tanah afrika bervariasi berdasarkan fungsi ekologi dan geomorfologi, tapi hal ini belum dipetakan pada skala yang memungkinkan intervensi berdasarkan keragaman. Studi taksonomi yang mendefinisikan tanah-tanah ini telah mengintai alam, termasuk peta tanah dunia FAO 1:5 000 000 yang masih menjadi referensi

pada beberapa negara di Afrika. Ilmu tanah harus memposisikan dirinya untuk memfasilitasi peningkatan ilmu landscape dengan menggunakan alat GIS jarak jauh (Sheperd dan Walsh, 2006) yang memungkinkan konstruksi peta diagnostic tanah yang cepat pada skala yang memperlihatkan keragaman. Pada skala lapangan, sistem perusahaan bisa menjadi kasar terhadap keragaman mikro yang insensitif.

Kehabisan nutrient di Afrika sudah gawat namun ketidakpastian hal yang penting disebabkan oleh "kurangnya kategori data primer di negara tropis" (Smaling et al., 1997) menggunakan alat (e.g NUTMON) untuk penghitungan kerugian nutrient. Alat-alat juga dikembangkan untuk beberapa nutrient utama N, P & K, namun beberapa sistem bermasalah dengan dasar dan mikro nutrient yang dapat ditukarkan. Ilmu tanah harus mengatasi faktor-faktor yang menghambat alat-alat ini dalam peningkatan kebijakan dan manajemen nutrient tanah.

Ketiga adalah mayoritas hasil penelitian terhadap tanah sebelum awal tahun 1990 dari experiment yang dilakukan pada penelitian lokasi lapangan dan stasiun yang dilakukan oleh peneliti pada kondisi ideal. Ini mewakili gambaran yang tidak utuh sebagai manajemen dan analisis yang terdapat pada penelitian tidak mewakili ketidakpastian, risiko dan sumber daya yang kurang di lingkungan petani kecil. Ilmu tanah harus memperkuat pergerakan mereka terhadap partisipasi petani karena solusi teknologi hanya bisa diadopsi jika mereka fleksibel terhadap lingkungan lokal.

Solusi berbasis ilmu biofisika harus berhubungan dengan pertanian sebagai bisnis. Petani mengetahui adanya kehabisan nutrient yang terjadi di ladang dan akan mengatasinya kalau mereka mampu melakukannya (Scoones, 2001). Di sebagian besar Afrika, pemasukan ladang yang sedikit dan tingginya biaya menyebabkan ancaman yang serius terhadap tanah; petani yang bekerja dengan cangkul tidak akan mampu menyuburkan lahannya dan menerapkan praktek konservasi tanah memadai untuk mengembalikan kesuburan tanah. Kebijakan lingkungan yang mengatur baik pasar pekerja dan pola investasi public pada pertanian dan lingkungan adalah hal penting.

Sehingga, hubungan antara ilmu dan perkembangan itu adalah sangat vital: integrasi dengan ilmu diluar ilmu tanah akan membantu menformulasi pendekatan yang lebih holistic terhadap manajemen kesuburan tanah yang secara social dan ekonomi dapat diterima. Hanya saja akankah ilmu tanah mempunyai tempat dalam produksi

pertanian karena memberi kontribusi atas produk dan pendapatan yang lebih baik daripada kesuburan yang meningkat.

Satu penghalang dalam mengatasi masalah diatas adalah penelitian yang tidak memadai dan sistim ekstensi utnuk membangkitkan pengetahuan dan inovasi dan mendifusikan mereka kedalam populasi lahan untuk penggunaan dalam mengeksploitasi kesempatan manajemen tanah efisien. Kapasitas terbatas merupakan keterbatasan utama dalam Ilmu tanah Afrika.

Masyarakat ilmu pangan Afrika mengajak ilmuwan pertanian ke konferensi dua tahunan untuk berdiskusi dan berbagi perkembangan pada sains memproposikan produksi pangan dan keamanan makanan di benua ini. Konferensi terakhir diadakan Entebbe, Uganda pada bulan desember, 2005, dan diikuti 327 ilmuwan. Dari 274 makalah ayng di presentasikan dalam konferensi itu, hanya 22 buah yang dari bidang ilmu tanah (8 %) dan sebagian besar menggunakan tes pangan sebagai bioassay, merefleksikan rendahnya kapasitas pada basic penelitian ilmu tanah. Studi yang dilakukan oleh badan penelitian pertanian nasional internasioal (ISNAR) memperkirakan persentase peneliti spesialis ilmu tanah dari 22 negara sub-saharan Afrika hanya lah 5 sampai 10 dari 7000 peneliti NARS. Kebanyakan tidak memiliki kualifikasi seorang s2 yang diperlukan untuk menghasilkan peneliatian yang berkualitas. Jika ilmu tanah harus memimpin dalam mencari solusi untuk mengatasi halangan akan produksi makanan di Afrika, harus ada usaha yang bertarget untuk jumlah penting spesialis ilmu tanah yang menyebabkan klien terhadap rasio peneliti memungkinkan interaksi partnership yang konsisten.

Infrastruktur fisik pelayanan tanah di Afrika terbatas dan bervariasi kualitasnya. Labor penelitian yang lengkap dan berfungsi di afrika cenderung tergantung lebih kepada keahlian si peneliti sebagai kontribusi nasional terhadap dana penelitian terbatas. Situasi tersebut tidak tertolong dengan menurunnya dana penelitian secara umum. Infrastruktur yang terbatas mematahkan semangat mahasiswa yang ingin melanjutkan karir dibidang ilmu tanah.

Kita harus menyadari bahwa biaya diasosiasikan dengan kapasitas untuk memenuhi tantangan ini dan masa depan ilmu tanah tergantung kepada penyediaan bukti bahwa biaya-biaya ini secara komparatif lebih kurang dari degradasi tanah yang terus terjadi.

## **Referensi**

- Nandwa, S.M. and Bekunda M.A., 1998. Research on nutrient flows and balances in East and Southern Africa: state of the art. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 71:5-18.
- Scoones, I., 2001. Transforming soils: the dynamics of soil fertility management in Africa. pp 1-44. I. Scoones (ed.) *Dynamics and diversity and diversity: Soil Fertility and Farming Livelihoods in Africa*. London: Earthscan.
- Shepherd, K.A and Walsh, M.G., 2006. Diffuse reflectance spectroscopy for rapid soil analysis. In: R. Lal (ed.) *Encyclopedia of Soil Science*. Taylor and Francis Books, NY.
- Smaling F.M.A, Nandwa, S.M. and Jansen, B.H., 1997. Soil fertility in Africa is at stake. pp.47-62. In: R.J. Buresh, P.A. Sanchez and F. Calhoun (eds.). *Replenishing soil fertility in Africa*. SSSA Special Pu.

## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH: WINFRIED E.H. BLUM.**

*Universitas Sumber Daya Alam Dan Penerapan Hidup Sains (BOKU),  
Vienna Peter Jordan-Str. 82, 1190 Vienna, Austria. E-mail [herma.exner@boku.ac.at](mailto:herma.exner@boku.ac.at)*

Prediksi tentang masa depan ilmu tanah dibagi menjadi tiga pandangan: 1) Ilmu tanah dan masyarakat, 2). Ilmu tanah dan hubungannya dengan ilmu lain dan 3). Ilmu tanah sebagai ilmu yang berdiri sendiri.

### **Ilmu Tanah dan Masyarakat**

Tanah berperan besar dalam segala aspek hidup manusia. Pada masa yang akan datang, dua tren utama akan tersisa: di negara yang kekurangan makanan, target utama ilmu tanah adalah mengembalikan kesuburan tanah. Malangnya, ancaman ini semakin meningkat pada beberapa negara di Afrika, Asia dan Amerika selatan dan tengah. Sebaliknya di negara yang berkecukupan makannanya, ilmu tanah harus berhadapan dengan masalah lingkungan dan budaya, seperti perlindungan rantai makanan terhadap kontaminasi, perlindungan sumber daya air tanah, perlindungan udara dan kesehatan manusia beserta perlindungan tanah sebagai warisan budaya dan alam, karena makanan yang bersih, air bersih, dan udara bersih merupakan dasar lingkungan bersih, memperpanjang harapan hidup manusia. Disamping itu, pada negara industri, ilmu tanah juga berhubungan dengan aspek penting lainnya, seperti untuk arkeologi, tanah forensik, dan penerapan lainnya terhadap permintaan ekonomi dan social khusus.

Dalam 20 - 30 tahun mendatang, tidak akan banyak terjadi perubahan karena manusia juga tidak akan semakin mengerti tentang fungsi tanah, sehingga kita tidak bisa mengharapkan kontribusi penting dari ilmu tanah terhadap masyarakat dan lingkungan kecuali ada hal yang dramatis terjadi, seperti: banjir besar, polusi besar-besaran, atau kecelakaan lain, tapi efeknya tidak akan lama.

## **Ilmu Tanah dan Hubungannya dengan Ilmu Lain**

Ilmu tanah berkembang lebih dari satu abad yang lalu dari agrokimia dan agrogeologi. Sampai saat ini ilmu ini masih dilihat publik sebagai sains pendukung produksi biomass, khususnya dalam pertanian dan kehutanan. Bagaimanapun juga, melalui perkembangan konsep penelitian baru dan penggunaan alat analitikal khusus yang dikembangkan oleh ilmu lain, dengan didasari oleh fisika fisikokimia, dan biokimia, ilmu tanah berkembang menjadi area yang sangat khusus berhubungan dengan semua aspek kerusakan kulit bumi dan bebatuan, pada skala berbeda, dari makro skala seperti: peta tanah regional dan taksonomi tanah, menjadi partikel tanah yang kecil dan reaksinya pada nano skala. Sehingga ilmu tanah terpecah menjadi beberapa area spesial yang berbeda dengan bahaya kehilangan pandangan holistik.

Kontras dengan ini, lewat perkembangan ilmu geologi selama dua dekade terakhir, geologi semakin menandingi ilmu tanah contohnya dalam bidang geologi lingkungan dan baru-baru ini berada dibawah istilah agro geologi, sebuah istilah yang telah ditinggalkan ketika ilmu tanah menjadi bidang sains sendiri, lebih dari satu abad yang lalu. Sehingga ilmu tanah akan bersaing dengan geologi, mungkin dengan ilmu lain seperti biologi, ekologi, dan perhitungan sains, hanya akan bisa mempertahankan diri mereka dengan kerjasama intensif dengan ilmu lain ini, memperlihatkan bahwa ilmu tanah bisa memberikan kontribusi terhadap pengertian fungsi ekosistim terestial dan akuatik.

## **Ilmu tanah Sebagai Ilmu itu sendiri**

Karena target ilmu tanah tidak hanya komponen tanah mineral, fisik, kimia (khususnya fisikokimia) dan proses terkait, namun juga biologis. Sulit untuk memahami ilmu tanah sebagai ilmu dasar, beda dengan kimia, fisika, dan yang lain, tanpa mempertimbangkan fakta bahwa ilmu-ilmu ini telah dipecah menjadi beberapa domain ilmiah khusus lainnya.

Ilmu tanah adalah ilmu yang dalam 10-20 tahun mendatang mungkin akan kehilangan pandangan holistiknya terhadap tanah karena meningkatnya spesialisasi dimana hanya aspek atau partikel khusus tanah yang diinvestigasi secara menyeluruh sampai ke nano skala, seperti: model molekul, kehilangan tempat fungsi tanah keseluruhan bagi manusia dan lingkungan. Ilmu tanah bisa saja mendapat masalah

dalam mempertahankan dirinya di daerah ilmu alam yang lain ketika ditanya mengenai target khusus ilmu tanah itu. Contohnya, ilmu tanah harus menjelaskan mengapa ada perbedaan sistim klasifikasi, tapi tidak ada kesepakatan umum mengenai taksonomi tanah di tingkat dunia, seperti tentang definisi tipe atau subtype. Artinya ilmu tanah tidak bisa mendefinisikan obyek penelitiannya pada tingkat global atau regional. Banyak ahli ilmu tanah atau orang yang menyebut diri mereka ahli ilmu tanah, tidak mempunyai pengetahuan umum tentang tanah dan fungsinya, tapi mereka berspesialisasi, berfokus pada karakter dan proses tanah yang berbeda.

Perkembangan area khusus ini dalam ilmu tanah pada masa depan akan tergantung jangkauan dan batasan ilmu sains lainnya, berkenaan dengan konsep analisis dan alat operasional, yang dikembangkan ilmu sains lain seperti fisika dan kimia fisika. Kita hanya bisa berharap bahwa tingginya tingkat spesialisasi dalam ilmu tanah, tanah itu sendiri, sebagai tubuh tiga dimensi pada kulit bumi, akan tetap menjadi target dan akan dimengerti dalam proses dan fungsinya, juga dimasa depan.



## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH: K. BORGGAARD**

Royal Veterinary and Agricultural University Thorvaldsensvej 40, DK-1871 Frederiksberg, Denmark.

Penggunaan tanah yang meningkat dan tahan lama dalam perspektif umum akan menjadi tantangan masa depan ilmu tanah. Kegiatan penelitian sebaiknya dikonsentrasikan untuk menemukan cara yang dengan jelas bisa menggambarkan potensi dan keterbatasan tanah yang berbeda yang berhubungan dengan penggunaan yang bervariasi seperti pertumbuhan tanaman, perlindungan udara dan air, pemeliharaan biodiversity dan perlestarian sejarah budaya dan alam. Ukuran tepat untuk kerawanan tanah harus diciptakan dan metode efisien untuk penyembuhan tanah yang mengalami degradasi harus dilaksanakan. Sama pentingnya, semua hasil penelitian harus di komunikasikan dengan jelas dan efisien kepada para perencana dan praktisioner untuk memastikan semua itu digunakan untuk keuntungan pengguna tanah beserta semua masyarakat. Ahli Ilmu tanah harus didukung untuk menyebarkan hasil penelitiannya kepada praktisioner ('orang awam') dan tidak hanya kepada kolega ilmiah mereka. Untuk memastikan pandangan yang seimbang dan optimum ahli ilmu tanah harus bekerjasama dengan spesialis dalam bidang lain, seperti: ekonomi, antropologi, dan komunikasi. Untuk menghindari salah interpretasi, kebingungan dan kehilangan kredibilitas, informasi yang dikomunikasikan harus jelas dan benar. Area yang sebagian tumpang tindih bisa disarankan sebagai tugas utama ilmu tanah di masa depan. Beberapa kegiatan ini telah dimulai tapi perlu diperkuat dan difokuskan.

### **Produksi Biomass Yang Meningkat**

Peningkatan kondisi hidup di negara berkembang di kawasan Selatan Shara Afrika membutuhkan metode yang lebih efisien. Metode ini ditujukan untuk meningkatkan dan mempertahankan produktifitas banyak tanah yang mengalami kekurangan nutrient, curah hujan yang tidak teratur, hama, dll. Sehubungan dengan kurangnya dana, solusi yang digunakan haruslah murah dan berdasarkan sumber daya lokal.

Pengetahuan tentang kesensitifan tanah tropis yang tergantung suhu, sangatlah jarang dan harus ditingkatkan.

### **Lokasi Penggunaan Tanah Khusus**

Penggunaan tanah harus disesuaikan dengan fokus produksi barang yang berkualitas tinggi dan unik seperti: sayur sehat, stok makanan sehat, dan kayu dengan properti khusus. Ini bisa dianggap sebagai pengembangan dari apa yang digunakan dalam produksi anggur selama beberapa tahun, dimana rasa anggur tergantung kepada tipe tanahnya. Bagaimanapun juga penelitian yang ditujukan untuk keadaan tanah pangan yang saling mempengaruhi harus lebih disesuaikan daripada hubungan timbal balik tanah-anggur dan peningkatan kualitas harus terukur seperti didasarkan pada kriteria yang obyektif.

### **Reklamasi dan Perbaikan Tanah**

Metode yang ditingkatkan juga harus memperbaiki tanah yang rusak karena erosi, kadar garam yang berlebihan, atau terkontaminasi oleh polutan organik atau non organik. Metode di lapangan dan diluar lapangan yang lebih baik harus dikembangkan dan dioptimalkan untuk pembersihan tanah yang terpolusi oleh logam berat dan xenobiotoca organik. Strategi pemulihan tanah yang mengandung larutan jenuh N dan P karena pupuk yang berlebihan selama beberapa tahun juga memerlukan perhatian lebih lanjut. Pada waktu bersamaan, usaha yang meningkat harus disebarkan dan pengetahuan baru tentang masalah ini untuk mencegah meluasnya kerusakan tanah dan untuk memulihkannya juga harus disebarkan.

### **Biotoxin alami**

Sebagai pelindung terhadap bakteri, serangga, binatang, dan organisme hidup lainnya, banyak tanaman yang memproduksi racun (pestisida alami) yang bisa sangat beracun, bersifat karsinogen, atau memiliki efek merugikan lainnya. Pengetahuan tentang perilaku (keterikatan, pergerakan, ketahanan) dalam tanah dari komponen ini sangatlah penting dan harus ditingkatkan untuk menemukan cara melindungi kualitas air dan makanan. Bahkan, hal yang walau tidak pasti namun sama pentingnya adalah pengetahuan terhadap tingkah laku tanah terhadap produk degradasi (metabolis) terhadap racun alam dan pestisida sintetis. Faktanya, dengan lebih memfokuskan pada efek

ketimbang asalnya, penelitian di masa depan akan memberi tekanan perbedaan antara racun alam dengan xenobiotics sebagai pestisida.

### **Perubahan Penggunaan Tanah**

Kita harus lebih memfokuskan pada perubahan tanah menjadi hutan, pembangunan kembali lahan basah, transformasi konvensional terhadap pertanian ekologi dan perubahan fungsi tanah yang lain untuk meningkatkan pengetahuan tentang perubahan dan menghindari akibat merugikan pada ekosistem seperti polusi udara dan air. Pembangunan komunitas tanaman baru sebagai respon perubahan fungsi tanah bisa memperkenalkan racun alam kepada ekosistem yang tidak terbiasa dengan racun ini, yang bisa dianggap sebagai xenobiotica. Contohnya, *bracken fern* yang menyebar secara agresif pada beberapa lahan terbengkalai di Denmark, dan negara lain, memproduksi carcinogenic ptaquiloside dalam jumlah besar yang bisa menjadi ancaman terhadap tanah dan kualitas air minum, karena ptaquiloside agak bersifat terus-menerus dan menyebar dalam tanah. Selanjutnya, pengenalan pangan yang dimodifikasi secara genetik bisa mengakibatkan pelepasan racun dengan perilaku dan efek yang tidak diketahui terhadap ekosistem tanah.

### **Interaksi Tanah-Tanaman**

Walaupun interaksi saling menguntungkan antara tanah dan tanaman adalah hal umum, hanya sedikit yang memahami mekanisme tepatnya. Pengetahuan mengenai persyaratan tanah bagi beberapa tanaman contohnya berbagai jenis pohon kurang. Informasi seperti itu penting untuk memastikan kestabilan ekosistem khususnya dimana penggunaan lahan berubah.

### **Konsep Kualitas Tanah**

Peluncuran konsep kualitas tanah lebih dari lebih dari satu dekade yang lalu telah berfokus pada tanah. Bagaimanapun juga, banyaknya fungsi konsep tersebut telah terbukti susah untuk ditangani. Sehingga, sebuah tanah yang secara intensif di beri pupuk berkualitas baik sebagai media untuk penanaman tumbuhan tapi berkualitas rendah pada fungsi lain, seperti: perlindungan air tanah terhadap polusi nitrat. Lebih jauh lagi, konsep ini berdasarkan kepada kriteria, beberapa yang kontekstual dan subyektif. Tantangannya adalah

untuk mengembangkan konsep itu sehingga bisa mengintegrasikan dan secara operasional mengenali keserentakan fungsi tanah yang beragam dan sering bertabrakan. Jika ini terbukti mustahil, komunitas ilmu tanah harus mendefinisikan kembali kualitas tanah dalam istilah yang ilmiah dan berdasarkan kriteria yang obyektif.

### **Sebagai tambahan**

Masih banyak lagi yang harus dipelajari tentang tanah seperti komponen tanah (mineral, zat organik, larutan air dan udara tanah), proses tanah (pengasaman, proses humus, perpindahan tanah liat, proses perkembangan tanah tersebut, pelapukan, dll), pengasinan karbon dan nitrogen dan perjalanan air dan larutan dalam berbagai tanah, pergerakan koloid organik dan anorganik dan peranan mereka sebagai pembawa polutan merupakan subyek penelitian saat ini yang harus diperkuat. Klasifikasi tanah juga harus ditingkatkan agar mendapatkan kesederhanaan dan keramahan pengguna tapi juga memungkinkannya untuk berhubungan dengan efek antropogenis dalam cara yang lebih langsung.

## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH : JOHAN BOUMA SPOORBAANWEG**

35, 3911 CA Rhenen, the Netherlands.

Seperti halnya ilmu sains lain, masa depan ilmu tanah tergantung pada usaha kita (para ahli ilmu tanah), baik yang sukses maupun yang gagal. Walaupun saya optimis, saya berkecil hati melihat apa sedang dialami penelitian ilmu tanah. Ada banyak pekerjaan sub-ilmu (atomisasi) seperti. Fisika tanah, -kimia, -biologi dan statistik spasial. Saya tidak mempertanyakan kualitas ilmiah ataupun relevansinya terhadap karya tersebut tapi saya merasakan bahwa potongan-potongan itu tidak cocok satu sama lain. Mereka seharusnya kita kenali sebagai sebuah partner besar, proyek antar cabang ilmu pengetahuan, perubahan iklim dan penggunaan air, hanya untuk menyebutkan tiga usaha penelitian utama internasional dimana ilmu tanah bisa memegang peranan kunci tapi ternyata tidak. International Council of Science (ICSU) adalah jelas: poin visinya untuk sebuah dunia "dimana sains digunakan untuk keuntungan semuanya dan dimana pengetahuan ilmiah secara efektif terhubung dengan pembuatan kebijakan". Cita-citanya adalah "untuk memperkuat sains internasional untuk kepentingan masyarakat" dan itu mengkoordinasikan antar cabang pengetahuan, program internasional, dimana kita bisa lebih terlibat. Beberapa tipe seperti proyek yang berorientasi kebijakan antar cabang ilmu pengetahuan juga banyak dimulai oleh organisasi peneliti regional, nasional dan internasional.

### **Beberapa Masalah**

Sepertinya kebanyakan karya yang kita publikasikan agak self-centered dan merujuk pada arena kebijakan dan proses interaktif dilihat oleh beberapa ahli tanah tidak ilmiah dan mencemaskan. Aksi kita sesuai dengan ambisi ICSU dan sebanding dengan agensi dana dan kebijakan tidaklah memadai menurut pandangan saya. Dibawah ini adalah beberapa indikasi yang dipilih secara acak:

1. Kita masih tidak bisa mendefinisikan kualitas tanah, yang termasuk sebuah elemen yang penting dalam peraturan lingkungan, sedangkan kualitas air dan udara bisa

- didefinisikan dengan baik. Hal ini menyiratkan bahwa pesan tanah tidak bisa dikomunikasikan seefektif yang kita inginkan.
2. Ilmuwan terkemuka baru-baru ini menyimpulkan bahwa model erosi tanah yang banyak digunakan menghasilkan hasil yang empiris karena kurangnya data dasar tanah yang baik (Stroosnijder, 2005). Ini menantang keangkuhan ilmiah kita.
  3. Peraturan pemberian pupuk di eropa untuk melindungi kualitas air banyak mengabaikan keahlian tanah dan fokus terhadap aspek manajemen ladang, dimana dalam efek proses tanah mengatur kualitas air dan seharusnya menjadi dasar peraturan sejenis.
  4. Insyur, biologiwan, dan geografiwan menggali data base extensif kita dan menggunakan pedotransferfunction tanpa melibatkan kita.
  5. Model simulasi nyata untuk pertumbuhan pangan mempunyai submodul yang detil untuk fisiologi tumbuhan tapi sebuah komponen tanah yang sangat simpel, seperti tipping bucket approach. Hal ini menciptakan model yang tidak seimbang yang tidak merefleksikan ciri khas tanah. Hal ini juga benar terhadap model lingkungan komprehensif lainnya dengan submodel tanah permulaan.

## **Kesempatan**

Sepertinya kita kehilangan akar kita, yang dipasang pada abad ke 19, yang mendefinisikan tanah sebagai badan alami yang hidup dalam sebuah landscape sebagai sebuah dasar untuk fisik tanah yang dinamis dan berhubungan, kimia dan proses biologi. Klasifikasi tanah berfokus di tanah alam (genofom) dan ini merupakan batasan ketika mempelajari penggunaan lahan. Bagaimanapun juga, survei tanah bisa diperluas terhadap efek manajemen tanah terhadap rangkaian tanah yang diberikan dengan membedakan phenofom (Bouma, 2005). Apa kesempatan kita di masa depan dan bagaimana kita bisa menaikkan acara? Sebaliknya, saya menyarankan beberapa perubahan drastis dalam cara kita melaksanakan penelitian (Bouma, 2005) dan saya tidak akan mengulanginya disini. Saya menyarankan agar kita berfokus terhadap kesempatan di masa depan yang sangat jelas saat ini:

1. Di eropa, kita melihat kesempatan baru pada undang-undang lingkungan, baru-baru ini kebanyakan mengenai air, dimana berfokus pada watershed (dataran tinggi dari mana sungai mengalir). Pendefinisian 3D aliran air dan kimia dalam konteks landscape dan watershed merupakan awal yang logis untuk mendefinisikan proses tanah, mengkombinasikan keahlian tanah dan hidrologi dalam disiplin ilmu baru *hydropedologi* (Lin et al, 2006).
2. Serupa dengan hal itu, perencanaan spasial belanda berdasarkan model tiga lapis yang memulai kondisi geologi, tanah dan air dan kondisi ekologi yang diasosiasikan pada lapisan pertama, diikuti oleh infrastruktur transportasi pada lapisan kedua dan *settlement* pada lapisan ketiga. Pengembangan lapisan pertama seharusnya menjadi aktifitas utama ilmu tanah.
3. Kerangka kerja tanah yang baru disetujui untuk uni eropa menawarkan banyak kesempatan untuk ilmu tanah dan berdasarkan pada prinsip tekanan, keadaan, respons, merefleksikan proses dan cara yang berhubungan dengan kelompok besar masyarakat dimana mereka bisa dipengaruhi oleh manajemen tanah. Hal ini kembali menawarkan kesempatan istimewa bagi ilmu tanah.

### **Bagaimana menaklukan tantangan?**

Saya menyarankan lima pendekatan (i) perangi 'atomisasi' dengan memulai proyek dengan analisa proses tanah yang terintegrasi dalam konteks landscape, yang masih menyisakan ruang untuk pemotongan ilmu di ujung; (ii) fasilitasi penghubungan proyek antar cabang ilmu dengan mendefinisikan keahlian kita pada tingkat pengetahuan yang berbeda ("K"), berkisar dari yang diam sampai yang edskriptif tepi tajam kuantitatif (Bouma, 2001). Bouma dan Droogers (1999) menggambarkan ini untuk kapasitas penyediaan kelembapan tanah; (iii) perluas jangkauan survei tanah dengan tidak saja mempertimbangkan *genoforms* tapi juga *phenofoms* dari rangkaian tanah yang diberikan, merefleksikan efek tipe manajemen yang berbeda; (iv) perangi ketergantungan database dan mulailah monitoring lahan secara ekstensif menggunakan teknik radar modern *wide array*, (v) meningkatkan komunikasi dengan kolega, pembuat kebijakan dan pemegang saham dengan mengikuti revolusi informasi.

**Referensi.**

- Bouma, J., 2001. The new role of soil science in a network society. *Soil Science* 166: 874-879.
- Bouma, J., 2005. Soil scientists in a changing world. *Advances in Agronomy* 88: 67-96.
- Bouma, J. And Droogers, P., 1999. Comparin different mthods for estimaing the soil moisture supply capacity of a soil series subjected to different types of management. *Geoderma* 92: 185-197.
- Icsu (INTERNATIOAL Council of Science), 2005. Strategic Plan for 2006-2012. [www.icsu.org](http://www.icsu.org).
- Lin, H., Bouma, J., Pachepsky, Y., Western, A., Thompson, J., van Genuchten, R., Vogel, H.J. and Lilly, A., 2006. *Hydropedology: Synergistic integration of pedology and hydrology*. Water Resources Research (in press).
- Stroosnijder, L., 2005. Measurement of erosion is it possible? *Catena* 64: 162-174.

## **MASA DEPAN ILMU TANAH DALAM MASYARAKAT INDUSTRI**

**Oleh. Henrik Breuning-Madsen**

Ilmu sains yang berdasarkan pedologi, ditemukan oleh Dokuchaev, kurang dari 100 tahun yang lalu. Sejak itu konsepnya telah mendefinisikan ilmu tanah dan kebanyakan survei tanah nasional telah mengadopsi pedology sebagai descriptor utama dalam pemetaan tanah. Sampai baru-baru ini, tugas utama bagi organisasi survei tanah telah memproduksi informasi regional untuk produksi pertanian dan kehutanan. Hal ini telah dilakukan pada tingkat nasional menggunakan klasifikasi nasional dan sistim deskripsi tanah, didukung oleh metode analitikal untuk mengkarakteristikan tanah.

Selama beberapa dekade lalu, fokus ilmu tanah dalam dunia industri telah berubah secara signifikan karena fokus masyarakat telah berubah dari produksi pertanian dan kehutanan kepada masalah lingkungan. Banyak dari masalah ini bisa diselesaikan pada tingkat nasional tapi sebagian lagi harus dibawa ke tingkat internasional. Lebih jauh lagi, banyak masalah lingkungan yang begitu kompleks sehingga tidak bisa dipecahkan oleh ahli ilmu tanah saja namun membutuhkan kerjasama ilmuwan lainnya seperti biologiwan, kimiawan, dan ahli dalam model komputer. Perkembangan ini membuat penting bagi ahli ilmu tanah untuk merubah fokus penelitian mereka dari tema yang berhubungan dengan produksi pertanian dan hutan kepada penilaian dampak lingkungan dan bagaimana menyelesaikan masalah lingkungan seperti kontaminasi tanah, erosi, pengasingan karbon dan pelarutan nutrient.

Sebagian besar masalah lingkungan itu kompleks dan membutuhkan analisa labor yang detil, perkembangan metode analisa baru dan plot percobaan pada skala berbeda sehubungan dengan waktu dan ruang. Masalah penting lainnya adalah menaikkan skala hasil berdasarkan poin terhadap skala regional, contohnya, dalam cakupan dan wilayah administratif. Perkembangan ini menimbulkan beberapa pertanyaan tentang bagaimana mendapatkan peta tanah yang paling sesuai untuk penyisipan, bagaimana memperkirakan hasil yang diperoleh lewat data poin modeling, data analisis tanah

dasar apa yang seharusnya tersedia untuk modeling, dan bagaimana kita mendidik ahli ilmu tanah agar mereka mempunyai pemahaman dasar mengenai transformasi yang diperlukan untuk merubah data tanah menjadi peta tematik yang dihasilkan yang bisa digunakan oleh pemerintahan kotamadya, kota, Negara atau internasional. Beberapa masalah lingkungan seperti pelarutan nutrient ke laut atau kontaminasi oleh kontamitan galian udara tidak mematuhi batas politik.

Peta tanah terkomputerisasi nasional bisa dianggap sebagai alat untuk menaikkan skala poin pengukuran terhadap skala regional, tapi mereka tidak selalu memiliki informasi penting dan update. Karena peta tanah nasional belum dikembangkan menurut sistim metodologi dan klasifikasi internasional, penting memberlakukan skala internasional untuk mengembangkan sistim internasional dan untuk me-unify sistim nasional. WRB adalah sistim klasifikasi tanah global tapi tidak perlu dipertanyakan seberapa cocoknya untuk menaikkan skala informasi berdasarkan poin model. Pendekatan morfo genetis tidak berfungsi dengan baik pada tanah yang termanipulasi parah yang dibajak, dikapur, dipupuki, dan dikeringkan. Kimia tanah dan fisika tanah ini tidak merefleksikan proses pedologi awal yang membentuk tanah dan bersama ini nama WRB. Beberapa fitur profil bisa menjadi *relic* seperti *gley* pada tanah kering, ketika yang lainnya seperti *mollic/umbric epepidon* tidak memberi makna pada area dibajak atau berkapur. Informasi yang disediakan dari nama bisa keliru, tidak relevan atau hanya membawa sedikit informasi. Masalah lainnya adalah WRB pada beberapa tingkat berdasarkan properti yang susah untuk mengukur dan ilmuwan menggambarkan dan mengelompokkan profil yang sama tidaklah sampai pada hasil yang sama. Ini memperlihatkan bahwa pemikiran baru diperlukan tentang bagaimana membuat peta tanah internasional pada berbagai skala yang cocok dengan tujuan saat ini.

Agar bisa menjalankan nationwide modelling lingkungan regional atau profil tanah dan data base analisis internasional harus dibentuk. Data base nasional ada untuk beberapa Negara tapi mereka tidak didirikan sehubungan dengan standar umum internasional. Sehingga, model regional bermasalah pada beberapa Negara karena adanya kehilangan data, sedangkan ketika modeling melewati batas database harus diciptakan data untuk peta tanah internasional. Untuk mematuhi masalah ini, kita harus menetapkan standar untuk metodologi analisa sehingga perbandingan data antar Negara bisa

dilakukan. Selanjutnya, ahli ilmu tanah harus mau memperkirakan data yang hilang pada database mereka, karena jika sebuah model memerlukan data yang hilang tambahan informasi harus diciptakan data base berdasarkan pengetahuan. Pada masalah ini, akan lebih baik jika ahli tanah membuat perkiraan. Ahli ilmu tanah seharusnya sepakat mengenai data apa yang akan disimpan dalam sebuah data base. Sebelumnya, fokus lebih banyak pada data kimia dan contohnya data fisika seperti data penyimpanan air menjadi tercecceh padahal itu penting dalam model air regional.

Secara politik, pemahaman yang meningkat mengenai tanah sebagai sumber daya yang terbatas dan rawan, seperti air dan udara. Sehingga, diskusi mengenai bagaimana menjaga tanah dan mengikuti keadaan tanah berlangsung dan ahli tanah mempunyai peranan untuk memainkan dalam bangunan kisi-kisi monitoring atau monitoring area, bagaimana mengumpulkan dan menganalisa sample tanah dan menarik kesimpulan.

Akhirnya, ahli ilmu tanah harus bekerja untuk memperkenalkan remote sensing techniques yang berkisar dari sensor satelit sampai alat berbasis tanah yang termasuk radar terrain-penetrating, peralatan geo-electric atau magnetometer, remote sensing di pertanian baik digunakan. Penerapan pupuk anorganik sesuai dengan peta tanah dan lokasi yang tepat penggunaan traktor GPS adalah umum. Peta tanah yang dibuat dengan menggabungkan survey tanah tradisional dan semotely sensed data memungkinkan untuk mengindikasikan tingkat ketepatan dan statistic eror yang dikembangkan dari evaluasi geo-statistik. Informasi yang penting ketika mengkarakterisasikan dan mengekspresikan keakurasian local atau menyeluruh peta tanah.

Kesimpulannya, ilmu tanah memegang peranan penting dalam pendeteksian dan pemecahan masalah lingkungan pada skala regional. Untuk melakukannya, kita harus merubah fokus kita dari produksi pertanian menjadi masalah lingkungan.



# **LINGKUNGAN TANAH, PENGGUNAAN TANAH DAN IMPLIKASI SOSIAL EKONOMI**

**OLEH: WOLFGANG BURGHARDT**

Dept. Of Soil Technology, Faculty of Bio and Geoscience, University  
Duisburg – Essen, 45117 Essen, Germany.

Dari pemahaman penulis secara personal dan pengalaman praktis dengan tanah, kepentingan ilmu tanah kedepan melipti 3 aspek : 1). Tanah dan lingkungan, 2). Tanah dan penggunaan lahan dan 3). Keterkaitan ilmu tanah dengan sosial ekonomi.

## **Tanah dan Lingkungan**

Dalam ilmu tanah ada perpecahan antara orientasi utama terhadap properti tanah dan pengembangan tanah berdasarkan proses. Fokus utama definisi tanah mengacu kepada tanah dan properti lapisan permukaan. Lebih jauh lagi, pandangan reductionist terhadap tanah difokuskan kepada properti materi dan produksi pertanian. Mengikuti tren ini, ilmu tanah menjadi ilmu segmen tanah dan bukannya ilmu tanah. Ini berhubungan dengan perkembangan teknik industri yang memfokuskan pada produk menjanjikan yang terbatas jumlahnya.

Banyak produk dan fungsi penting yang disediakan oleh tanah bisa dibangkitkan tanpa tanah. Produksi protein teknikal pada kultur air merupakan salah satu contoh, air minum bersih juga bisa disediakan oleh ukuran teknikal bukannya menggunakan tanah sebagai pelindung air tanah terhadap polusi. Ide yang berhubungan dengan tanah sebagai materi adalah kualitas materi bisa distandarkan. Sehingga, kualitas tanah bisa disahkan. Tapi apakah ini betul-betul sebuah konsep yang pantas untuk dipertimbangkan? Saya belajar dari kunjungan saya ke tempat penyulingan sherry di Jerez, spanyol, bahwa tanah dengan kualitas terendah, tanah dari tanah putih, merupakan tanah yang paling baik untuk anggur sherry. Permintaan akan tanah juga berbeda sehingga bisa ada sebuah konsep kualitas tanah yang unik dan universal karena untuk konstruksi materi sebagai contohnya.

Segera setelah endapan lumpur tanah buatan manusia alami, lingkungan memulai aksinya lewat proses kimia, fisika, mekanika

dan biologi. Perkembangan tanah selalu merupakan proses alam. Seiring waktu, properti materi tanah endapan lumpur mendapatkan sepertiga kelompok properti. Kelompok kedua diciptakan oleh jenis kombinasi, keragaman, durasi, tahap aksi elemen lingkungan. Mereka menentukan properti baru lapisan permukaan yang didefinisikan sebagai tanah, termasuk horizon dan pola ruang yang diverse. Pada satu sisi, horizon tanah dan pada sisi lain pole tanah pada landscape seperti rangkaian reaktor yang mempengaruhi proses. Properti tanah mendapatkan aset berwujud sebagai hasil berbagai proses. Dinamika yang tinggi kerusakan, penggantian dan *pesealan* hasil tanah dalam proses baru, contohnya, seperti fundamental kehidupan manusia seperti akumulasi CO<sub>2</sub> pada lapisan atas tanah yang bebas humus, perubahan evapo-transpiration dan pembaharuan air tanah.

Pengembangan komposisi dan organisme baru, dan penyebaran keduanya diseluruh dunia terlalu berisiko. Tanah dengan property yang sangat beragam mempunyai kapasitas yang lebih tinggi untuk menjadi buffer (alat untuk memperlambat proses kimia) dan untuk menahan efek merugikan pada jangka waktu yang lebih panjang. Tanah jenis itu memberi kita kesempatan untuk mendeteksi catastrophe potensial dimasa depan, dan untuk mengurangi risiko. "Waldsterben" (hutan dieback) menggambarkan hal ini.

Kelompok ketiga adalah tanah yang selalu unik bagaimanapun dekatnya pada individu tanah lainnya. Disamping genetic pool dan lithosphere, tanah merupakan satu dari pembawa informasi terbesar. Hak dan kemampuan individuality dan untuk mempunyai hubungan dan kepentingan mereka pada perkembangan manusia ketika informasi dari makhluk hidup dan mati dirusak dan hilang.

Menurut pendapat saya, bantuan selama konsep prosedural berdasarkan aksi lingkungan akan meningkatkan kesempatan untuk ahli tanah untuk menyumbang kehidupan manusia yang sustainable dan promosi ilmu tanah kepada publik.

## **Tanah dan penggunaan lahan**

Kebanyakan tanah dirubah oleh manusia yang menjadi faktor terbesar lingkungan yang mempengaruhi tanah dan prosesnya. Di kota, tanah mempunyai lingkungan baru. Ini bisa terjadi oleh penggunaan khusus sebuah plot lahan dan materi dan emisi panas dari penggunaan plot lain. Ada komponen ketiga dependence. Pada dunia komersil, plots area berbeda berhubungan dengan ekspor dan impor energi

dan materi. Hubungan tanah menjadi sebuah hasil langkah-langkah berbeda produksi dan perdagangan pada beberapa lokasi dan tidak lagi kekuatan gravitasi dan gradient materi dan konsentrasi energi dalam landscape. Pada beberapa area, tanah dan hubungan mereka dan konsekuensi ruang kemunculan property akan ditentukan oleh hubungan ekonomi plot-plot tersebut. Hubungan baru tanah tidak terbatas pada landscape tapi bisa hadir di seluruh benua. Pada masa mendatang, dengan ekonomi yang meningkat, perluasan tanah antropogenik akan meningkat secara drastis. Ilmu tanah akan tetap menjadi penting ketika fokusnya adalah penggunaan tanah sebagai faktor masa depan utama lingkungan tanah, perkembangan tanah, properti tanah dan fungsi tanah.

### **Tanah dan sosial ekonomi**

Saat ini, biaya sosial ekonomi menentukan kebijakan pada sebagian besar negara. Peranan tanah dalam konteks ini belum terdefinisi dengan jelas sampai saat ini. Satu masalah utama adalah perbedaan kepentingan antara pengusaha swasta dan umum termasuk kepentingan pemerintah dalam short term return investasi, pajak dan kepemilikan, dan pembagian publik yang memerlukan ketahanan jangka panjang kondisi kehidupan ekonomi dan sosial.

Biaya sosial besar dalam anggaran pemerintah. Mereka perlu mendukung orang miskin, sakit, dan keluarga. Biaya untuk kebijakan lingkungan pemerintahan yang mendukung kesehatan, makanan, dan produk alam lainnya, rekreasi, dan peraturan iklim mengurangi biaya sosial dan mendatangkan kestabilan sosial. Tanah punya potensial yang harus dipertimbangkan dalam konteks ini.

Masalahnya adalah bahwa ilmu tanah berada dalam ilmu lingkungan dan agronomi. Artinya ia berada dalam wilayah yang salah; bukan institusi untuk menyeimbangkan keuntungan di masa depan atas tanah dan biaya perlindungan tanah ukuran hari ini atau yang sudah dilanda bencana sosial dan ekonomi perubahan iklim.

Besarnya penting transport dan impor materi dan energi terhadap tanah oleh proses sosial dan ekonomi harus mendapatkan fokus utama ilmu tanah pada penelitian materi massa dan keseimbangan energi, baik secara lokal dan global. Kontribusi penting dari tanah adalah:

1. Produksi makanan, bahan bakar, materi mentah, gabungan kimia baru, (seperti plastik) dan sisanya dalam tanah.

2. Suplai air bersih untuk pertanian dan untuk perkembangan populasi urban yang cepat.
3. Kesehatan, dilution dan transformasi noxious compound dari emisi dan munculnya organisme patogen dalam tanah.
4. Atmosfir co2 pengurangan meningkatnya produksi massa tumbuhan dan sisa incorporasi terhadap tanah.
5. Perubahan albedo dan untuk kapasitas penyimpanan panas tanah
6. Kapasitas tanah baru sebagai habitat dan perlindungan organisme khusus kepentingan ekonomi.
7. Penggunaan tanah di area yang disegel contohnya air badai infiltration, dan untuk pohon jalan dan tanaman di *sealed* area.

Ahli tanah harus belajar bahwa karya mereka lebih berhubungan dengan social ekonomi daripada terhadap administrasi lingkungan. Ilmu tanah menyumbang return jangka pendek investasi dan pajak, tapi khususnya untuk menghindari biaya jangka panjang. Ini termasuk biaya kesehatan yang meningkat dan riisko lainnya dan asuransi, juga investasi besar dalam jangka panjang seperti bahan baker dan air. Masa depan ilmu tanah tergantung kepada kerjasamanya dengan factor social ekonomi.

## **MASA DEPAN ILMU TANAH: PANDANGAN DARI NEGARA BERKEMBANG**

**OLEH : KEP COUGHLAN**

Hassal and Associates, Canberra, Australia.

Pandangan saya ini bukan sebagai akademisi atau peneliti ilmu tanah, melainkan sebagai orang dengan pandangan mengenai tanah dan kebutuhan lahan (dan masa depan kebutuhan ini) yang sangat kuat diwarnai lingkungan saya. Saya bekerja di Kamboja, satu dari Negara termiskin di Asia Tenggara, dimana tingkah laku ditentukan oleh obyektif pengurangan kemiskinan yang harus mengoperasikan dalam sebuah lingkungan pemerintahan yang tidak sempurna, kurang perencanaan yang integrative, dan pada beberapa kasus penggunaan dana donor internasional untuk menetapkan perkembangan agenda. Masalah-masalah itu ditinjau dari perspektif Negara berkembang yang sering diputarbalikkan dan dibesar-besarkan bila dibandingkan dengan pandangan dari Negara yang telah berkembang. Perubahan dalam perspektif ini memungkinkan anda untuk melihat masalah yang familiar dalam light yang baru. Saya akan menggambarkan perbedaan ini dengan mengacu kepada tiga masalah familiar untuk ahli ilmu tanah:

### **Perlunya perencanaan sumber lahan**

Kebanyakan Negara yang sedang berkembang, ada beberapa contoh dimana kegiatan seperti pembersihan hutan dilakukan untuk kepentingan swasta. Ini mungkin muncul sebagian karena kurangnya perencanaan nasional, dan juga karena kurangnya realisasinya sehingga biaya kolektif aktifitas lebih berat kepada kepentingan pribadi. Data bio fisika dan social ekonomi yang baik bisa memberikan kontribusi nyata terhadap degradasi lingkungan terbatas selama fase perkembangan sebuah Negara. Bagaimanapun, data itu jarang tersedia, dan ketika informasinya dalam bentuk dan skala yang berbeda, sehingga penggunaan perencanaan itu susah atau bahkan mustahil. Kontribusi perencanaan bagus itu pada Negara yang sedang berkembang dibesar-besarkan secara signifikan dibandingkan dengan

Negara berkembang karena kerusakan lingkungan pada skala yang berkisar dari local menuju global jauh lebih tinggi.

Ada beberapa kemungkinan ekosistem unik yang aman melalui intervensi perencanaan yang memadai. Danau Tonle Sap di Barat daya Kamboja adalah fenomena lingkungan yang terkenal di dunia dimana area hutan sangat luas terkena banjir pada musim hujan memproduksi sumber pengembang biakan ikan yang subur. Bagaimanapun juga, ada persaingan penggunaan area ini oleh petani miskin yang menebang hutan pada lahan state untuk menanam padi ketika air banjir surut. Keuntungan ekonomi jangka panjang diperoleh tapi kerusakan potensial terhadap sumber daya ikan, sumber utama protein untuk rakyat Kamboja, sangatlah besar. Perencanaan sumber lahan yang baik, dan intensifikasi produksi padi pada area lain merupakan solusi yang jelas, tapi seseorang mungkin bisa dirugikan selama perkembangan yang sangat cepat.

### **Pengolahan sampah lahan**

Penggunaan tanah sebagai penyaring bio adalah opsi penting bagi manajemen lingkungan di negara yang sudah berkembang. Pada negara yang sedang berkembang, pembuangan kotoran dan limbah industri sering dibuang ke sungai yang berdampak terhadap lingkungan dan kesehatan. Sejak tanah sering tidak subur, penggunaan limbah cair yang diterima untuk irigasi industri pangan akan mendatangkan keuntungan berlipat ganda sebagai meningkatkan produktifitas dan mengurangi kerusakan lingkungan. Hanya ketika nutrisi dari sampah sangat dibutuhkan sekali untuk mempertahankan kesuburan tanah, mereka sering dikeluarkan dari sungai. Teknik untuk lahan pengolahan limbah telah tersedia di negara yang sudah berkembang, dan penerapannya dalam negara yang sedang berkembang merupakan kesempatan besar.

### **Pertanian Organik**

Semua sistem pertanian tradisional menganut sistem organik. Sekarang beberapa sistem, seperti "slash and burn" (metode pertanian primitif dimana tanah dibakar dulu sebelum ditanami) sekarang dikritik karena implikasi dan ketidaktahanan lingkungan dihubungkan dengan pendeknya fase regenerasi hutan. Produk organik merupakan sebuah pasar yang cocok, dan sehingga pertanian organik punya

tempat. Donor internasional di kamboja sedang berargumen bahwa sejak petani lokal tidak menggunakan pupuk dan pestisida kimia, mereka mendapatkan keuntungan yang komparatif pada pasar ekspor untuk menyuplai produk organik ke negara yang sudah berkembang. Ketika hal ini betul pada skala yang terbatas, pertanyaan yang harus dipertanyakan adalah: "Apakah penerapan praktek pertanian organik pada tingkat nasional sustainable?". Jika tidak, petani kamboja bisa menolak keuntungan produktifitas dan profitabilitas yang meningkat atas nama penyediaan produk yang lebih disukai oleh pelanggan, khususnya negara yang sudah berkembang. Pada saat yang bersamaan, sumber daya berharga akan dirubah dari pasar bangunan berharga dalam daerah.

Saya merasa skeptis bahwa petani bisa bertani secara organik dari materi yang diproduksi oleh lahannya. Masalah contentius seperti ini harus di hadapi, tapi pada negara yang sedang berkembang, ada keahlian ilmiah yang terbatas, dan agendanya sering ditentukan oleh ahli asing. Ada kebutuhan akan debat logis berdasarkan bukti empiris, tapi hal ini kurang. Contohnya, satu grup pro terhadap pertanian organik di kamboja terdengar menyatakan "Jika anda menerapkan kimia terhadap lahan anda, anak-anak anda akan lahir cacat". Pernyataan yang emosional ini menyamakan urea dengan "agen jeruk". Ini merupakan area dimana ahli ilmu tanah bisa memberikan kontribusi nyata dengan meningkatkan kuantitas keseimbangan nutrient, potensial untuk daur ulang nutrien melalui tanaman, dan sumber biologi nutrien seperti fiksasi nitrogen.

Studi global memperlihatkan bahwa negara yang sudah berkembang mengakumulasikan nutrien melalui produksi pertanian impor, sementara nutrien di beberapa negara yang sedang berkembang dihabiskan. Jika hal itu membuktikan bahwa praktek pertanian organik tidak tahan pada tingkat produksi yang logis pada skala ladang, seharusnya ahli ilmu tanah melobi untuk subsidi pupuk kimia (menetapkan harga umum) ketimbang membiarkan negara berkembang untuk tetap dengan hasil rendah? Pada konferensi baru-baru ini saya diberitahu bahwa harga urea di eropa US\$90 namun di Malawi US\$700, dimana hanya sedikit petani yang mampu membelinya.

Negara yang sedang berkembang akan selalu menjadi labor dimana ide bagus para ahli dari negara yang sudah berkembang diuji cobakan. Hal ini tentu saja bersifat positif, kecuali ketika strategi yang

bisa bekerja dengan baik pada beberapa situasi diterapkan pada semua situasi oleh pendukung yang antusias. Satu ide cemerlang seperti itu adalah sistim untuk intensifikasi padi yang diajukan, inter alia, bahwa padi merupakan sereal normal yang diadopsi untuk di tanam di kolam, tapi yang akan lebih baik lagi di tanah yang didrainase tanpa tekanan air. Para pendukung menyatakan: "Padi yang kebanjiran, sesak, dan beracun (dengan pupuk kimia)". Sistim ini perlu diuji secara tepat karena ada konsekuensi merugikan yang serius bagi petani miskin jika teori ini salah.

Kesimpulannya adalah masa depan ilmu tanah di negara yang sedang berkembang tidaklah semua "sains", tapi sains yang bagus dan bukti empiris penting untuk memungkinkan debat rasional. Kita harus meklaim kembali hak, dan terlibat, dalam debat di area seperti pertanian organik (dalam ilmu tanah) dan masalah seperti GMO pada skala pertanian yang lebih luas.

Saran saya terhadap ahli ilmu tanah adalah untuk terlibat dalam penelitian dan perkembangan negara yang sedang berkembang. Tidak hanya menguntungkan bagi negara tersebut, tapi juga akan memberikan pandangan yang berbeda yang sering menjelaskan sudut pandang insular (geografi atau keilmuan).

## **MASA DEPAN ILMU TANAH: PANDANGAN DARI EROPA**

**OLEH : ENDRE DUBOS**

Department of Physical Geography and Environmental Science,  
Universit of Miskolc, 3515 Miskolc Egyetemvaros, Hungary.

Pada awal milenium baru, masalah kerusakan lahan, disparity potensial produksi dan populasi yang membawa kapasitas yang telah menjadi perhatian internasional. Globalisasi dan masalah lingkungan membutuhkan pengumpulan dan penafsiran informasi-informasi tanah selaras dan global. Hal ini merupakan tantangan dan tugas yang besar bagi para ahli ilmu tanah di masa depan untuk menyediakan data tanah yang memadai kepada masyarakat dalam sebuah dunia yang info-centris.

Sains thematic, seperti: ilmu tanah, sebagai disiplin ilmu yang berdiri sendiri tidak bisa eksis, tanpa mengintegrasikan dirinya ke dalam satu tujuan dan masyarakat yang berorientasi masalah. Artinya:pengetahuan yang diwakilkan oleh komunitas ilmu tanah harus dimengerti dan bisa dijual kepada ilmu sains lainnya, dan data yang digunakan oleh model antar cabang pengetahuan harus bisa menjawab kebutuhan model.

Data tanah diperlukan untuk beragam penerapan dijalankan oleh ilmuwan non ilmu tanah dan kadang digunakan tanpa sepenuhnya memahami maknanya, asal, kualitas dan penggunaan serta keterbatasannya. Sebuah bahasa komunikasi diperlukan untuk mentransfer pengetahuan antara penyedia data tanah dengan pengguna data yang bukan dari kalangan ilmu tanah. Tugas ini lebar dan termasuk kepada perkembangan metodologi dan bahasa yang selaras pada skala yang berbeda deskripsi tanah terhadap pemetaan tanah digital serta informasi teknologi lahan.

Penulis mewakili masyarakat pemetaan tanah digital dan klasifikasi tanah dari komunitas Eropa. Dimana harmonisasi database nasional dan perkembangan spatially dan thematically consistent international cross-border database merupakan masalah kunci pada tingkat benua dan wilayah. Manajemen sumber daya alam dan sumber daya manusia yang terpadu di seluruh eropa merupakan hasil yang

menguntungkan dan potensial untuk eropa terpadu. Dalam konteks ini, saya ingin menyorot beberapa masalah utama dan tekanan ilmu tanah dalam waktu dekat.

### **Perkembangan Database Tanah**

Data tanah pada berbagai skala, detil, ketepatan telah dikumpulkan di seluruh dunia pada satu setengah abad terakhir. Survei tanah merupakan faktor utaman pada perkembangan pengetahuan ilmu tanah kita. Hal itu membantu kita memahami dan mengklasifikasikan tanah dan fungsi mereka di landscape. Kebanyakan ahli ilmu tanah yang terbaik mendapatkan pengetahuan mereka lewat survei tanah. Bagaimanapun juga, banyak kampanye survei tanah yang berakhir dan pengetahuan yang diwakilkan dan dipertahankan oleh komunitas peneliti tanah lambat laun lenyap. Kita membutuhkan survei tanah (i) untuk meneruskan usaha peneliti yang lama; (ii) untuk memperbarui pengetahuan yang diwakili oleh peta dan database tanah; dan (iii) untuk mentransfer informasi ini ke dalam konten dan format yang dibutuhkan oleh masyarakat pengguna data.

Perubahan dunia juga telah merubah prioritas dari produksi pertanian ke masalah lingkungan, khusus di bagian dunia yang lebih berkembang industri. Data tanah yang tersedia sering gagal untuk menyediakan jawaban yang dibutuhkan untuk memenej sumber daya lingkungan kita. Data tanah jenis baru yang dibutuhkan untuk melengkapi data base yang ada dan harus diintegrasikan ke dalam GIS untuk menyediakan detil spatial yang dibutuhkan oleh sipengguna. Teknik pemetaan tanah digital sebagai alat tambahan untuk spatializing variability dan keragaman tanah diintegrasikan ke dalam set alat pemetaan tanah tradisional. Rasio prosedur kuantitatif vs kualitas akan meningkatkan penyediaan data konsistensi thematic dan spatial, prosedur dan ukuran keakuratan data yang bisa direkam. Metadata, jaminan kualitas dan ukuran kualitas merupakan bagian sama database khususnya ketika data digunakan diluar ilmu tanah.

### **Keselarasan**

Banyak masalah lingkungan yang melintasi batas politik. Data, yang telah dikumpulkan pada tingkat nasional menggunakan standar nasional, harus digunakan bersamaan untuk mengextract informasi yang diperlukan. Tugas ini susah karena perbedaan sistim nasional.

Inkonsistensi spasial adalah bukti dan masalah yang bisa dideteksi dengan mudah lewat poligon yang non matching sepanjang batas politik. Masalah yang kurang jelas namun besar adalah ketidakkonsistenan thematic yang datang lewat pemahaman dan penafsiran yang sistim reference lewat penyedia data dan "penerjemah". Pemulaian kampanye survei lapangan baru sepertinya tidak realistis dalam waktu dekat ini. Solusi satu-satunya adalah menyelaraskan data yang ada, yang dilakukan dengan komunitas eropa. Penyelarasan membutuhkan sebuah sistim dan klasifikasi variabel tanah yang umum. Sistim itu haruslah sepadan dan sederhana, dimana semua sumber data nasional bisa "masuk" dalam window data proses yang diproses dan di terjemahkan dalam format dan konten yang diminta. Standar ini tidak ditemukan untuk variabel tanah. Satu tugas ilmu tanah yang penting adalah pengembangan kerangka kerja data yang distandarkan. Dasar acuan dunia adalah contoh yang paling baik untuk menggambarannya.

### **Klasifikasi Tanah**

Kebanyakan sistim klasifikasi tanah dimulai pada pertengahan abad terakhir dan mulai digunakan sejak 1960 berdasarkan prinsip gen. Modifikasi dibuat pada beberapa sistim. Berdasarkan pengalaman dan pengetahuan yang telah diperluas, penekanan berubah dari pendekatan gen, terhadap penggunaan properti tanah yang quantifiable seperti kriteria pembeda. Pendekatan diagnostis ini definisi parametric memberi kepuasan lebih dari dasar data digital dan menghasilkan usaha harmonisasi. Sistim klasifikasi korelasi resmi adalah World Reference Base (WRB) untuk sumber daya tanah. Penggunaan sistim korelasi seperti itu memastikan pengkarakteristikan, pengidentifikasian, dan penafsiran umum unit tanah dan membantu perkembangan database tanah ikatan cross. Banyak sistim nasional telah menganut pendekatan diagnostos, menggantikan spesifikasi kriteria diagnostis, horizon dan properti WRB, sementara menjaga nomenclature dan klasifikasi. Pendekatan ini mempermudah korelasi antara sistim nasional, sementara mempertahankan detil lokal dan tradisi sistim nasional.

## **Pedometric**

Ilmu tanah kuantitatif, disebut pedometrik, merupakan perkembangan terbaru dalam ilmu tanah. Itu mencakup porsi yang besar dari teknik pemetaan tanah digital terhadap tiruan proses dan variabel tanah. Sampai baru-baru ini, pemahaman kita terhadap proses tanah diatur oleh seperangkat peraturan kualitatif, yang dipercaya benar dan menjelaskan hakikat dan properti tanah pada lingkungan tertentu. Ahli pedometric mencoba untuk mengquantify peraturan hubungan ini untuk menguji peraturan itu sendiri, untuk menguji variabelitas ruang dan waktu dan perubahan properti tanah dan untuk meramalkan tren di masa mendatang. Percobaan ini menggunakan teknik kuantitatif yang paling maju dan sumber data digital untuk menguji apa yang kita percayai benar. Hasilnya mendorong! Itu membuktikan bahwa kita berada pada jalur yang benar, dan bisa membuktikan kebalikannya juga. Tapi pesan yang paling penting adalah bahwa pemahamna dan pengetahuan kita masih jauh dari kenyataan. Hal baiknya adalah bahwa banyak yang harus kita lakukan dan bisa menikmati pekerjaan yang kita sukai, melakukan penelitian di ilmu tanah untuk lebih memahami tanah.

# **ILMU TANAH, LINGKUNGAN GLOBAL DAN KESEJAHTERAAN MANUSIA**

**OLEH: JULIAN DUMANSKI**

16 Burnbank St., Ottawa, Canada.

"Masalah lingkungan yang diakibatkan oleh kegiatan manusia telah mulai mengancam sistim pendukung ketahanan kehidupan bumi. Diantara tantangan yang paling penting mengenai kemanusiaan adalah konservasi, restorasi, dan manajemen sumber daya bumi yang bijaksana." (Lubchenko, 1998)

Studi tanah sebagai badan alami dimulai sebagai ilmu pertanian, tapi di masa depan terletak pada ilmu lingkungan. Tanah merupakan makhluk hidup, ia merupakan bagian integral ekosistem terestrial bumi, dan sebagai komponen penting dalam menyediakan pelayanan dan keuntungan lingkungan global. Eksploitasi yang dilakukan oleh sumber daya alam telah mengakibatkan kerusakan ekosistem global (modal alam), dan perkiraan terbaru adalah bahwa kerusakan ini akan terus terjadi sebagai akibat peningkatan 3 sampai 6 kali lipat dalam GDP global pada tahun 2050, bahkan ketika populasi global diharapkan untuk tingkat off (UNEP, 2005). Tantangan yang dihadapi oleh ahli ilmu tanah adalah untuk mengintegrasikan dan memperdalam ilmu mereka, bekerja sama dengan profesional di bidang lingkungan, sosial, ekonomi, dan politik, untuk membantu menyelesaikan masalah lingkungan global utama ini.

## **Kedadaan lingkungan**

Saat ini, sekitar 25% permukaan terestrial bumi secara intensif dimenej, baik dalam pertanian, hutan buatan dan alami, atau perlindungan alam (UNEP, 2005), dan sekitar 70% dari total permukaan lahan berada dibawah berbagai bentuk intervensi manusia (Vitousek 1994). Bukti bagaimana perubahan penggunaan lahan membawa dampak pda ekosistem global dan kesejahteraan manusia digambarkan oleh UNEP Millenium Ecosytems Assessment Report (UNEP, 2005):

- Lebih banyak lahan yang dirubah menjadi lahan pangan pada 50 tahun terakhir ketimbang antara tahun 1700 – 1850.
- Air segar diambil dua kali lebih banyak (70% untuk pertanian), dan penampungan air dalam bendungan menjadi 4 kali lipat.
- Aliran Nitrogen menjadi dua kali lipat, dan aliran fosfor menjadi tiga kali lipat. Hampir setengah dari pupuk sintetis telah digunakan sejak tahun 1985.
- Konsentrasi CO<sub>2</sub> pada atmosfer telah meningkat sebanyak 32% sejak 1750, dengan perkiraan sekarang menjadi 60% sejak tahun 1959.
- Kegiatan manusia telah mengakibatkan kerugian habitat kehidupan liar yang signifikan dan keragaman global

Kerusakan pelayanan ekosistem mewakili kerugian aset modal, dan ketika hal ini kadang-kadang bisa dibenarkan untuk memproduksi keuntungan yang lebih banyak pada pelayanan lain, seringkali pelayanan ekosistem degradasi mengambil lebih banyak tempat dari kepentingan masyarakat (UNEP, 2005).

### **Konvensi Internasional**

Konvensi lingkungan internasional menyediakan platform dan fokus untuk pemulihan kerusakan tanah pada skala global. Ketika semua konvensi berhubungan dengan masalah kompleks manajemen lahan pada tingkat global dan nasional, hanya konvensi amerika serikat lah yang memerangi desertification, konvensi kerangka kerja PBB pada perubahan iklim, dan subsidiary, protokol Kyoto, Forum PBB mengenai hutan yang secara khusus mengacu kepada kerusakan lahan dan manajemen tanah. Konvensi lain yang berhubungan termasuk konvensi PBB mengenai keragaman biologi, kerangka kerja perjanjian mengenai air internasional, dan traktat Ramsar mengenai lahan basah. Konvensi internasional tidak menyinggung kegiatan dalam konservasi tanah, tapi mereka menyediakan agenda fora dan global untuk masalah tanah untuk diintegrasikan lebih komprehensif menjadi agenda lingkungan global.

### **Ilmu tanah dan manajemen ekosistem**

Lingkungan terrestrial global terdiri dari mosaik yang terhubung dengan ekosistem alam dan lahan yang digunakan manusia. Kesehatan

ekosistem ini didefinisikan, sebagai integritas ekosistem, tergantung kepada komponen ekosistem dan proses sinergi yang lewat diantaranya dan menghasilkan aliran tetap produksi dan lingkungan barang dan jasa (GEF, 2004). Kerusakan lahan mempengaruhi komponen ekosistem tertentu dan siklus fungsional, dengan cara itu melemahkan sinergi dan keamanan aliran jasa yang mengalir dari situ. Peranan ilmu tanah dalam pengurangan kerusakan lahan adalah untuk memfokuskan perhatian pada hubungan dan sinergi diantara dan antar komponen yang teridentifikasi pada ekosistem global dan local, menyadari bahwa tanah merupakan poin pusat dan poros tengah dimana semua proses harus melewatinya.

Pendekatan *landscape* dibutuhkan untuk mempelajari peranan tanah sebagai sebuah komponen integral alam dan ekosistem (Dumanski, et al 2002). Studi *landscape* menghadirkan pemahaman mengenai interaksi ekologi dan social ekonomi, menghubungkan keuntungan local terhadap barang dan jasa lingkungan global melalui area yang dapat dihubungkan pada permukaan terrestrial bumi. Agroekosistem dan ekosistem yang dimenej lainnya mengalami tekanan, aliran energi dan pergerakan yang berbeda. Hal ini harus lebih dimengerti tidak hanya sehubungan dengan balik modal (hasil dan lain-lain), tapi juga sebagai akibat intervensi manusia pada system alam.

Pemulihan kerusakan lahan dan restorasi ekosistem memerlukan aksi legislative dan inisiatif ekonomi seperti menciptakan kebijakan lingkungan, penggunaan alat ekonomi yang lebih besar seperti perdagangan karbon, pembayaran untuk jasa ekosistem, skema sertifikasi, dan lain-lain; *incorporation* nilai diluar pasar dalam investasi ekosistem, juga penghapusan subsidi dan kebijakan lain yang berdampak negative terhadap manajemen ekosistem. Bagaimanapun juga, resolusi akhir memerlukan inovasi teknologi yang bertarget dalam ilmu tanah untuk meningkatkan kesehatan tanah ketika menyediakan keuntungan ekonomi (Dumanski, et al., 2002).

Ahli ilmu tanah telah berpartisipasi dalam beberapa inisiatif ini, tapi pengembangan ilmu tanah akan meliputi ilmu sains lain dan pendekatan lain. Untuk memungkinkan transisi ini, ilmu tanah harus bergerak dari posisi yang tidak ilmiah dan puritan menjadi sains yang bertindak untuk mengintegrasikan semua kran lingkungan manusia dan biofisika didalam fungsinya. Setelah semuanya, tidakkah ini tempat menemukan tanah di alam.

## **Referensi**

- Dumanski, J., P.A. Bindraban, W.W. Pettapece, P. Budlock, R.J.A. Jones and A. Thomasson, 2002. Land classification, sustainable land management, and ecosystem health. In: Encyclopedia of food and agricultural science. Encyclopedia of life support system. EOLSS Publisher, Oxford, UK.
- GEF, 2004. Scope and Coherence of the land degradation activities of the GEF. GEF/C.24/6. GEF, Washington, D.C.
- Lubchenko J., 1998. Entering the century of the environment : A new social contract for science. *Science* 279:491-497.
- UNEP, 2005. Millenium Ecosystem Assesment. UNEP. Nairobi, Kenya. *Ecology* 75: 1861-1876.

## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH : HARI ESWARAN**

USDA Natural Resources Conservation Service, 1400. Independence Avenue, Washington DC 20250, USA.

Sains menyediakan dasar pengetahuan untuk manusia agar mereka bisa mengelola lingkungan mereka dengan baik dan mendapatkan kualitas hidup yang baik, baik pada saat ini maupun di masa depan. Hal terakhir sangat mendesak. Para ilmuwan telah berdebat mengenai batas kemampuan bumi untuk mendukung perkembangan populasi. Beberapa ilmuwan melihat batas kapasitas tanah untuk memproduksi makanan dan serat yang diperlukan untuk mengantisipasi peningkatan populasi. Ilmuwan lain berpikir bahwa terlalu dini untuk meremehkan potensi teknologi di masa depan dalam meningkatkan produksi makanan secara besar-besaran. Saat ini ada 800 juta orang yang kekurangan nutrisi dan 22 milyar lainnya hanya bisa memperoleh asupan kalori minimum. Ada korelasi kuat iklim dan geografi terhadap nutrisi. Kebanyakan orang-orang yang kurang gizi menetap di daerah yang terlalu dingin, terlalu kering, terlalu basah, atau terlalu panas untuk tingkat produksi pertanian. Sebagai tambahan, kemiskinan pasar yang tidak stabil dan pemerintahan yang tidak stabil mengisyaratkan bahwa negara-negara ini tidak memiliki teknologi yang maju. Kemiskinan, perang sipil, pemerintahan yang korupsi, yang sering kali berhubungan, menghambat pengembangan kemampuan untuk memproduksi dan mendistribusikan makanan secara efektif kepada orang-orang yang kurang gizi. Seperti halnya ilmu sains lain, ilmu tanah berada dalam keadaan bosan sepanjang dekade terakhir pada abad ke-20. Kepercayaan bahwa bioteknologi akan menyelesaikan semua hambatan produksi pertanian berarti kurangnya penekanan terhadap kebutuhan untuk memahami tanah. Batas, dan tidak hanya janji, bioteknologi semakin jelas saat ini. Masa depan ilmu tanah tergantung pada seberapa baik kita memenej perkembangan ilmiah yang stabil. Ilmu tanah harus memertahankan identitasnya ketika memperlihatkan nilai-nilainya kepada ilmu sains lainnya; itu harus berkontribusi tapi tidak menyimpang oleh sains yang berhubungan. Ilmu tanah ditantang untuk tetap relevan, menghasilkan sesuatu yang bermakna tidak hanya kepada ilmuwan tetapi juga masyarakat,

dan tetap mendorong frontier (cabang ilmu baru yang masih harus diselidiki) di lapangan. Masa depan tergantung kepada bagaimana cara kita memenuhi tantangan berkesinambungan ini.

Secara umum, kita tidak menonjol dalam demonstrasi kontribusi dan nilai kita kepada masyarakat. Faktanya, kita menghindari terlibat dengan masyarakat. Tahun 1960 dan 1970-an merupakan puncak profesi kita, menyatukan komunitas ilmiah untuk bekerja mengenai istilah (terminology) dan klasifikasi. Kita memiliki tujuan yang terdefiniskan yang akan kita capai. Jelas, masyarakat ilmu tanah akan bekerja dan menonjol ketika dihadapkan dengan tantangan. Kepemimpinan saat ini harus membawa tantangan baru untuk tantangan untuk menggerakkan kekuatan teknis masyarakat terhadap tujuan yang jelas dan bermakna. Kongres dunia ilmu tanah IUSS yang akan datang menjanjikan untuk menjadi yang terbaik, dan bisa menjadi sesuatu yang besar jika mengemukakan sejenis percikan api. Kerusakan lahan dan deseryification berpotensi besar untuk menjadi poin pengumpulan, dan bisa dengan dukungan yang patut didapatkannya dari masyarakat.

Masa depan kita tergantung kepada kemampuan kita untuk terlibat dalam keputusan publik mengenai ilmu sains. Untuk menjaga kelangsungan hidup ilmu tanah, kita harus tetap relevan dan memberikan hasil yang bermakna kepada masyarakat. Hal ini dilakukan melalui kontrak sosial. Ilmu tanah merupakan terkuat ketika masyarakat yang menguntungkan merupakan tujuan terbuka (terang-terangan), bahkan ketika bahkan kita terlalu optimis tentang janji ilmu tanah. Kita haarus mendukung dan memastikan dialog yang lebih besar antara ilmuwan, pembuat kebijakan, dan masyarakat umum. Kita harus transparan terhadap pertanyaan seperti: Siapa kita? Mengapa sains relevan? Kemana arah kita dan bagaimana kita menentukannya? Bagaimana publik menguntungkan?

Ada banyak masalah yang mempengaruhi untuk memastikan sistim pertanian yang kebal, sebagian besar berhakikat sosial ekonomi. Tiga dari masalah yang paling penting adalah:

1. Pesatnya penurunan kualitas dan kuantitas sumber daya alam global karena kerusakan (desertification) dan konsumsi sumber daya alam yang tidak terkontrol pada beberapa negara, khususnya di negara yang sedang berkembangan, menekankan pada pertanian global dengan dampak negatif jangka panjang.

Sekitar 33 persen dari permukaan tanah bumi berpotensi mengalami kerusakan. Tepatnya, kira-kira 42 juta km<sup>2</sup> dan mempengaruhi lebih dari 1 Milyar penduduk. Pada tahun 2020, jika tindakan yang tepat tidak diambil, jumlah orang yang terkena dampaknya akan berlipat ganda. Sebagai bagian utama peningkatan populasi adalah mengambil tempat di Asia dan Afrika, daerah yang paling menderita. Dengan menurunnya kemampuan wilayah ini dalam berswasembada pangan, keamanan makanan akan menjadi masalah global utama yang memaksa daerah barat untuk menyediakan lebih banyak makanan. Ini bisa menekan lebih banyak sumber daya lahan termasuk jaring kering atau sumber daya nutrient tanah yang tidak seimbang pada Negara donor. Situasi ini bisa diperburuk oleh perubahan iklim.

2. Tidak adanya database sumber daya alam global yang terpercaya mengurangi kemampuan Negara yang sudah berkembang untuk membantu potensi bahaya kelaparan atau kekacauan social politik, khususnya yang timbul karena kurangnya kualitas sumber daya alam.

Ada peningkatan bukti bahwa kekacauan sipil pada beberapa Negara yang mengakibatkan konflik utama sangat berkaitan dengan ketersediaan dan kualitas sumber daya alam. Gejala awal kelaparan dan ambruknya ekosistem bisa membantu menghindari beberapa konflik ini. Penstabilan sistem pertanian Negara, khususnya melalui penerapan kebijakan konservasi air dan tanah, bisa menolong mengurangi dampak malapetaka alam. Negara yang cenderung kekeringan, khususnya yang tergantung pada stok hidup, bisa kehilangan penggunaan lahan padang rumput dengan bijaksana. Penebangan dan pembakaran hutan pada skala besar pada daerah tropis mempengaruhi iklim dengan dampak tambahan kepada kualitas air.

3. Tidak adanya mekanisme kolaborasi untuk memastikan standar manajemen tanah dan prosedur pengontrolan kualitas pada survei tanah dan penaksiran sumber daya alam tersedia untuk segalanya.

Pengembangan database global itu mahal, tapi penggunaan standar dan prosedur yang diterima secara internasional bisa membuat perkembangan lebih efisien karena database domestik bisa

digabungkan menjadi sistim global. Ketika standar berbeda digunakan, biaya untuk mempertahankan database meningkat secara aljabar dan kemampuan berbagi informasi berkurang.

Keinginan semua negara seharusnya mengadopsi kebijakan yang mendukung tujuan yang saling menguntungkan kesehatan tanah, air bersih dan pertanian yang tahan. Metode dan sistim yang diperlukan untuk mencapai tujuan merupakan tujuan: penaksiran dan pemantauan program yang berjalan pada kualitas kondisi sumber daya ala, penggunaan teknologi yang tepat, dan kebijakan lingkungan yang memungkinkan praktek pertanian yang tahan. Pencapaian situasi ini akan memungkinkan negara-negara itu untuk memenuhi hasrat mereka. Ilmu tanah bisa dianggap sebagai kendaraan untuk mencapai tujuan ini.

## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH : RICHARD FOWLER**

ARG-GGI. KwaZulu-Natal, South Africa.

"Para petani mengerjakannya, pekerja extension mencoba untuk menghentikannya dan para peneliti mencoba memahami apa yang sedang terjadi". Penjumlahan ini dari revolusi konservasi pertanian Brazilia pada akhir abad 20 menerapkan banyak inovasi sistim produksi pangan yang kemudian in use. Keduanya praktek petani modern dan tradisional, contohnya, pertanian organik, hasil panen tanah garapan yang berkurang, LEISA (Low External Input Sustainable Agriculture) dan SRI (System of Rice Intensification) secara frekuen menemukan hambatan dengan penasehat dengan akses yang terbatas terhadap temuan terbaru atau pengertian yang dalam atau informasi untuk menggabungkan hasil "discipline-blinkered" ke dalam sistem pertanian. Peneliti juga terlalu sering membuat sedikit usaha untuk mengidentifikasi perasaan atau kebutuhan nyata, menyingkap atau menghormati pengetahuan yang bijaksana, memahami efek intevensi yang dimaksud pada aspek lainsisitim produksi (fisika, kimia, biologi, lingkungan, hewan, atau manusia), memastikan pengetahuan yang pantas mencapai pengguna potensial, atau memahami atau mempengaruhi opini pemimpin.

Pada desa global, area yang dijadikan produksi pangan tetap berkurang sebagai akibat, contohnya, urbanisasi, erosi dan pemanasan global, peningkatan kebutuhan untuk menanam tanah rusak dan sempit, menggunakan campuran daun-daunan dan menyebarkannya di atas tanah, mengurangi hasil dari tanah garapan, mempraktekkan konservasi pertanian (minimal gangguan tanah, maksimal penutupan tanah dan rotasi pangan) dan memproduksi "lebih banyak pangan per drop". Permintaan untuk produk alternatif seperti bahan bakar biologi dan makanan tradisional yang sehat (khususnya non-GMO) semakin meningkat. Input eksternal (khususnya anorganik) menjadi semakin mahal karena pengurangan ketersediaan petro-karbon; dan manusia sedang menyingkap kembali kebutuhannya akan menggantikan kegiatan hedonis dengan nutrisi yang lebih baik, pendorong mental dan kedamaian spiritual, ketika merenungkan kemungkinan dalam eksplorasi ruang.

Apa yang kita kenal sebagai pertanian modern saat ini dibangun atas pemahaman fisika kimia tanah yang mempersempit aktor dan faktor biologi. Walaupun pada tahun baru-baru ini pusat aktor biologi pada sistim tanah telah semakin diakui, ilmuwan pada masa depan akan butuh melampaui usaha post modern untuk meniru sistim hutan dan mengambil pentingnya nilai seperti pengurangan kemiskinan, konservasi lingkungan (termasuk keragaman biologi diatas dan dibawah tanah) dan distribusi makanan yang adil. Sehubungan dengan biaya dan ketersediaan, ilmuwan harus menemukan cara:

- pencegahan dan pemulihan, contohnya, pemadatan tanah, salinitas dan pengasaman menggunakan proses alam
- Peninjauan kembali Hukum Minimum Liebig, tidak hanya tanah tapi juga penentu hasil lainnya, seperti: ketersediaan dana, tenaga kerja, bahan baker, dan input luar lainnya, norma budaya
- Memungkinkan baik petani berskala besar maupun kecil menggunakan pradigma sanchez kedua (1994): Bergantung lebih keapda proses biologi dengan menganut plasma kuman untuk kondisi tanah yang merugikan, penambahan kegiatan biologi tanah, dan mengoptimumkan daur ulang nutrient untuk meminimalisir input luar dan memaksimalkan keefisienan penggunaannya.

Untuk memenuhi tantangan kompleks ini, ahli ilmu tanah pada abad 21 perlu menjadi lebih holistic dalam pendekatan. Ketika meneruskan penelitian fisika, kimia dan biologi, mereka perlu menggunakan simulasi dan model yang dinamis untuk lebih memahami interaksi ini satu sama lain begitu juga komponen lain di siklus produksi. Ketika bekerja pada hubunganyang dekat dengan contohnya antopolog, sociolog, ekonom, entomolog, patolog tanaman dan alang-alang dan agronom pangan lainnya mereka akan memerlukan, sebagaimana yang pernah John Hanks katakan, "letakkan satu kaki di lahan".

Sebagai tambahan terhadap ilmuwan "murni", "Spesialis umum' perlu dikembangkan secara holistic menjadi ilmuwan yang terinformasi dengan baik yang mendengar kebutuhan penasihat dan petani kemudian keluar dan menemukan akar masalah dengan ilmuwan, perwakilan petani dan penasehat, pengembangan solusi yang masuk akal, menguji mereka pada stasiun labor dan penelitian, menyarankan alternatif yang bisa dibandingkan oleh dirinya, kemudian menyebarkan secara efektif terhadap pengguna

potensial, tapi tidak kurang buat pelatihan atau dalam pelatihan. Lobi politisi yang efektif yang dengan tujuan dan opini pemimpin lainnya yang digabungkan dengan pemasaran pelanggan akan diminta untuk memastikan bahwa usaha didanai, bahwa hasilnya tetap dalam domain publik, dan bahwa pertimbangan pengaruh pembuatan keputusan dalam jangka waktu yang panjang.

Pada pertengahan 1950, sebuah sekolah pemikiran muncul yang percaya bahwa fungsi utama tanah adalah sebagai anchor tanaman. Kita tahu bahwa tanah bukan hanya campur aduk partikel sembarangan tapi sebuah sistim biologi yang kompleks termasuk beberapa organisme yang tidak bernama, biarlah mengerti, khususnya dalam hubungannya satu sama lainnya. Secara super, kita telah melihat bahwa bagaimana gangguan tanah dapat merusak struktur tanah, tapi hanya sekaranglah kita mulai menghargai seberapa penting struktur itu-tidak hanya sebagai masuk dan keluarnya udara, air dan akar, tapi juga pemeliharaan khususnya sistim meso-micro-bio, dan efek bahwa sebaliknya ketersediaan air dan nutrient dan pertumbuhan akar dan tanaman dan hasil pangan. Dengan putus asa, kita telah mencoba menggantikan proses alam dengan solusi cepat dan tepat-cacing tanah dengan subsoiler, predator dengan pestisida. Karena hasil topsoil telah tertiuip atau terkikis, hama telah berkembang biak, biaya telah naik, dan hasil menurun, dan fungsi utama ahli ilmu tanah pada abad 21 lewat mendengar, logika, penelitian dan komunikasi, untuk menumbuhkan pemahaman mereka dan petani, penasehat, konsumen dan politikus terhadap tanah kompleks dan pentingnya bagi kelangsungan manusia di planet ini.

## **Referensi**

Sanchez, P.A., 1994. Tropical soil fertility research: towards the second paradigm, Transactions 15th World Congress of Soil Science. ISSS, Acaoulco, pp. 65-88.



## **MASA DEPAN ILMU TANAH: PERANAN TANAH BAGI MASYARAKAT DAN LINGKUNGAN**

**OLEH : EMMANUEL FROSSARD**

ETH Zurich, Institute of Plant Science, Experimental station  
Eschikon, P.O.Box 1185, 8315 Lindau Eschikon, Switzerland.

Selama abad terakhir umat manusia telah merupakan proporsi besar dari sumber daya lingkungan. Dominasi ini menghasilkan peningkatan pesat dalam aliran nutrient dan kontaminan pada lingkungan, dalam penurunan persediaan sumber daya alam (seperti: air tanah, minyak, fosfat), dalam polusi air, udara dan tanah, dalam kerusakan tanah dan bahkan dalam beberapa kasus pada lenyapnya tipe tanah yang langka, dalam urbanisasi yang meningkat, dalam pengurangan keragaman bio, peningkatan munculnya catastrophes dan masalah kesehatan manusia. Perubahan ini diringkas dalam istilah “perubahan global”. Berbagai aspek perubahan global akan lebih memburuk karena populasi dunia akan meningkat dari 6 sampai 9 milyar. Produksi makanan harus berlipat pada 2050 untuk memenuhi kebutuhan populasi yang bertambah. Produksi pertanian telah meningkat pada negara sedang berkembang. Aspek aspek baru yang lebih *striking* pada produksi pertanian merupakan perkembangan yang pesat pada permukaan yang ditanam dengan pangan yang dimodifikasi secara genetic dan peningkatan produksi livestock. Semua perubahan ini akan langsung atau tidak langsung mempengaruhi properti dan fungsi tanah.

Sementara dampak perubahan global pada iklim, kualitas udara, kualitas dan kuantitas air, dan keragaman bio sedang didiskusikan pada public dan menerima perhatian dari badan pendanaan, kepentingan tanah kurang diperhatikan. Pada Negara industri, kurang kesadaran ini berhubungan dengan beberapa factor. Makanan itu banyak dan bisa diimpor dari Negara lain dan sehingga tanah tidak begitu diperhatikan sebagai dasar wajib untuk produksi makanan. Sebagai kontras, tanah bisa diperdagangkan sebagai substratum untuk bangunan dan jalanan, pada beberapa hal pada harga yang sangat tinggi. Pada sisi lain, walaupun kesuburan tanah sangat dinilai oleh petani kecil dari area tropis dan subtropics untuk produksi makanan,

kurangnya investasi dana pada beberapa teknik perbaikan tanah yang hanya akan memberi keuntungan pada masa depan. Akhirnya, fungsi lain tanah selain produksi makanan tidak diketahui oleh public luas jika mereka tidak rugi.

Tanah adalah sumber daya alam yang tidak bisa diperbarui pada skala waktu kehidupan manusia. Properti dan manajemen mereka harus dipertimbangkan pada beberapa skema perkembangan yang sustainable. Tantangannya adalah untuk menggunakan tanah sehingga kebutuhan umat manusia bisa dipenuhi tanpa compromising kebutuhan generasimasa depan.

### **Apa dan bagaimana ilmu tanah bisa berkontribusi?**

Keputusan politik harus diambil sebelum masalah dramatis seperti mangkuk debu pada tahun 1930an di USA. Hal ini membutuhkan kegiatan peneliti solid satu sisi pada ilmu tanah dan pada sisi lain sebuah dialog yang berkelanjutan antara ahli ilmu tanah dengan masyarakat. Perkembangan baru-baru ini pada strategi eropa untuk perlindungan tanah selama ahli ilmu tanah dan pembuat keputusan terlibat dalam dialog mengenai tanah dengan public sebagai contoh yang baik.

Penelitian rigorous dan berkualitas tinggi, dan akan tetap, merupakan dasar ilmu tanah. Menutupi kebutuhan lain masyarakat pada cara yang sustainable hanya bisa berdasarkan pengetahuan menyeluruh pada properti dan fungsi tanah. Banyak penelitian istimewa telah dilakukan pada sub ilmu tanah yang berbeda tapi ada banyak hal yang dilakukan untuk meningkatkan pemahaman kita terhadap proses pengontrolan pengembangan dan pemfungsian tanah. Khususnya, penelitian diperlukan untuk memahami efek perubahan global yang mungkin terjadi pada properti dan fungsi tanah (contoh: pada pelapukan, pada aliran air dan elemen, keragaman bio tanah, etc) untuk mengadaptasi penggunaan lahan dan manajemen terhadap situasi baru. Lebih banyak penelitian juga diperlukan pada penghubung antara ilmu tanah dan ilmu ilmiah lainnya termasuk geologi, geografi, biologi, agronomi, ilmu sosial, dan ekonomi. Akhirnya, hasil studi antar cabang ilmu pengetahuan harus lebih diintegrasikan, tidak hanya secara konseptual namun juga dalam model numerik. Integrasi ini akan memungkinkan mendapatkan ide yang dibagi mengenai sisitim dibawah studi dan untuk membuat prediksi seperti: pada efek keputusan politik atau perubahan kondisi ekonomi pada properti

dan fungsi tanah. Kegiatan penelitian ini harus dilakukan pada semua tingkat, dari labor dan lapangan kepada skala global. Mereka harus melakukannya mendunia termasuk ahli tanah dari negara yang sedang berkembang pada jaringan kerja yang efisien sebagai persatuan ilmu tanah internasional. Komunitas ilmu tanah harus menyumbang lebih aktif pada inisiatif internasional. Keterlibatan IUSS pada badan ilmu internasional pada peranan sains untuk kesehatan dan kesejahteraan dan tahun planet bumi internasional pada PBB merupakan contoh bagus.

Informasi yang didapatkan dari penelitian harus disebarkan kepada komunitas ilmiah, pengguna tanah (petani, agronom, kehutanan, teknik sipil) dan masyarakat. Kita harus bisa meyakinkan politikus untuk mengadopsi ukuran pro tanah. Karena politikus seharusnya mengambil keputusan berdasarkan kebutuhan orang, warga negara membutuhkan pendidikan yang pantas untuk tanah tidak hanya di universitas tapi juga di tingkat smp dan Sd. Ini merupakan tugas yang berkelanjutan untuk meyakinkan masyarakat bahwa tanah yang mereka pijak, mereka bangun, mereka buang sampah, merupakan salah satu dasar kehidupan di bumi. Di swiss, walaupun perlindungan tanah di anchored pada ordinance federal, hampir 1 m<sup>2</sup> hilang setiap detik dibawah konstruksi. Total permukaan lokasi industri yang ditinggalkan kira-kira 17 milyar m<sup>3</sup> yang setara dengan total permukaan kota jenuwa. Hal ini merupakan potensi besar tanah pertanian dipengaruhi oleh erosi dan kepadatan dan 10.000 ha terlalu tinggi konsentrasi kontaminan. Tidak hanya peranan tanah yang harus menjadi bagian dialog sosial tapi solusi berbasis sains harus diterapkan untuk memastikan mereka sustainable untuk digunakan.



## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH : C. GACHENE**

Faculty of Agriculture, University of Nairobi, P.O.Box 29053-00625,  
Nairobi Kenya.

Masa depannya suram. Sepanjang akhir 1970an dan awal 1980an, ada pengakuan terhadap ilmu tanah dan ada beberapa kegiatannya untuk pengembangann rural, seperti skema irigasi. Dana bukanlah masalah dan jumlah mahasiswa S1 dan S2 bukanlah hal yang wajar. Saat ini, di Kenya, ilmu tanah di Universitas yang saya ajar berada diambang kepunahan. Murid s2 sangat sedikit. Sepanjang perngorganisasian jurusan ilmu tanah adalah untuk digabungkan dengan ilmu lainnya. Hal ini kontras dengan produksi pertanian.

Hal berikut merupakan alasan yang diberikan terhadap kurangnya antusias terhadap ilmu tanah:

- Kurangnya dukungan donatur pada bidang ilmu tanah ketimbang ilmu agronomi lainnya. Hal ini mempengaruhi baik penelitian dan kapasitas bangunan (manusia dan peneliti);
- Kurangnya pengenalan tingkat kebijakan pada kepentingan ilmu tanah;
- Kurangnya lapangan kerja;
- Kurangnya dukungan masyarakat ilmu tanah lokal dan regional yang diharapkan merangkul ahli tanah sehingga menambah pertukaran informasi. Berbicara dalam klub yang anggotanya sedikit!
- Meninjau ulang kurikulum untuk mendepak ilmu tanah tradisional yang sepertinya tidak begitu populer dengan mahasiswa.

### **Saran Untuk Ke depan**

Khususnya pada dunia yang sedang berkembang, kita harus mencari cara untuk mengeksplorasi pendukung ilmu tanah. Walau kebanyakan proyek pertanian dikendalikan oleh donor, kita tidak boleh mengabaikan kepentingan ilmu tanah. Di kenya, yaysan Rockefeller merupakan pendukung utaman ilmu tanah sampai 2004. bisakah kita

memperkuat proyek penelitian patungan mengenai ilmu tanah yang lebih mudah menarik dana?

Kalau pemerintah tidak juga menyadari pentingnya tanah dan ilmu tanah, bidang ini terus berada dalam bahaya. Tim kecil orang-orang yang peduli saat ini mengerjakan rancangan kebijakan untuk kesuburan tanah pada Kenya. Kita bisa melihat adanya masa depan disini karena begitu kebijakan itu selesai, lapangan kerja akan datang. Tidak heran sebagian negara kurang badan koordinasi untuk mengetahui siapa yang sedang apa di bidang ilmu tanah.

### **Masyarakat ilmu tanah**

Sebagai mantan sekretaris umum masyarakat ilmu tanah Afrika Timur (SSSEA) merupakan satu tantangan utama adalah merangkul ilmuwan lokal dan kurangnya dukungan untuk mengadakan konferensi. Seharusnya IUSS membantu masyarakat seperti ini dalam menemukan potensial donor? Saya rasa begitu. Karena itu merupakan badan regional seperti SSSEA yang memberi dukungan bahwa tidak semua hal hilang dalam ilmu tanah. Kelompok kerja IUSS seharusnya mengumpulkan anggota dari negara yang sedang berkembang. Kurangnya arus informasi juga bisa menjadi hambatan untuk menghargai ilmu tanah. Perkembangan baru pada ilmu tanah harus menyaring sebanyak mungkin ilmu tanah.

Saya meramalkan ilmu tanah jika sains ini berintegrasi dengan bidang lain. Contohnya, tidakkah seharusnya kita mulai melihat hubungan tanah dengan lingkungan? Kita harus menghilangkan ilmu sains tradisional. Revisi kurikulum sehingga penting dengan pandangan terhadap peranan ilmu tanah dan masyarakat pada umumnya. Saya merasa ini akan membuat ilmu tanah lebih menarik. Di negara seperti Kenya, ilmu tanah punya peranan utama dalam sebagian masalah lingkungan dan dibutuhkan lebih banyak dukungan.

## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH : SABINE GRUNWALD**

Soil and Water Science Department, University of Florida, P.O.Box  
110290 Gainesville.

Sebelum berbicara mengenai masa depan ilmu tanah, kita harus memahami akar sejarahnya, kebutuhan masyarakatnya dan jurang pengetahuan. Arti singkat ini menyediakan pandangan masa depan ilmu tanah dalam dunia yang dikendalikan teknologi post-modern yang dihadapi dengan sumber daya bumi yang terbatas.

Tanah bervariasi berhubungan dengan ruang geografi dan melalui waktu dan pola bentuk yang kompleks sehubungan dengan banyaknya factor yang saling terkait dan antropogenik dan fungsi kekuatan alam. Penelitian tanah telah difokuskan pada genesis tanah, komposisinya, factor yang mempengaruhinya, dan distribusi geografinya. Berbagai sub ilmu tanah telah berkembang termasuk mineralogy tanah, mikrobiologi, kimia, fisika, dan pedologi, merupakan sedikit nama. Segregasi ini menjadi unit yang terpisah telah membangkitkan pemahaman detil mengenai tanah. Tantangan masa depan termasuk mempersatukan pengetahuan ilmu tanah dalam disiplin dan disiplin lain yang terkait, seperti hidrologi dan ilmu lingkungan, untuk memahami cara kompleks dimana berbagai kompartemen bumi yang berbeda yang berinteraksi satu sama lain pada skala landscape. Ahli ilmu tanah akan perlu berpartisipasi secara efektif pada studi antar cabang ilmu tanpa kehilangan akar dan identitasnya. Penting bagi ahli ilmu tanah untuk ahli ilmu tanah memainkan peranan aktif dalam membangkitkan data set dan informasi tapi juga dalam transfer dan berbagi ilmu dengan pemegang saham, pembuat keputusan, perencana penggunaan lahan, politikus dan yang lain. Ilmu tanah harus tetap berekspansi dalam identifikasi tradisional dengan pertanian karena ia menjadi partner di bumi, ilmu lingkungan dan ekologi.

Model multi konseptual landscape tanah telah dikembangkan menjadi pengetahuan tanah yang diformalkan. Contohnya, model formasi tanah factorial menggunakan fungsi untuk menghubungkan factor lingkungan seperti iklim, topografi, permukaan tanah, geologi, dan lain-lain terhadap tanah. Secara sejarah berakar pada geologi dan

anatomi, banyak taksonomi tanah telah berkembang. Survey tanah telah difokuskan pada pemetaan karakteristik dan kelas taksonomi dihasilkan dari observasi lapangan. Pendekatan yang *double crisp* (*segar*) memisahkan rangkaian tanah menjadi *uni peta crisp* (*poligon*) dan menyatukan (*aggregate*) bermacam karakteristik tanah untuk mendapatkan data taksonomi. Berbagai skema klasifikasi tanah digunakan mendunia terhadap kelompok tanah menjadi kategori berbeda. Tapi mungkin terlalu sederhana untuk berasumsi bahwa kita bisa mengakomodasi kebutuhan masyarakat dengan mengumpulkan deskripsi pedon dan unit peta taksonomi sering terlalu kasar untuk aplikasi lokasi khusus. Permintaan beresolusi tinggi, data atribut tanah lokasi khusus berjumlah besar untuk menghadapi berbagai masalah lokal, nasional dan global. Hal ini termasuk, tapi terbatas, ketepatan pertanian, penaksiran kualitas lingkungan, konservasi manajemen sumber daya lahan yang *sustainable*, pemisahan karbon dan perubahan iklim global dan yang lainnya.

Konektivitas global, berbagi pengetahuan dan informasi telah memotivasi studi yang holistik yang fokus pada pemahaman hubungan fungsional antara komponen ekosistem. Pada konteks ini, ilmu tanah memegang peranan utama dalam menyediakan pengetahuan mengenai pola tanah, proses dan dinamika *landscape*. Jasa ekosistem mengkaraktirikan fungsi yang berguna bagi manusia dan berkontribusi kestabilan ekosistem, *resilience*, daya tahan dan integritas. Pelayanan ini beragam dari fisik (*praktik manajemen terbaik yang mengurangi pelarutan nutrisi*) terhadap sosial ekonomi (*seperti produksi pangan, nilai budaya*) dan aspek estetika. Jasa ekosistem menyediakan lewat *landscape multi fungsi* dan guna dipengaruhi oleh tipe, intensitas, dan pengaturan penguasaan lahan spasial dan kegiatan manusia beserta properti *landscape tanah*. Ilmu tanah berpotensi untuk berkontribusi terhadap *valuasi jasa pelayanan ekosistem*.

1. Teknik dan alat pemetaan novel seperti sensor tanah (*seperti induksi elektromagnetik, diffuse reflectance visible/near/mid-infrared spectroscopy*), sistem pemosisi global, *airborne* dan *sattelite based remote sensing*, dan pendeteksi radar dan penjarak (*LIDAR*), dll.
2. Manajemen data – sistem informasi geografi dan sistem manajemen database.

3. Penghitungan kekuatan untuk memproses dataset lingkungan multidimensional dan
4. Metode –metode bervariasi statistic dan geostatistik tingkat tinggi, teknik rekonstruksi 3 dimensi untuk menciptakan model landscape tanah dan algoritma yang menggambarkan proses pedogenik. Pemetaan tanah digital dan teknik pemodelan sangat menjanjikan bagi pemetaan tanah biaya efektif pada resolusi tinggi spasial yang mencakup wilayah yang besar. Metode-metode ini sering menggabungkan matematika lanjutan dan statistic untuk memproses dataset lingkungan berdimensi banyak yang comprehensive sesuai observasi tanah yang terukur. Sebuah pandangan komprehensif pemetaan tanah digital dan modeling dipresentasikan oleh McBratney et. Al (2000; 2003) dan Grunwald (2006).

Pedometric, didefinisikan sebagai penerapan metode matematika dan statistika untuk studi distribusi dan genesis tanah, akan memegang peranan penting untuk membentuk masa depan ilmu tanah. Itu berintegrasi ilmu tanah dengan disiplin lainnya sejenis GI sains dan matematika dan memfasilitasi secara spasial dan dan waktu secara eksplisit pemetaan atribut tanah. Pada 2004, pedometric dianut sebagai komisi baru persatuan ilmu tanah internasional. Sebuah pendekatan yang lebih kuantitatif untuk ilmu tanah akan memungkinkan untuk menutup jurang pengetahuan dan meningkatkan pemahaman kita terhadap proses pedogenik pada skala mikro, meso dan makro, perilaku proses ekosistem non-linear, siklus biogeokimia pada skala spasial dan temporal multiple, dan penaksiran efek kegiatan manusia dan fungsi kekuatan alam pada kualitas tanah. Untuk menggabungkan ketidakpastian menjadi penerapan ilmu tanah yang menjadi penting untuk mengoptimalkan manajemen sumber daya lahan yang kebal. Walaupun, hubungan generic antara atribut tanah dan faktor lingkungan telah diidentifikasi, mereka merupakan somain khusus dan bisa berubah sewaktu-waktu. Sehingga equation universal atau model yang ada yang cocok dengan landscape tanah. Ada kesempatan bagi ahli ilmu tanah untuk mengisi jurang penelitian ini menggunakan teknik ilmiah deduksi dan induksi.

Program pendidikan antar disiplin akan menjadi pivotal untuk melatih generasi ilmu tanah berikutnya. Ahli tanah masa mendatang membutuhkan pelatihan luas yang berakar pada ilmu tanah tradisional (fisika, kimia, mikrobiologi, dan pedologi) melengkapi oleh keahlian

modelling geospasial kuantitatif dan analisis. Distribusi peta tanah 2D dengan basis jaring dan data akan tetap memegang peranan utama untuk menyebarluaskan informasi. Teknik visualisasi dan rekonstruksi untuk menciptakan model landscape 3D dan 4D akan memfasilitasi komunikasi pengetahuan mengenai tanah yang lebih baik terhadap masyarakat umum. Akhirnya, kita tidak seharusnya lupa bahwa masa depan ilmu tanah tergantung data dan fakta tapi memerlukan motivasi dan antusiasme pada masalah subyek.

## **Referensi**

- Grunwald, S. (ed.), 2006. Environmental soil-landscape modeling – geographic information technologies and pedometrics. p. 488. CRC Press, New York.
- McBratney, A.B, I.O.A. Odeh, T.F.A. Bishop, M.S. Dunbar, and T.M. Shatara, 2000. An overview of pedometric technique for use in soil survey. *Geoderma* 97:293-327.
- McBratney, A.B., M.I., Mendonca Santos, and B.Minasny, 2003. On digital soil mapping. *Geoderma* 117:3-52.

## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH : ALFRED HARTEMIK**

ISRIC – World Soil Information, PO Box 353, 6700 AJ, Wageningen,  
The Netherlands.

Ilmu tanah mempunyai dua cara berfikir, memperlihatkan bagaimana dunia saat ini bekerja, dan bagaimana dunia seharusnya bekerja, dan merubahnya. Keduanya bagus, tapi namun sekarang cara kedua lebih dipakai saat ini karena menekankan kepada kegunaan kegiatan. Sehubungan sengan hal ini bahwa lebih dari setengah abad 20 lalu, komunitas ilmu tanah telah dilarutkan oleh influx person yang tertarik kepada ilmu tanah bukan karena *vocation* tapi karena sumber uang dan pekerjaan (Phillip, 1991). Begitu satu generasi pensiun, generasi yang lain muncul. Saat ini sedikit ilmu tanah yang dilakukan, tapi publikasinya meningkat setiap tahun. Mungkin karena ilmu tanah dilakukan lebih efisien karena telah melibatkan komputer dalam pengumpulan data untuk publikasi elektronik. Mungkin seperti kita mendaur ulang ide.

Secara global, dan dikhawatirkan akan berlanjut, akan ada perubahan penggunaan lahan besar-besaran akibat pertambahan populasi, perubahan iklim dan peningkatan globalisasi. Seperti halnya perusahaan yang menjalankan perusahaannya di sekeliling dunia keunutngan ekonomi tertinggi, pertanian menjalankan usaha di berbagai area. Pada daerah beriklim sedang, penurunan area dibawah pertanian; pada daerah beriklim tropis produksi pangan harus meningkat. Informasi tanah merupakan hal yang penting bagi keduanya. Kita tidak bisa menekankan bahwa hal itu cukup, namun kita berpegang kepada data lama, beberapa teknik observasi yang kuno. Ada sensor baru dan tipe observasi lainnya seperti sampel rangkaian genetik (bukan spesies) yang akan meningkatkan pemahaman akan tanah. (Gewin, 2006) dan bisa lebih dihubungkan dengan beberapa fungsi utama tanah (seperti;medium untuk pertumbuhan tanaman, dll). Mereka tidak secara rutin digunakan tapi revolusi teknik operasional ada di ambang pintu.

Saya yakin Keynes lah yang berkata kesulitan terletak bukan pada ide baru, tapi meninggalkan yang lama yang bercabang dalam

pikiran kita sehingga kita melihat tanah dengan pandangan yang sama dengan 100 tahun yang lalu. Anggap ilmu tanah baru ada saat ini, kita tidak tahu apa-apa tentang tanah dan cara menelitinya. Apa yang akan kita lakukan? Akankah kita memperlakukan tanah sebagaimana memperlakukan tanaman, binatang dan seisi sistem dunia? Akankah kita mencoba merancang sistem klasifikasi pencarian unit kebijaksanaan? Akankah kita mengukur seperangkat properti individu, menggabungkannya, menghubungkannya dan mendapatkan kebijaksanaan dari hal itu? Susah untuk datang dengan jawaban yang datang dari pemikiran segitiga, perbedaan horizon atau fraksi C. Pada beberapa kasus, jika ilmu tanah ditemukan saat ini, ia akan lebih merdeka dari pertanian-setidaknya di bagian dunia dimana makanan cukup. Barangkali kita akan datang dengan properti differencing yang baru dan metode pemikiran mereka tidak cocok dengan pemikiran CIORPT. Saya tidak bisa membayangkan kita bisa menghasilkan ilmu tanah yang baik tanpa pengalaman lapangan dan labor. Bagaimanapun juga meningkatnya arti penting kemampuan komputer sehingga mampu mengambil alih posisi matematika dan kimia. Tapi pemikiran itu tetap dan hal ini susah untuk didorong di sains, sedikit pemikiran akan menghambat progres.

Pada beberapa hal, ilmu sains merupakan korban kesuksesannya sendiri, secara global ada banyak yang bisa dimakan dan dipisahkan dari tanah, pengetahuan dan minat terhadap ilmu tanah jadi berkurang. Generasi mendatang (didominasi oleh perempuan) tidak akan gembira melihat adanya cutant pada horizon Bt. Mereka lebih tergetar melihat adanya alat teknologi seperti: synchrotron, sensor untuk pemetaan ulat bumi, atau software yang mengembara jaringan untuk data dan membangun data infrastruktur baru. Mereka juga dikendalikan oleh perhatian masyarakat. Ada kemungkinan berbahaya bahwa generasi mendatang akan mengulangi kesalahan lalu. Jika informasi yang didapat dengan teknik baru tidak label dan dikomunikasikan sebagai kebangkitan ilmu tanah, dan takakan diakui oleh ilmu lain.

## **Tentang IUSS**

IUSS mempunyai 3 peranan. Pertama, merekatkan komunitas global ilmu tanah – peranan tradisional ini semakin menjadi penting karena banyak sekali ahli ilmu tanah yang menjadi bagian jurusan lain atau dilabel ulang. Kedua, IUSS harus meningkatkan pengakuan terhadap ilmu tanah dikomunitas ilmiah. Sebagian hal ini disediakan oleh

keanggotaan ICSU dan tahun internasional Planet Bumi. Ketiga, IUSS harus memegang peranan kunci dalam penginformasian publik umum dan politikus yang tidak familiar dengan ilmu tanah.

Ada hal lain yang harus dilakukan oleh IUSS. Kongres dunia ilmu tanah yang setiap 4 tahun mungkin tidak akan terlalu menarik. Orang lebih menyukai pertemuan jenis lain untuk interaksi dengan ilmu lain karena mereka juga berpublikasi mempublikasikan di jurnal selain di jurnal primer ilmu tanah. IUSS bisa saja mengkoordinasi dengan kongres ilmu tanah dengan persatuan yang lain untuk memulai interaksi contohnya dengan IGU (Persatuan Geografi Internasional), INQUA (Internasional Union of Quarternary Research), ISPRS (International Society of Photogrammetry and Remote Sensing) dan juga ahli kimia (IUPAC) dan ahli fisika (IUPAP). Jadi, ketimbang memilih negara selanjutnya untuk kongres dunia, IUSS harus memilih sebuah persatuan ilmiah. Itu memformalisasikan apa yang telah terjadi di tanah dan bisa menyumbang untuk memperkaya identitas ilmu tanah.

Lebih lanjut lagi, IUSS harus menjadi organisasi profesional dengan sekeretariat permanen, website profesional dan strategi yang lebih cerdas untuk berinteraksi dengan dunia di atas tanah. Biaya uang dan dan akan memberatkan anggota-melakukan sedikit akan lebih mahal.

## **Referensi**

- Gewin, V., 2006. Discovery in the dirt. *Nature*, 439:384-386.
- Philip, J.R., 1991. Soils, natural science, and models. *Soil science*, 151: 91-98.



## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH: CHRISTIAN HARTMAN**

Institute de Recherche pour le Deveoloppment, Ecole normale  
superieru, 46 rue d'ulm 75230 Paris Cedex 05, Franze.

Millenium Ecosystem Assesment (MEA) yang berada dibawah PBB dipublikasikan pada tahun 2005 ([www.millenniumassessment.org](http://www.millenniumassessment.org)). Lebih dari 1000 ilmuwan dari 90 negara bekerja selama 4 tahun untuk mengumpulkan data tentang ekosistim yang berbeda. Mereka menaksir dampak kegiatan manusia dan scenario yang mungkin terjadi pada evolusi masa depan. Tanah merupakan kompartemen dasar sebagian besar ekosistim, dan adalah mungkin menghubungkan beberapa kegiatan riset dengan dampaknya terhadap lingkungan dan masyarakat dan masa depan ilmu tanah.

Dokumen melaporkan kesuksesan ilmu pertanian memberi makan populasi, sebenarnya keuskksesan itu sebagiannya berkat ahli ilmu tanah. Produksi makan yang tinggi diperoleh karena input tinggi terhadap tanah (air, pupuk, energi, dll). Perubahan drastis ini juga menimbulkan beberapa efek kolateral: kerusakan tanah karena pengobatan siklus biogeokimia alami (pengasaman, penggaraman, erosi, dll) dan penurunan resilience. Pada tanah yang rusak, pendaurlulangan input pertanian (industri) terbatas sehingga banyak produk sampingan yang masuk ke lingkungan lain yang menjadi ikut rusak. Pada masa depan, semua skenario meprediksikan bahwa produktivitas tanah akan menurun dan bahwa polusi akan meningkat sementara populasi beserta permintaan makanan akan tetap bertambah (lebih dari 50% di Asia).

Dalam konteks ini, ilmu tanah harus i) meningkatkan produktifitas tanah untuk mempertahankan produksi makanan, ii) merehab agroekosistim yang rusak, iii) menghindari efek kolateral dan iv) menyediakan teknik manajemen tanah tahan ekonomis yang bisa diterima. Satu-satunya hambatan ahli ilmu tanah sebelumnya dalam meningkatkan produktifitas tanah adalah ekonomi dimana manajemen ingin mendapat keuntungan. Saat ini, kita punya hambatan ekonomi dan lingkungan juga. Kita kekurangan air dan minyak yang merupakan input utama dalam pertanian modern. Karena pertambangan sumber

daya alam tidak lagi diterima, produksi makan hanya bisa didapat melalui peningkatan daur ulang.(fig. 1).

Pada kondisi tropis, beberapa ekosistem alam menghadirkan kapasitas daur ulang dan produksi biomass yang tinggi jika dibandingkan dengan potensi produksi mereka yang diperkirakan dari analisa tanah. Ahli ilmu tanah sebaiknya memberikan perhatian lebih sistem dan studi proses daur ulang untuk mengemulasi mereka pada lingkungan yang diolah. Pada lingkungan alam, syarat utama tingginya produktifitas adalah heterogenitas dan biodiversitas spasial. Ketimbang mendeskripsikan ciri-ciri tanah dan sifatnya, pada masa depan ilmu tanah akan menggambarkan heterogenitas dan hubungan serta *feedback* antar kompartemen yang berbeda pada sistem tanah. Kegiatan biologi tanah (vegetal dan binatang) menjadi faktor penting bagi proses daur ulang tanah yang akan dipelajari secara intensif.

Pemahaman dan penggambaran sistem alam akan memungkinkan ilmu tanah untuk menyarankan teknik manajemen tanah yang mendorong atau mengemulasi proses serupa dalam konteks agro-ekosistem. Pada masa lampau, beberapa usaha telah dibuat untuk meningkatkan kompleksitas sistem kultivasi tapi keefisienannya sangat jarang bisa menyaingi monokultur tradisional. Hal ini sebagian karena elemen baru diperkenalkan tanpa menciptakan interrelasi dan *feedback* dengan kompartemen lainnya. Yang terakhir, pemanasan global membuat agroekosistem menghadapi kondisi baru dan erratic (pemanasan tidak akan linear) pada masa mendatang (kekeringan/banjir, suhu rendah/tinggi ekstrim, meningkatnya intensitas curah hujan, dll). Manajemen tanah sangat penting untuk mendorong rekonsiliasi potensi tanah dibawah hambatan iklim yang bervariasi.

Ilmu tanah harus fokus pada kondisi dan proses rekonsiliasi tanah dalam lingkungan alam untuk memperkenalkan aspek ini pada teknik manajemen alternatif. Pada beberapa hal, manajemen alternatif sejenis tidaklah menguntungkan pada sistem ekonomi dimana pertanian dan kehutanan terlibat. Tapi sebuah kesempatan besar barangkali telah di mulai pada tahun 1997 ketika persetujuan internasional telah ditandatangani mengenai harga sirkulasi karbon pada lingkungan (sekitar 300 €/t CO<sub>2</sub>). Beberapa tahun lalu, harga tanah tergantung pada potensi produksinya, sekarang lebih pada penyimpanan karbon dan potensi daur ulang. Karena biodiversitas dianggap penting, negosiasi telah dimulai untuk memperkirakan harganya secara finansial. Pengkalkulasian nilai moneter kompartemen dan kualitas lingkungan

akan merubah persepsi global tanah dan lahan. Para ekonom dan ahli lingkungan akan mengharapkan sangat mengharapkan ahli ilmu tanah dapat memberikan informasi kuantitatif pada aspek yang jarang diukur. Agro-ekosistem yang skematis seperti yang diwakili oleh gambar 1 tidak hanya dikarakteristikan oleh *fluxes* dan interrelasi, tapi juga oleh beberapa evaluasi finansial. Karena menyangkut praktek petani, ahli ilmu tanah harus terlibat pada evaluasi ekonomi demi manajemen yang berdampak positif terhadap lingkungan dan produksi makanan.

Sebagai kesimpulan, saya yakin masa depan ilmu tanah mungkin akan menjadi lebih kompleks sebuah ilmu sains yang integratif dari saat ini, mempunyai ruang lingkup yang lebih luas dengan pendekatan multi disiplin yang bisa berasosiasi dengan aspek tradisional (fisika, kimia, dll). Kami, ahli ilmu tanah, harus berada pada posisi terdepan untuk merespon tantangan abad 21. Kesuksesan kami tidak saja tergantung pada peningkatan teknis tapi pada perubahan konsep dasar dan paradigma.



## MASA DEPAN ILMU TANAH

OLEH : JUAN JOSE IBANEZ

Centro de Investigaciones sobre Desertificacion (CIDE), 46470 Albal,  
Valencia, Espania.

Setelah periode Bonanza dibawah naungan paradigma pertanian, ilmu tanah khususnya pedologi mengalami krisis. Untuk mengatasi situasi ini, kita perlu memperluas batas disiplin kita untuk memenuhi permintaan sosial terhadap informasi tanah dan pada saat bersamaan merebut kembali kepercayaan menejer kebijakan ilmiah, kolega di disiplin ilmu lainnya dan masyarakat luas. Kerusakan lingkungan dan preservasi sumber daya alam merupakan isu mendesak yang meminta pembentukan kembali tujuan pedology. Tapi tidaklah cukup untuk menggerakkan informasi teknologi baru tanpa perubahan konsep yang mengoptimalkan keuntungan yang mereka dapatkan. Bahkan sampai 15 tahun kemudian perubahan konseptual itu masih ditangguhkan.

Kita membutuhkan konsep tanah yang direvisi untuk memperluas batas konseptual dan membuka horizon baru. Di kota dan sekitarnya, penutup tanah dimodifikasi dengan proyek konstruksi *sprawling* dan fasilitas pembuangan sampah yang menghasilkan general tanah yang baru (*urbisols, technosols*). Praktis, kita tidak punya pengetahuan mengenai proses yang terjadi pada danau sedimen dan area perairan lainnya, termasuk *zona fotic continental shelves (hygric soil)*. Permintaan sosial dan ilmiah membutuhkan perluasan batas tanah agar mencakup *regolith*. Konsep sistim *regolith* didukung fakta bahwa kegiatan biologi melebihi batas yang biasa disebut buku teks sebagai tanah, pada kedalaman beberapa meter. Pada sistim *regolith*, area tanah basah dan urban merupakan tempat yang paling terekspos terhadap polusi akibat meningkatnya kuantitas sampah dan pembuangannya yang tidak terkontrol. Bagaimanapun pentingnya perubahan teknologi, perubahan sains lebih karena potensinya akan hipotesa yang berani. Konsep tanah yang diperluas membutuhkan klasifikasi berdasarkan kriteria baru.

Saat ini taksonomi tanah universal banyak dipertanyakan oleh beberapa *pedometricians* dan oleh orang-orang yang mempertahankan paradigma kualitas tanah. Golongan pertama ingin agar kita

menyerahkan semuanya ke tangan ahli matematika, sedangkan yang lain menjual anggur lama dalam botol baru. Golongan pertama menyerang alam buatan dan kesubjektifan klasifikasi tradisional; sementara yang lain melihat masalah lingkungan dan agronomi yang menggunakan alat, kosakata *anthropomorphic* (fungsi, kesehatan, kualitas, jiwa, dll) dan metode baru. Pertanyaan mengenai konsep klasik ini kurang epistemic rigor dan pengetahuan bagus mengenai metode ilmiah. Baik keduanya mengacu kepada paradoks teknologi yang diacu oleh P Burrough. Klasifikasi tanah universal sangat penting, mereka merupakan bahasa dikalangan spesialis ilmu yang sama beserta penyimpanan komprehensif dan sistem retrieval. Mereka bisa didukung bukannya digantikan oleh International Nomenclature Code (INC) seperti yang terjadi pada taksonomi biologi. Klasifikasi tanah nasional dilakukan kalau kita tidak ingin terus tinggal di menara Babel, sedangkan klasifikasi dibutuhkan untuk berurusan dengan masalah penelitian penerapan khusus. Pada beberapa hal, saya percaya bahwa sebelum menetapkan klasifikasi baru tanpa mempelajari apa yang terjadi pada ilmu lain. Pikiran manusia penuh dengan potensi dan batas untuk mengingat dan memproses informasi. Kita harus mempelajari apa yang diketahui oleh pikiran manusia untuk memproses informasi sebagai klasifikasi atau taksonomi, merupakan sistem informasi yang retrieval dalam cara dan pengguna yang ramah, penerimaan partisipatif pada kelas keras dan hirarki taksonomi, dan dilemma.

Paradox konseptual teknologi muncul ketika penerapan sistem informasi tanah. Apakah kita mempunyai data tanah yang cukup dan memadai untuk berkontribusi terhadap variasi bidang aplikasi dari meningkatnya permintaan sosial? Banyak waktu, usaha dan uang diabdikan untuk mendapatkan informasi tanah secara tidak langsung (via fungsi pedotransfer, taxotransfer rules, pemetaan digital tanah prediktif, dll) tidak menghasilkan data bidang tanah yang memadai. Teknologi informasi tidak bisa beroperasi hanya pada data didapat dari jarak jauh. Pembaruan inventori tanah merupakan hal utama ketika teknologi baru seharusnya memfasilitasikan sampel dan perolehan data. Kerja harus dilakukan dengan teknik yang non agresif dengan sebuah pandangan untuk mendapatkan informasi yang paling detail secepat mungkin, bersamaan dengan informasi tiga dimensi pada sistem regolith tanah. Program monitor tanah harus dimulai dari inventori yang diperbarui dan lebih detail. Dalam kata lain, kita butuh data lapangan yang lebih banyak dan lebih baik untuk meningkatkan keefisienan IT untuk prediksi dan simulasi. Eksposur terhadap

pengumpulan data juga penting dalam program pelatihan tanah untuk menghindari manipulasi data terkomputerisasi.

Saya mendeteksi obsesi yang meningkat dalam penyelesaian masalah (sains terapan) terhadap studi teori. Dasar dan penelitian terapan harus bergotong royong, karena hal terakhir harus didukung oleh hal yang sebelumnya jika kita ingin meningkatkan doctrinal corpus kita bukannya mengakumulasikan data tanpa memformalisaikan ke dalam ilmu disiplin yang baru. Sebagai bagian warisan alam, tanah harus dilestarikan keragaman dan kealamiannya. Keragaman hayati tanah praktis tidak diketahui. Sebuah petualangan baru adalah untuk melibatkan arus utama konservasi biologi, yang termasuk baik organisme hidup dan habitat mereka (tipe tanah), dan berkontribusi terhadap desain dan penerapan jaringan kerja reserve tanah. Hubungan antara kesehatan manusia dan tanah terbukti menjadi eksplorasi lahan yang menjanjikan dan suatu saat nanti kita bisa berbicara mengenai *pedomedicine*.

Informasi teknologi yang baru sedang merubah panorama pengajaran atau publikasi hasil penelitian dan kami para pedologist harus memanfaatkan potensi mereka. Gerakan akses terbuka yang cepat tumbuh dengan cepat pada komunitas ilmiah internasional. Perkembangan baru dalam ilmu tanah harus ada pada jangkauan setiap orang, khususnya pada negara yang miskin dimana akses terbatas terhadap kemajuan ilmiah mengancam meluasnya jurang antara negara miskin dan kaya. Pendokumentasian on-line pada web page dan portal harus terus dilakukan. Penyebaran sains dari tingkat anak-anak sampai yang lebih tinggi juga harus ditingkatkan. Cara terbaik dimana semua penduduk dari segala usia melihat nilai yang disediakan ilmu tanah terhadap masyarakat dan belajar pentingnya tanah dalam sistim biogeospherical adalah lewat penyebaran informasi relevan yang rigorous dan amenable. Cara ekonomis adalah weblogs, lihat contohnya <http://weblogs.madrimasd.org/universo/>, telah menuai sukses di Amerika latin. Membantu menciptakan kesadaran penduduk dan menarik perhatian pembuat kebijakan untuk memformulasikan dan menerapkan kebijakan sains.



## **MASA DEPAN ILMU TANAH: PANDANGAN ORANG KANADA**

**OLEH: YASH P.KALRA**

Canadian Forest Service, Edmonton, Alberta, T6H3S5, Canada.

Pada abad ini, selain menghadapi masalah yang diwariskan, para ilmuwan juga menghadapi tantangan baru. Sembilan tahun lalu saya menyiapkan sebuah artikel untuk Masyarakat Ilmu Tanah Indian (Kalra 1997). Hal-hal berikut memasukkan ide dari artikel tersebut ditambah dengan refleksi tambahan.

1. Satu tantangan utama kita adalah penyebab dan efek perubahan iklim.
2. Tantangan yang paling fundamental baik secara lokal maupun global adalah: bagaimana meyakinkan masyarakat bahwa pengetahuan ilmu tanah dan manajemen tanah sangat serius dalam mengatasi kerugian ekonomi lokal dan nasional?
3. Para ahli tanah memperhatikan masa depan ilmu tanah di Universitas. Tantangannya adalah menjadikannya disiplin ilmu yang mandiri, tidak dibawah pertanian.
4. Dukungan untuk penelitian terapan dan dasar adalah satu investasi yang paling *leveraged* yang bisa dibuat pemerintah. Dana penelitian, bagaimanapun merupakan hal yang penting dalam semua disiplin ilmu sekarang jadi berkurang.
5. Penambahan yang signifikan pada populasi dunia diproyeksikan pada abad 21 dan sehingga produksi makanan tetap harus diperhatikan.
6. Penting untuk meningkatkan pemahaman mereka terhadap sistim tanah hutan.

Masa depan ilmu tanah cukup menjanjikan. Itu adalah tugas kita untuk mengelola, menggunakan dan memprotek sumber daya tanah bagi generasi mendatang. Kita akan lihat dan ketemu dengan tantangan, di abad 21.

**Referensi.**

Kalra, Y.P. 1997. Challenges facing soil scientists in the 21<sup>st</sup> century,. Indian Society of Soil Science Newsletter, 3:1-2. New Delhi, India.

## **PEDOLOGY DALAM STUDI ANTAR DISIPLIN UNTUK ILMU LINGKUNGAN DAN MATERIAL**

**OLEH : SELIM KAPUR**

Departments of Soil Science and Archaeometry University of  
Cukurova, Balcali 01330, Adana, Turkey.

Subyek yang akan muncul pada masa depan ilmu tanah berhubungan dengan pemisahan karbon dalam tanah dan implikasinya terhadap perubahan iklim. Saat ini, informasi tanah dicari dan dipercaya untuk mengisi lubang pada studi perubahan iklim lokal/global, dimana pendekatan dan metodologinya berkisar pada lapisan ketidakpastian dan usaha enigmatic yang tidak terlalu mempertimbangkan masa lalu. Sebelum memikirkan bagaimana orang akan mengolah sumber daya tanah bumi, kita harus mempelajari apa yang sudah di masa lampau. Studi fraksi P, tipe tingkat pelapukan dan lain-lain mengindikasikan perubahan iklim serta teknik pengolahan lahan pada masa lampau. Hal ini bisa jadi petunjuk untuk masa depan.

Area lainnya adalah materi *aeolian*. Material debu yang ditrerbangkan di sahara ini telah diteliti oleh ahli pedology dan sedimentologi karena kandungan mineralnya bervariasi. bagaimanapun juga ahli ilmuwan yang melakukan studi yang lebih jauh terhadap material yang dibawa angin mendedikasikan dirinya untuk memahami properti *aerosol* yang mulai lebih diperhatikan untuk pencegahan polusi udara dan terus siklus kelembapan melalui pertengahan garis lintang kedua *hemisphere*.



## **PENELITIAN UNTUK PENGELOLAAN TANAH YANG BERKELANJUTAN**

**OLEH : DOMINIQUE KING**

Institute National de la Recherche Agronomique, Science do Sol –  
InfoSol, Centre de Recherche dOorleans, BP20619, 45166 Olived,  
France.

Sejak tahun 1970, beberapa dunia telah menyorot masalah keterbatasan sumber daya dan dampak kegiatan manusia pada evolusi sumber daya alam ini. Lambat laun, komunitas internasional semakin sadar akan masalah biosfer (penebangan hutan, penurunan biodiversity), atmosfer (prolusi udara, perubahan iklim) dan hidrosfer (kuantitas dan kualitas air). Namun, walaupun pedosfer memegang peran kunci sebagai penyambung semua lapisan itu, hal ini tetap diabaikan. Saat ini telah diketahui bahwa tanah dipengaruhi oleh kegiatan manusia. Baru-baru ini, uni eropa mengeluarkan strategi politik untuk perlindungan tanah. Dalam hal ini, fungsi tanah dan apapun yang akan mengancamnya akan dianalisa agar lebih dipahami untuk bisa menentukan tindakan terhadap lingkungan.

### **Tanah dan manajemennya**

Dari analisa, muncullah 3 pertanyaan:

1. Apakah peta dan data base tanah saat ini memadai untuk menggambarkan keragaman tanah beserta fungsinya?
2. Apakah kita mampu mengirimkan info kuantitatif mengenai proses dan evolusi tanah secara periodik pada skala global?
3. Bagaimana kita bisa mengoptimiskan aktifitas manusia variabilitas spasial tanah dengan tujuan untuk menyumbang untuk perkembangan?

1. Keragaman tanah dan fungsinya.

Pada abad ke 20 tahun diadakan program survei nasional dan internasional dilakukan untuk menaksir variabilitas spasial tanah. Dari hasil tersebut didapatlah kesenjangan yang

besar antara negara-negara yang ada, dan adanya kurang harmonisasi antara data-data yang ada. Lebih jauh lagi, data-data itu sudah usang dan jarang diperbarui dan kebanyakan survei saat ini dihentikan. Masalah penelitian mengenai pemetaan tanah menyangkut tanah pada masa lalu dan saat ini. Kita harus memahami bahwa asal variabilitas tanah, dan menggunakan pengetahuan ini untuk memprediksi pemfungsian tanah saat ini. Variasi sudah menjadi masalah sejak studi pedogenesis yang pertama. Hal itu perlu direvisi dengan teknik numerical yang baru, khususnya model pedogenetic 3D yang menggabungkan teori probabilitas dan mekanis. Prediksi pemfungsian tanah saat ini berhubungan dengan program inventori tanah. Mereka berdasarkan pada analisis sistematis, menurut skala yang tingkat tinggi yang tetap. Mungkin, mereka terlalu kaku untuk menjawab permintaan masa depan. Kita harus mengajukan pendekatan multi lokasi dan skala dengan alat metodologi baru. Tujuannya adalah untuk menyediakan petani atau pembuat kebijakan dengan peta numerik yang memperlihatkan fungsi tanah pada waktu itu dan menawarkan interaktifitas untuk menguji skenario.

2. Evolusi tanah dibawah dampak perubahan lingkungan

Dampak perubahan iklim dan kegiatan manusia yang mungkin muncul, akan meningkatkan pertanyaan mengenai perlindungan sumber daya tanah dari skala jangka pendek menjadi skala jangka panjang. Kita harus menekankan komponen biologi tanah lewat interaksi antara komponen fisika dan kimia. Itu penting mengevaluasi bagaimana tanah bertahan terhadap perubahan tersebut untuk mengidentifikasi *feedback* yang mungkin antara komponen tanah.

Jika pengetahuan tentang sumber daya tanah masih rendah pada skala global, pengetahuan evolusi tanah bahkan lebih sedikit lagi. Informasi itu kurang pada sistem nasional dan bahkan pada skala global. Mereka terdiri dari program monitor multi lokal yang biasanya hanya untuk satu atau dua tujuan. Hasil generalisasi spasial tidaklah mudah karena keragaman situasi pedologis. Lebih jauh lagi, tanah merupakan arsip dari masa lampau dan analisis spasial akan menghasilkan pemahaman yang lebih baik mengenai

evolusi tanah. Dan kita juga membutuhkan metode pemetaan tanah yang baru dari sudut pandang yang baru. Pada semua kasus, implementasi sistem monitor tanah global, seperti yang telah dilakukan pada sumber daya lingkungan lainnya akan memungkinkan bagi kita untuk mengeksplorasi keragaman situasi sehingga kita akan lebih memahami proses dalam pertanyaan, dan menyediakan gambaran evolusi tanah kuantitatif pada skala dunia.

### 3. Manajemen sumber daya tanah spasial

Pada masa lalu, tanah hanya dianggap sebagai pendukung produksi pertanian. Tujuan ini terdapat dalam program peningkatan tanah dan suplai tanah. Kegiatan ini berhasil mencapai tujuannya namun akan membawa efek merugikan pada fungsi tanah yang mempengaruhi lingkungan dan kerusakan tanah. Masalah penelitian merupakan (i) evaluasi global pada fungsi tanah (termasuk produksi biomassa, (ii) dan sebuah manajemen lahan spasial yang menjawab masalah sosial dan lingkungan. Skala spasial bervariasi dari lahan pertanian ke wilayah peraturan pertanian-lingkungan. Kita membutuhkan database spasial dan temporal disediakan oleh survei dan program monitor baru serta kondisi tanah, khususnya kondisi air. Pendekatan ini membutuhkan jaringan kerja metrologic dan model fungsi tanah dalam interaksinya dengan kompartemen lain dalam lingkungan. Peneliti harus mengembangkan penggunaan teknologi komunikasi dan informasi baru seperti GPS, *remote sensing*, dll.

Pendekatan yang terintegrasi pada berbagai skala akan penting untuk dipertimbangkan manajemen sumber daya tanah yang tahan. Ini akan membutuhkan pengukuran jaringan kerja untuk bisa mencatat keragaman kerja dan untuk mengoptimalkan kegiatan manusia sesuai hambatan pedologic. Jaringan kerja ini bisa dibagi dengan berbagai pengguna dan berpartisipasi pengembangan sosial area rural.



## **PANDANGAN PADA MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH : GUY KIRK**

Cranfield University, Cranfield MK43 0AL, UK.

Salah satu aspek yang paling susah dalam ilmu tanah adalah luasnya cakupannya baik spasial dan temporal. Itu mencakup skala spasial dari molekul sampai ke *landscape*. Pada skala temporal, ia mencakup proses instan sampai pembentukan tanah yang berlangsung berabad-abad lamanya. Ketersediaan informasi pada kedua skala ini akan sangat mempengaruhi masa depan ilmu tanah. Ilmu tanah tumpang tindih dengan dan menghubungkan banyak disiplin ilmu. Akan ada peningkatan permintaan dan peluang bagi ilmu tanah untuk mengeksploitasi informasi ini dan masa depan harus untuk menyediakan kerangka kerja kuantitatif untuk menghubungkan berbagai benang ini bersama-sama.

Secara tradisional, kita telah melakukan prosedur statistik untuk mendapatkan hubungan empiris antara variabel seperti yang telah sukses diterapkan pada pertanian di masa lampau. Tapi pendekatan ini mempunyai keterbatasan pada praktek dan sisi ilmiah jika diterapkan kepada masalah lingkungan. Keterbatasan ilmiah itu dikarenakan oleh hubungan statistik yang bukanlah hubungan sebab akibat, mereka juga tidak mampu mengungkap hubungan non-linear.

Jadi, model perkiraan tanah penting untuk dikembangkan pada skala berbeda berdasarkan pemahaman mekanis mengenai proses yang sedang terjadi, dan sejauh memungkinkan korelasi statistik yang independen.

Masalah skala akan menjadi pusat perkembangan dalam *modelling*. Penerapan metode geostatistik dan teknik spasial analisis terhadap masalah sejenis ini akan membantu mengatasi kesulitan seperti adanya kesenjangan antara antara skala spasial yang dicontoh dengan yang di informasi yang tersedia.

Paralel dengan hal ini, ada kebutuhan yang meningkat akan informasi tanah beresolusi tinggi dengan ruang lingkup nasional dan internasional untuk menjalankan model dan memonitor tanah pada basis nasional. Kemajuan dalam kekuatan computing dan teknik geostatistik menawarkan banyak potensi untuk hal ini, contohnya

dalam pemetaan tanah secara digital. Semuanya harus diikuti oleh pemahaman yang baik mengenai proses biofisika yang mengendalikan tanah: fisika, kimia dan biologi.

Pendanaan untuk penelitian tanah merupakan hal yang sangat dibutuhkan. Masalah tanah terus muncul ke dalam agenda politik karena lingkungan telah menjadi semakin penting dalam politik nasional dan internasional, dan perlindungan tanah juga mulai meningkat sebagaimana halnya perlindungan udara dan air. Lebih jauh lagi, ilmu sistem bumi telah menjadi topik utama, dan peranan fundamental telah diakui. Singkatnya, masa depan ilmu tanah sepertinya bagus.

## **MASA DEPAN ILMU TANAH: RISET ILMU TANAH PADA UNIVERSITAS DI USA**

**OLEH : MARY BETH KIRKHAM**

Department of Agronomy, Kansas State University, Manhattan, KS  
66506-5501 USA.

Masa depan ilmu tanah di Universitas di AS tergantung kepada dana. Ketiga sumber dana (dana formula, dukungan pemerintah asing, fellowship) telah mengering. Hanya sedikit jumlah dana formula yang masih tersedia dan itu tidak cukup. Negara asing tidak lagi mengirim murid mereka untuk belajar ke ke luar negeri, karena mereka juga mengalami krisis anggaran. Sementara, mahasiswa yang punya dana seperti dari Iran tidak bisa mendapat visa. Fullbright juga tidak lagi membayarkan biaya penelitian, akibatnya seorang profesor harus mendanai murid *fulbright*.

Akibatnya, kebanyakan para alumni didukung oleh dana luar yang didapatkan oleh profesornya. Mereka penting demi kelangsungan jurusan ini. Pada universitas Negeri Kansas, sebuah jurusan harus mempunyai sekurangnya 20 mahasiswa M.S dan 5 mahasiswa Ph.D untuk bisa mempertahankan program pasca sarjana. Jika jumlah minimal ini tidak tercapai, maka jurusan tersebut akan dihapus.

Kurangnya dana pemerintah untuk sains menunjukkan bahwa uang pajak saat ini dihabiskan untuk pertahanan dan keamanan. Sedangkan, uang yang tersedia diberikan kepada sains baru seperti molekular biologi yang dianggap lebih berharga ketimbang sains tradisional seperti ilmu tanah. Sehingga wilayah tradisional ilmu tanah bisa lenyap.

Industri hanya akan tetap mendanai apa yang dirasanya penting. Peraturan pemerintah memaksa industri untuk membersihkan lokasi yang terpolusi dan ahli ilmu tanah dibutuhkan untuk itu. Orang-orang yang tidak bisa atau mau terlibat dalam kegiatan politik akan tersingkir dari ilmu ini. Kreativitas akan menurun karena ahli ilmu tanah lebih banyak menghabiskan waktu dengan para politikus ketimbang melakukan penelitian.

Penelitian teoritis hanya akan dilakukan jika seorang ilmuwan mempunyai dana pribadi karena industri sebagai penyandang dana utama hanya menghendaki penelitian untuk hasil yang segera. Penelitian kuantitatif hanya akan difokuskan pada komputer. Peralatan berkembang lebih cepat ketimbang sains yang menggunakannya.

Ketika komputer digunakan sebagai model, mereka juga akan membuang waktu yang seharusnya dapat digunakan untuk membaca literatur dan melakukan penelitian. Mereka sibuk menjawab email, menjaga komputer dari virus, mempelajari software, dll. Pekerjaan ini tidak ada 10 tahun yang lalu.

Sekarang penekanan lebih kepada proyek tim. Jika dulu seorang individual bisa mendapatkan dana, beberapa proyek besar saat ini membutuhkan kerja tim. Namun, individu ilmuwan tetaplah orang yang punya ide baru yang diakui dalam masyarakat profesional.

Keragaman merupakan masalah yang belum diatasi oleh jurusan ilmu tanah. Orang bisa menghitung dengan satu tangan jumlah profesor wanita di Universitas Land Grant. Pemerintah federal yang memberikan peluang yang sama merupakan tempat utama dimana ahli ilmu tanah wanita bekerja. Ilmuwan berkulit hitam juga tidak ada dari program ilmu-tanah. Ilmuwan dari asia sekarang mengisi posisi dalam ilmu tanah, dan tren ini akan terus berlanjut. Keragaman ini diwakili oleh mereka. Secara ringkas, saya melihat masa depan ilmu tanah di universitas di AS sebagai berikut:

1. Kurang dana
2. Dana tersedia melalui hal-hak yang khusus, artinya ahli ilmu tanah harus punya keahlian politik
3. Hilangnya program ilmu tanah tradisional
4. Perekrutan wanita dan orang kulit hitam merupakan tantangan.

## **Referensi**

- Feller, I., 2004. Research subverted by academic greed. *The Chronicle of Higher Education*, January 16, 2004, p.B6-B7 + Cover.
- Showstack, R., 2004. National Science Board report indicates U.S. research workforce may decline in size. *EOS* 85 (20):198 (18 May 2004 issue).

## **ILMU TANAH DALAM ERA EKONOMI HIDROGEN DAN 10 MILYAR PENDUDUK**

**OLEH : RATTAN LAL**

Carbon Management and Sequestration Center, The Ohio State  
University, Columbus, OH 43210 USA.

Tanah merupakan fondasi kehidupan manusia, tidak ada yang lebih membahayakan ketimbang seorang yang kelaparan. Ancaman di masa datang dari hubungan manusia dan tanah bukannya manusia dengan manusia.

Peningkatan produksi pertanian merupakan salah satu cerita sukses pada abad 20 yang mampu menyelamatkan milyaran penduduk yang kelaparan. Hal itu bisa kita sebut revolusi hijau pada abad ke 20.

Malangnya, hasil yang mengagumkan dari produksi makanan pada abad 20 tersebut membawa dampak pada kualitas lingkungan. Ekspansi pertanian mendatangkan kerusakan tanah; peningkatan bahan kimia dalam pertanian mengakibatkan polusi lingkungan; peningkatan irigasi mengakibatkan salinisasi; penebangan hutan mengakibatkan emisi CO<sub>2</sub> ke atmosfer, dll. Sehingga, selain berfokus kepada manajemen tanah untuk meningkatkan produktifitas agronomis, ahli tanah juga harus memikirkan masalah lingkungan.

Jadi, prioritas masa depan yang bisa diriset adalah (a) memaksimalkan produktifitas agronomis dan biomass per unit input air, kimia dan energi, (b) meminimalisir polusi lingkungan, terutama polusi air dan kontaminasi tanah, (c) memoderatkan iklim melalui pemisahan carbon, dan (d) menggunakan tanah sebagai medium pengolahan air. Studi mengenai siklus karbon, air dan nitrogen berada pada prioritas utama.

Ahli tanah juga harus merangkul ahli dari ilmu lainnya untuk mengatasi masalah lingkungan secara efektif dan juga memperluas ruang lingkungannya. Ahli tanah juga perlu bekerjasama dengan kolega pada sains dasar untuk memahami mekanisme servis ekosistem tanah. Disamping itu, mereka juga harus bekerja sama dengan kolega dari sains terapan sehingga ahli tanah bisa melayani kebutuhan masyarakat selama abad 21.

Kurikulum ilmu tanah pada tingkat sarjana dan pasca sarjana harus relevan untuk mempersiapkan ilmuwan yang bisa mengatasi masalah global. Sedangkan kurikulum konvensional seringkali lemah di sains dasar dan tidak menyiapkan murid dari pertanian dan sumber daya alam untuk riset dasar sehubungan untuk perubahan iklim, proses hidrologi dan ekologi, transformasi kimia, kualitas air, siklus elemen dan lainnya. Disamping itu, juga ada kebutuhan untuk melatih para ilmuwan dengan keahlian komunikasi untuk bisa berinteraksi dengan banyak kalangan.

Ada 5 tantangan global yang harus ditangani: (i) sekuritas makanan secara global, (ii) biofuels, (iii) pengolahan limbah, (iv) pemurnian air, (v) tanah dan iklim. Selain itu, di masa depan akan ada permintaan makanan, peningkatan lingkungan, meningkatkan ketersediaan dan kualitas air, dan ketersediaan energi merupakan masalah yang harus dihadapi dan jawabannya adalah tanah. Ilmu tanah juga harus mampu memenuhinya dengan win-win strategi.

# KLARIFIKASI PERSEPSI YANG SALAH DAN PENAJAMAN KONTRIBUSI

OLEH : HENRY LIN

Dept. of Crop and Soil Science, 116 A.S.I. Building, The Pennsylvania  
State Univ., University Park., PA 16802.

Hambatan utama dalam ilmu tanah adalah adanya persepsi negatif akan tanah yang dimiliki oleh masyarakat umum dan komunitas ilmiah. Oleh masyarakat umum, tanah dianggap sama dengan lumpur, debu dan kotoran sehingga kurang dihargai dan kurang diprioritaskan. Faktanya, tanah merupakan pondasi berbagai ekosistem dan dasar kehidupan di bumi (jika digabungkan dengan air). Sedangkan pada masyarakat ilmiah, tanah dianggap sederhana dan mudah sehingga pendekatan terhadap ilmu tanah ini terlalu disederhanakan padahal bidang yang diteliti heterogen, dan mengabaikan hal-hal yang tersembunyi.

Untuk mengatasi hal ini, saya menyarankan untuk melakukan 3 langkah berikut ini:

1. Meluruskan persepsi yang salah
2. Membentuk aliansi dengan disiplin lain
3. Menambah kontribusi ilmu tanah

Sebagai penutup, saya berharap akan adanya imej jelas tentang makanan di atas meja kita, air dalam botol kita, dan udara di ruangan kita yang bisa dihubungkan secara jelas dengan anugrah alam untuk kita yang kita sebut tanah. Dan saya berharap kita bisa meningkatkan studi yang terintegrasi *critical zone* pada bumi agar meningkatkan ilmu tanah dan memperkuat kontribusi ilmu tanah untuk masyarakat dan ilmu.

## Referensi

- Bouma, J., 2006. *Hydropedology as a powerfull tool for environmental policy research*. *Geoderma* 131:275-286.
- Hillel, D., 1991. *Out of the Earth – Civilization and the Life of the Soil*. The Free Press, New York.

- Lin, H.S., 2005. Letter to the Editor on From the Earth's Critical Zone to Mars Exploration: Can Soil Science Enter its Golden Age? Soil Science Society of America Journal 69: 1351-1353.
- National Research Council (NRC), 2001. Basic Research Opportunities in Earth Science. National Academy Press, Washington, D.C.
- National Science Foundation Advisory Committee for Environmental Research and Education (NSF AC-ERE), 2005. Complex Environmental Systems>Pathway to the Future, Washington, D.C.
- National Science Foundation – the Consortium of Universities for the Advancement Large Scale Environmental Observatories (CLEOs). Interim Science and Implementation Plan. Washington, D.C.

## **PANDANGAN DAN ORIENTASI MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH : FRANS MAKESCHIN**

Dresden University of Technology, Piennner Str. 19, D - 01737  
Tharandt, Germany.

Ilmu tanah mempunyai fungsi yang unik dalam riset dan pendidikan lingkungan yang menghubungkan banyak ilmu ekologi yang berhubungan dengan air, atmosfer, dan sumber daya bio. Ilmu tanah merupakan kunci elemen *landscape* yang penting dan berkontribusi terhadap kehidupan seperti makanan, habitat, rekreasi, dll.

Jika dulu ilmu tanah memakai pendekatan berorientasi ilmu, saat ini spek berorientasi proses semakin memegang peranan karena banyaknya permintaan untuk memahami fungsi tanah dalam produksi pangan dan lingkungan. Bagaimanapun juga, tantangan utama yang tersisa saat ini adalah bagaimana mengelola sumber daya alam, mengatasi masalah lingkungan dan memerangi kerusakan lahan. Untuk menjawab tantangan ini, kita harus meningkatkan pengetahuan kita baik dalam aspek dasar maupun terapan khususnya dalam transfer konsep manajemen, penaksiran lingkungan, administrasi dan pendidikan.

Masyarakat ilmu tanah harus mengidentifikasi dan mengimplementasikan prioritas riset dalam kerangka kerja IUSS baik dalam area riset antar atau inter disiplin. Tema berikut merupakan kunci penelitian, yaitu:

1. Tanah, konsumsi lahan, rehabilitasi dan pendaur ulangan lahan
2. Tanah dan iklim
3. Tanah dan penggunaan lahan
4. Metode integratif dan inovatif dalam riset tanah
5. Riset tanah dalam infrastruktur nasional dan internasional
6. Tanah dalam pendidikan, pelatihan dan masyarakat maju.



## **RENUNGAN MASA DEPAN ILMU TANAH (DALAM ~ 1 KATA)**

**OLEH : ALEX M BRATNEY**

*Faculty of Agriculture, Food and Natural Resources, McMillan Building  
A05, The University of Sydney, NSW 2006, Australia.*

Masa depan ilmu tanah tidak bisa diprediksi. Namun, kita bisa mengorganisirnya dalam 4 kategori:

Category 4 (tahu yang diketahui)

Ini merupakan senjata ilmu tanah saat ini dan kita harus melihat apa ada konsep yang tidak konsisten dan salah.

Category 3 (tidak tahu hal yang diketahui)

Ini jelas tentang pendidikan, kita harus membuat orang lain menyadari apa yang kita ketahui dengan mempublikasikan pengetahuan kita kepada banyak pihak.

Category 2 (tahu yang tidak diketahui)

Ini merupakan hal yang kebanyakan orang pikirkan saat meneliti. Teknologi ada untuk membantu kita menemukan jawaban pertanyaan kita. 50% usaha kita harus diletakkan disini, tapi tidak boleh lebih.

Category 1 (tidak tahu hal yang tidak diketahui)

Ide-ide baru disini akan memberikan sesuatu pada peneliti di kategori 2 untuk diteliti pada 30 tahun mendatang atau lebih setelah kemajuan ini diraih. Kita harus menghabiskan waktu dengan berfikir dan kita perlu mengabdikan setidaknya 5% usaha kita disini.

Jelaslah apa yang terjadi akan dikendalikan oleh geopolitik pada negara yang sedang berkembang bersamaan dengan ancaman dan tantangan lingkungan manusia. Kita harus menyatukan pengetahuan dan keahlian kita untuk memecahkan masalah global. Jumlah ahli tanah harus ditambah lebih cepat dari populasi dunia.



## **PANDANGAN AHLI PEDOLOGI TERHADAP MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH : NEIL MCKENZIE**

*Bruce E. Butler Laboratory, CSIRO Land and Water, GPO Box 1666,  
Canberra, ACT, 2601. Australia.*

Selama pendudukan eropa di australia, orangeropa bisa melihat potensi pertanian, namun kebanyakan gagal memahami keterbatasan pada tanah. untuk merespon tantangan ini, ilmu tanah berkembang dengan dukungan pemerintah dan industri primer. Mereka membangkitkan pengetahuan berharga mengenai prilaku sosial untuk menghasilkan manajemen lahan yang lebih berkualitas di Australia. Namun, banyak masalah yang masih tersisa seperti erosi, keasaman, kurangnya zat organik, kontaminasi dan salinitasi. Pemahaman ilmiah mengenai hal ini bagus, tapi penerapan solusinya tidaklah mudah.

Sayangnya, dana terhadap lingkungan semakin ketat, jumlah ahli tanah yang terlibat dalam riset menurun, dan ilmu seperti pedology telah berkurang. Saat seperti inilah dimana ahli pedolog dibutuhkan untuk memberikan rekomendasi dimana menempatkan sistim manajemen lahan khusus. Permintaan untuk memprediksi fungsi tanah terhadap landscape pada berbagai skala juga meningkat.

Pondasi pandangan terintegrasi kita haruslah pemahaman akan evolusi tanah dan landscape selama beberapa dekade, abad dan milenium. Ini bukanlah teori saja bagi ahli pedologi tapi penting untuk mengetahui bagaimana penggunaan lahan berinteraksi dengan landscape. Hanya sedikit ilmu tanah yang berada dalam konteks ini.

Banyak masalah praktis yang membutuhkan kemampuan memperkirakan aliran air, nutrisi, larutan dan sedimen. Kita juga harus memahami apa yang mengendalikan perubahan tersebut, yang bisa kita dapatkan dari pengukuran pada riset jangka panjang. Masalah kita adalah kurangnya metode efisien dalam pengukuran properti fungsional tanah pada skala yang relevan terhadap manajemen sumber daya alam. Revolusi dalam pengukuran lingkungan menghasilkan sensor yang lebih kecil, cepat, efisien secara energi, tak berkabel dan diprogram dengan cerdas. Mars Rover merupakan contoh kemajuan yang istimewa. Bagaimanapun, sistim pengukuran diperlukan untuk

rangkaian lapisan tanah yang lengkap pada berbagai skala.

Kerjasama dan komunikasi yang efektif dengan ilmu lain adalah hal yang penting. Hal ini membutuhkan penguasaan disiplin ilmu itu sendiri dan kita harus membuatnya mudah diakses oleh murid dan kolega kita.

Akhirnya, tidak ada keraguan bahwa pentingnya ilmu tanah secara fundamental.

### **Referensi**

Richter, D.D. and Markewitz., D., 2001. Understanding soil change. Cambridge Univerwsity Press, Cambridge.

## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH : AHMET MERMUT**

*University of Saskatchewan, Department of Soil Science, Saskatoon,  
S7N 5A8, Canada.*

Ilmu tanah telah memberikan kontribusi yang signifikan terhadap kualitas kehidupan manusia dan memperkaya pemahaman akan manajemen sumber daya tanah untuk memenuhi kebutuhan akan makanan dan serat. Namun, perubahan permintaan dari masyarakat telah menghasilkan area investigasi baru seperti siklus karbon secara global, kualitas tanah sehubungan dengan kualitas air, kerusakan lahan, siklus biogeokimia, dll.

Ada pertanyaan yang muncul setelah perang dunia kedua tentang kerelevanan ilmu terhadap kehidupan bumi, apalagi karena ilmu tanah tidak mempunyai peranan dalam studi lingkungan. Saat ini, komunitas ilmu tanah telah memperluas cakupannya termasuk dalam lingkungan.

Sekarang permintaan akan informasi yang lebih baik dan lebih banyak tanah semakin meningkat. Di negara yang sedang berkembang, kesadaran akan kesehatan ekosistem dan pemeliharaan kualitas lingkungan dan tingkat konsumsi juga semakin meningkat.

Kerusakan lahan telah menjadi perhatian serius yang mempengaruhi kehidupan semua orang di atas bumi. Dari sudut pandang pertanian, penggunaan lahan merupakan penyebab utama menurunnya kualitas tanah. Kebutuhan informasi tanah untuk mendukung pertanian menghasilkan pengajaran tanah sebagai bagian integral kurikulum pertanian.

Penelitian antar disiplin ilmu juga penting karena studi perubahan iklim global membutuhkan pemahaman menyeluruh yang mengenai proses kuantifikasi permukaan bumi dan perubahan iklim global.

## **Referensi**

- Arnold, R.W., Szaboles, I, and Targulian, V.O., 1990. Global soil change. Report of IIASA-ISSS-UNEP. Task force on the role of soil in global change. International Institute for Applied System Analyses, Laxenburg.
- Lal, R., 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate and food security. *Science* 304:1623-1627.
- Landi, A., Mermut, A.R., and Anderson, D.W., 2004. Carbon distribution in a hummcky landscape from Saskatchewan, Canada. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68: 174-184.
- United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), 1992. United Nations Conference on Environment and Development (UNCED). Rio de Janeiro.
- Weiss, H.,Country, M.A. Wetterstrom, W., Guichard, F., Senior, L., Meadow, R.,and Curnow, A., 1993. The genesis and collpse of the thurd millenium North Mesoptamian civilization. *Science* 261: 995-1004.
- World Commision on Environment and Development, 1987. Our comon future. Oxford Univ. Press, Oxford.
- Yaalon, D., 2000. Down to earth. Why soil and soil science matters. *Nature* 407:301

## **MASA DEPAN ILMU TANAH: PENGANGKATAN HUBUNGAN MULTI DISIPLIN**

**OLEH :P.S MINHAS**

*Central Soil Salinity Research, karnal-132 001, Haryana, India*

Studi tanah menjadi semakin penting terutama di negara yang kurang berkembang dan negara yang sedang berkembang seperti India dimana tekanan demografis tidak terkontrol dan menimbulkan konflik antara kalangan urban dan industri.

Diantara proses degradasi tanah, erosi air yang secara global mempengaruhi lebih dari setengah daerah. Hal ini telah dianggap sebagai ancaman terbesar terhadap landscape dan ekosistem. Untuk memenuhi permintaan produksi makanan, ahli tanah harus bekerja sama dengan para insyiner dalam meningkatkan pemakaian air yang efisien.

Urbanisasi ditambah dengan industrialisasi juga menimbulkan produksi limbah antropogenik. Perubahan gaya hidup juga meningkatkan penggunaan deterjen, aerosol, dan menghasilkan limbah yang mengandung logam berat, polimer dll. Tanah merupakan tempat untuk mengubur semua polutan tersebut tapi kapasitasnya terbatas. Ini merupakan ancaman.

Disamping itu, ahli tanah harus berpindah dari pendekatan yang terisolasi. Mereka harus berhubungan dengan peluang inter disiplin pada area yang beragam. Terbukti, banyak peluang muncul untuk ahli tanah yang membantu meningkatkan manajemen sumber daya tanah dan air. Tapi kita harus ingat, tanah tidak bisa diperbaharui sehingga kita harus berjuang untuk menyelamatkannya demi kesejahteraan generasi di masa depan.



## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH : ROLF NIEDER**

Institute of Geology, Braunschweig Technical University, langer kamp  
19.c, 38106 Braunschweig, Germany.

Ilmu tanah berkembang dari biologi, geologi, dan kimia pertanian pada abad ke 18 dan 19. pada abad 20, ia menjadi ilmu independen yang dimanifestasikan oleh foundation International Society of Soil Science pada tahun 1924.

Tantangan yang dihadapi pada abad 21 berikut prioritas area riset adalah:

1. Erosi tanah
2. Zat organik tanah dan keragamannya
3. Kelebihan pupuk
4. Kontaminasi tanah
5. Penutupan tanah
6. Pemadatan tanah
7. Alkalinisasi tanah

Sebagai kesimpulan, masalah akan muncul dengan pesatnya peningkatan populasi dunia jika kontrol tidak segera dilakukan. Jadi, kerjasama ahli tanah dengan ahli dari ilmu lain seperti geologi, biologi, fisika, toksikologi, hidrologi, geografi, geo-informasi, teknik, sosial, ekonomi dan ilmu politik sangatlah penting. Pembuat kebijakan juga diminta untuk mengembangkan penggunaan lahan secara rasional dan kebijakan manajemen termasuk pengukuran anti degradasi.

### **Referensi**

- Benbi, D.K. and R. Nicker (eds.). 2003. Handbook of processes and modeling in the soil plant system. Hawort Press, New York, pp.762.
- European Commissions (eds, L., Van-Camp, B. Bukarrabal, A.R. Gentile, R.J.A. Jones, L.,

- Monatanarella, C. Olacabal, S.K. Selvaradjou), 2004. Reports of the technical working established under the thematic strategy for soil protection, Volume 1, Introduction and executive summary.
- Lal, R. (ed.), 2002. Encyclopedia of soil science. Marcel Dekker, New York, Sumner, M.E. (ed.), 2000. Handbook of soil science. CRC Press, Boca Raton.

# **TANTANGAN PENGGUNAAN SUMBER DAYA TANAH DAN AIR**

**OLEH : ANDREW D. NOBLE**

IWMI-SEA, c./o. World fish Center, Jalan batu Maung, batu maung,  
11960 Bayan Lepas, Penang Malaysia

Tanah dan air merupakan elemen pusat dalam kehidupan manusia di bumi. Keberadaan kita di bumi ini diikat oleh lapisan tipis yang disebut tanah. Sementara itu, tanah dan air berhubungan satu sama lainnya. Sehingga, manajemen sumber daya ini menjadi sangat penting. Penting juga untuk diketahui bahwa yang menghubungkan komponen biofisika ini adalah atribut sosial dan ekonomi masyarakat kita.

Tantangan yang dihadapi ahli tanah pada abad ke 21 tidak berbeda dengan sebelumnya, tapi mempunyai fokus yang berbeda. Elemen kunci dalam kesuksesan pada revolusi hijau adalah pengenalan pupuk anorganik dengan tingkat analisis yang tinggi, khususnya urea dan super fosfat. Ada kebutuhan untuk mengevaluasi kembali pengiriman aspek ini.

Tantangan di masa depan untuk ahli tanah adalah menyediakan solusi yang inovatif terhadap masalah degradasi sistim produksi.

## **Referensi**

- Gillman.G.P, and Noble, A.D., 2005. Environmentally manageable fertilizers: A new approach. *Environmental Quality Management* 15: 59-70.
- Noble, A.D., Bossio, D., Penning de Vries, F.W.T, Pretyy, J. Thiyagarajan, T.M., 2006. Intensifying agriculture sustainability – an analysis of iimpacts and drivers in the development of Bright Spots. Research Report. Colombo, International Water Management Institute.



## **ILMU TANAH DI ABAD KE 21**

**OLEH. STEPHEN NORTCLIFF**

Department of Soil Science, University of Reading, Reading, RG6 6  
DW United Kingdom.

E-mail: [iuss@reading.ac.uk](mailto:iuss@reading.ac.uk)

Ketika saya memulai karir saya dalam ilmu tanah di awal tahun 1970an, penelitian di bidang ilmu tanah banyak difokuskan kepada penggunaan tanah pertanian dan bagaimana meningkatkan produksi dengan pengolahan tanah, yang diutamakan lagi kepada perubahan permupukan dan pengolahan tanah. Disaat penelitian ditekankan kepada mempertahankan dan meningkatkan produksi pertanian, ada suatu kesadaran bahwa hal ini dalam beberapa kasus/kegiatan dapat diperoleh dengan merusak tanah. Laporan Strutt (1970) berjudul "Pertanian Modern dan Tanahnya" (MAFF,1970) adalah jawaban dari serangkaian permasalahan panen Inggris raya di 1960an dan meratakan kembali kurva produksi. Laporan ini menyoroti kerusakan struktural pada tanah dan terkait penurunan produksi jika budidaya dilakukan pada waktu yang tidak tepat dan terjadi saat tanah dalam keadaan basah. Disana juga dinyatakan bahwa tanah akan lebih rentan, terutama di daerah inggris timur, dimana nilai bahan organik tanah telah diperkirakan menurun.

Banyak penelitian saya pada 10-15 tahun berikutnya dilakukan di eropa dan tropis yang difokuskan pada peningkatan atau mempertahankan produksi pertanian, seringkali di daerah tropis menggunakan lahan yang tidak terpakai menjadi lahan pertanian. Pada saat ini relatif sedikit sekali pembahasan/penelitian yang dibuat untuk mempertimbangkan tanah sebagai bagian dari sistim lingkungan, dan kekhawatiran akan keberlanjutan hasil produksi bukan sistim tanah. Hal ini berubah karena seiringnya kita berpindah ke abad 21! Dimana mempertahankan hasil produksi pertanian lebih penting ketimbang mempertahankan fungsi tanah dan mengurangi atau menghilangkan efek negatif pada komponen lingkungan lainnya. Perubahan ini ditambah lagi dengan peningkatan kesadaran di dalam bidang politik akan pentingnya hubungan tanah dalam sistim lingkungan, memang tanah telah diketahui banyak memiliki peran penting mendasar pada

permukaan antara atmosfer, biosfer, lithosfer dan hydrosfer. Tanah mungkin hanya beberapa centimeter atau paling tebal beberapa meter dari permukaan bumi, tetapi saat ini telah diketahui bahwa tanah memiliki peran penting dalam aspek sistim lingkungan global beroperasi. Di eropa hal ini telah diakui pada tahun 2002 ketika komisi eropa meluncurkan sebuah dokumen “Menuju Strategi Tematik untuk Perlindungan Tanah”(komisis masyarakat eropa, 2002). Inisiatif ini telah dicocokkan dengan strategi/tujuan nasional untuk melindungi tanah dalam negara-negara di eropa. Dokumen Komisi Eropa ini dan program selanjutnya untuk mengidentifikasi masalah yang harus di prioritaskan dan tindakan untuk perlindungan tanah telah ditetapkan dalam keadaan mendesak dan mungkin masa depan jangka panjang dari ilmu tanah di eropa. Dokumen menekankan bahwa harus ada pertimbangan yang lebih luas dari peran tanah dalam lingkungan; lima fungsi umum tanah tapi penting untuk diidentifikasi adalah :

- Produksi makanan dan produk biomassa lainnya
- Penyimpan, penyaring dan transformasi
- Habitat dan pertukaran gen
- Lingkungan fisik dan budaya bagi manusia
- Sumber bahan baku

Ketika produksi pangan dan biomassa termasuk dalam fungsi tersebut, ada cakupan lebih luas daripada yang selama ini umumnya telah diakui. Karena berbagai fungsi yang luas ini , adalah penting bahwa kondisi tanah dipertahankan jika keberlanjutan harus dicapai. Di samping itu telah dinyatakan bahwa tanah berada di bawah ancaman dari berbagai kegiatan manusia yang merusak ketersediaan tanah dalam jangka panjang dan kelangsungan hidup. Mereka mencantumkan ancaman yang paling berbahaya adalah :

- Erosi
- Penurunan bahan organik
- Pencemaran/kontaminasi
- Penyegehan tanah
- Pemadatan tanah
- Penurunan keanekaragamanhayati
- Salinisasi
- Banjir dan tanah longsor

Banyak pada daerah Eropa Barat hal ini menjadi fokus untuk pengembangan ilmu tanah di masa depan. Di tambah dengan perubahan dari berorientasi produksi saja menjadi lebih banyak perspektif lingkungan yang lebih luas ini adalah jalan ke depan bagi ilmu tanah. Globalisasi yang semakin meningkatkan populasi urbanisasi memberikan fokus utama bagi ilmu tanah. Pengembangan perkotaan sering menyegel tanah, dan dalam kebanyakan kasus menghapusnya dari penggunaan potensi masa depan. Sangatlah penting bahwa para ilmuwan tanah terlibat dalam mempertahankan penggunaan tanah dalam proses urbanisasi ini. Pemanfaatan berkelanjutan akan melibatkan pengurangan penyegelan sedapat mungkin, tetapi juga berusaha untuk mengetahui penggunaan lokal tanah yang dihilangkan selama proses konstruksi. Relatif sedikit ilmuwan tanah telah terlibat secara aktif di daerah ini, tetapi itu adalah salah satu di mana pengetahuan kita tentang sifat tanah dan bagaimana berperilaku di bawah berbagai kondisi, sangat penting jika kedua dampak lingkungan jangka pendek dan jangka panjang dari proses urbanisasi dapat dikurangi.

Pada skala global ilmuwan tanah harus menjadi lebih aktif terlibat dalam isu-isu lingkungan. Misalnya, sementara pentingnya kadar karbon tanah dalam anggaran karbon global sekarang banyak diketahui, ilmuwan tanah harus terus menekankan pentingnya ini dan memastikan bahwa kita memiliki strategi berbasis ilmu pengetahuan untuk mencegah penurunan lebih lanjut dalam besarnya kadar ini, khususnya di konteks perubahan kondisi lingkungan, dan strategi untuk mendorong peningkatan di kadar karbon tanah. Terkait dengan kekhawatiran ini, tentang kemungkinan penurunan keanekaragaman hayati tanah. Sementara kekhawatiran ini telah nyata terjadi, namun kita masih tidak sepenuhnya banyak memahami proses biologi tanah juga tidak memahami interaksi dan dinamika berbagai organisme ditemukan di dalam tanah. Mengingat pentingnya keanekaragaman hayati tanah baik dari segi kadar karbon tanah dan anggaran dan dalam hal hubungan dengan keanekaragaman hayati lingkungan yang lebih luas, sangatlah penting bahwa kita mencapai pemahaman yang lebih lengkap tentang proses dan juga mengidentifikasi organisme dapat digunakan indikator kuat dari perubahan keanekaragaman hayati tanah yang akan mempengaruhi bagian lain dari sistem tanah dan seterusnya.

Selama bertahun-tahun tanah itu bukan masalah politik besar, tapi itu berubah dalam abad ke-21. Komisi Eropa mengikuti strategi

tematik untuk perlindungan tanah 'yang tampaknya bergerak menuju arah untuk memandu pengelolaan tanah dan perlindungan tanah, di Inggris dalam 'Rencana Tindakan Tanah untuk Inggris', 2004-2006' diluncurkannya (DEFRA, 2004). Ilmuwan tanah telah terlibat dalam pengembangan kerangka kerja legislatif ini, tapi kita harus mempertimbangkan untuk mengembangkan pendekatan internasional yang lebih luas. Hannam dan boer (2002-2004) telah mengemukakan beberapa petunjuk awal tentang bagaimana kita bisa bergerak menuju sebuah 'konvensi internasional untuk perlindungan tanah'. sementara salah satu dari ini akan melibatkan lebih banyak kelompok dari ilmuwan tanah, sangatlah penting bahwa kita sebagai ilmuwan tanah sepenuhnya terlibat dalam perkembangan mereka.

Tanah sekarang diakui sebagai komponen lingkungan utama yang dapat dengan mudah disalahgunakan dan mengalami kehilangan. Tanah telah diakui sebagai sumber daya yang terbatas. Ilmuwan tanah di abad ke-21 harus siap dan mampu menyediakan informasi kepada ilmuwan lain dan mereka menetapkan agenda politik tentang cara untuk menghindari penyalahgunaan tanah dan bagaimana mengoptimalkan peran tanah dalam konteks lingkungan yang lebih luas.

## **ILMU TANAH : BERBAGAI SKALA DAN BERBAGAI PELUANG**

**OLEH. GARY W. PETERSEN**

Jurusan Ilmu Tanah dan Tanaman, Universitas Pennsylvania,  
Universitas Park, PA 16802. E-mail [gwp2@psu.edu](mailto:gwp2@psu.edu)

Di masa lalu, ilmu tanah telah melayani fokus produksi yang kuat di bidang pertanian dengan sedikit perhatian pada proses tanah yang mempertahankan fungsi ekosistem pertanian. Banyak fokus pada pedologi telah mengembangkan sistem taksonomi tanah. Seperti yang kita pandang ke masa depan ada sejumlah pertanyaan yang perlu ditanyakan oleh ilmuwan tanah. Beberapa pertanyaan ini sebagai berikut :

- Apa yang harus kita lakukan untuk mempertahankan relevansi kita dalam komunitas ilmiah dan dalam masyarakat pada umumnya?
- Bagaimana kita mengembangkan strategi untuk mengelola perubahan spatial dan temporal tanah?
- Bagaimana kita melakukan *ilmu integratif* di tingkat lanskap dan DAS?
- Apa yang bisa kita lakukan untuk meningkatkan visibilitas dari ilmu tanah?

Pedologist memiliki permasalahan tambahan seperti bagaimana cara mengembangkan pendekatan untuk mengkarakterisasi, mengamati, memprediksi dan mengelola perubahan tanah dan peralatan apa yang dibutuhkan untuk membuat prediksi yang tepat mengenai tanah dan kondisi lanskap dan keberlanjutan penggunaan lahan.

Masa depan ilmu tanah sangatlah menantang dan menarik. *Kita tidak pernah memiliki banyak masalah bagi para ilmuwan tanah untuk diatasi atau sebagaimana banyak kesempatan bagi mereka untuk menyelidiki seperti yang kita miliki dalam masyarakat saat ini.* Kita juga beruntung karena kita memiliki *array* yang luas dari teknologi baru termasuk penginderaan jauh dan sistem informasi geospasial. Untuk pertama kalinya dalam sejarah kita mempunyai

teknologi untuk mengumpulkan data global di berbagai skala. Mengkombinasikan teknologi ini dengan digital database bersama dengan penggabungannya ke dalam model geospasial akan menjadikan banyak kesempatan untuk membantu memahami ekosistem tanah dan masalah yang terkait.

Ada banyak isu masyarakat saat ini yang terkait secara langsung maupun tidak langsung untuk ilmu tanah. Beberapa isu ini memotong banyak skala yang berbeda dan level politik dan itu semua telah diringkas dalam gambar di halaman berikutnya.

Skala Isu : Aktivitas dan Dampak  
(gambar)

Di masa depan kita perlu fokus kepada peran penting tanah pada ekosistem dan fungsinya di lanskap. Tantangan yang mungkin akan dihadapi adalah :

- Meninggalkan perspektif yang sempit kita saat ini dan ikut terlibat *dalam analisis sistem tingkat*
- Mulai mengintegrasikan keterampilan kita untuk menghasilkan solusi lanskap skala lebih dari berbagai skala temporal dan spasial
- Memfokuskan kembali upaya kita untuk mendidik generasi siswa berikutnya

Salah satu tantangan yang paling penting adalah mendidik generasi siswa berikutnya. Ini harus melibatkan restrukturisasi kurikulum siswa termasuk kursus dasar tanah, program integratif di tingkat lanskap, teknologi informasi dan teknik analisis, kursus bisnis, kursus kesadaran sosial dan pengalaman dan kursus aplikasi tanah serta magang. Siswa harus diberi perspektif global dan penekanan harus ditempatkan pada meningkatkan keterampilan komunikasi mereka.

Singkatnya, masa depan ilmu tanah tidak pernah terang atau lebih menarik daripada sekarang ini. Namun, salah satu kunci untuk masa depan adalah dengan mengembangkan generasi ilmuwan tanah berikutnya. Itu akan menjadi tugas yang sulit dan saya berharap semua orang turut serta menghadapi tantangan ini.



## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH. ILDEFONSO PLA SENTIS**

*Department de Medi Ambient i Ciencies del Sol Universitat, de Lleida  
Av. Alcade Rovira Roure 191, 25198 Lleida. Spain.*

Tanah merupakan fundamental bagi kebutuhan hidup manusia karena menyediakan kebutuhan dasar kita dan memegang peranan penting dalam menentukan kualitas lingkungan kita. Sayangnya, hal ini tidak terlalu dihargai oleh sebagian besar populasi di dunia. Di masa depan, peranan tanah dan tanah akan mencakup aspek krusial seperti produksi makanan, siklus hidrologi, dan komposisi air. Akibatnya, permintaan akan informasi kualitas tanah yang baik akan terus meningkat untuk membuat keputusan yang memadai penggunaan lahan dan manajemennya. Tujuan utama ilmu tanah saat ini adalah untuk mengevaluasi dan memprediksikan perilaku tanah pada waktu dan ruang baik dalam penggunaan lahan pertanian maupun yang tidak. Saat ini, kebanyakan keputusan mengenai pertanian dan lingkungan, dan secara umum mengenai perkembangan dunia, biasanya dibuat tanpa mempertimbangkan peranan ilmu tanah di masa depan.

Peningkatan populasi yang pesat yang diiringi permintaan yang meningkat akan makanan dan air membuat manusia semakin mempengaruhi tanah baik dengan melakukan ekspansi dan intensifikasi pertanian dan bertambahnya jumlah area hunian. Tentu saja hal itu akan memperluas degradasi tanah dan lahan serta limbah rumah tangga dan industri. Yang dikarenakan kurangnya kesadaran masyarakat dan institusi dimana keputusan manajemen perencanaan penggunaan lahan dibuat.

Masalah ini akan membawa dampak yang dramatis terhadap lingkungan, sosial dan ekonomi yang pada negara yang lebih miskin akan terlihat pada menurunnya produktifitas pangan, meningkatnya kemiskinan dan migrasi.

Walaupun ilmu tanah menguntungkan manusia, dikhawatirkan ada penurunan tren itu. Hal itu karena riset ilmu tanah hanya dilakukan pada satu aspek saja, meurnunnya sumber daya dalam bidang ini, keterbatasan kerjasama antar disiplin, dan publikasi yang lamban serta sistim informasi yang tidak bagus.

Pada masa depan, perkembangan ilmu tanah harus diarahkan kepada pemahaman yang lebih baik pada proses dan reaksi dalam tanah sehubungan dengan produksi tanah, daur ulang kimia dan keseimbangan air baik dalam skala ruang dan waktu. Hal ini juga harus diikuti dengan perkembangan simulasi model yang disederhanakan untuk mendapatkan kombiansi terbaik praktek manajemen, kritikal parameter tanah yang terpadu, pangan dan iklim, untuk penggunaan air dan engeri yang lebih efisien dan ekonomis dan meminimalkan resiko degradasi dan bencana alam.

Untuk menjamin perkembangan ilmu tanah di masa depan, kita harus meningkatkan pendidikan dan kesadaran populasi pada semua tingkat mengenai fungsi bagi kehidupan manusia. Selain itu, ahli tanah dan para pekerja dalam bidang desain dan perencanaan manajemen penggunaan lahan harus di training. Kerjasama dengan ahli dari bidang lain yang terkait juga perlu dilakukan dalam riset dan aplikasi manajemen dan penggunaan lahan.

## **MASA DEPAN ILMU TANAH: PENANGANAN MASALAH BESAR**

**OLEH. DAVID S. POWLSON**

*Agriculture and Environment Division, Rothamsted Research,  
Harpenden, Herts, AL52JQ. United Kingdom.*

Walaupun ada gerakan anti-sains setidaknya di eropa, ada perhatian yang lebih mengenai lingkungan dikalangan penduduk dunia dimana menurut saya ahli tanah seharusnya berpartisipasi di dalamnya. Meskipun, wilayah berbeda akan mempunyai prioritas yang berbeda, masalah-masalah besar itu akan mencakup:

1. Perubahan iklim
2. Dampak polutan pda skala lokal dan global
3. Peningkatan makanan yang memadai khususnya dalam menghadapi kekurangan air
4. kekayaan nutrisi dan dampak manusia lainnya terhadap pemfungsian ekosistem semi-alami.

Dalam menangani masalah ini, kita membutuhkan kerjasama dengan kolega dari disiplin ilmu yang lainnya baik itu ilmu sosial maupun ilmu alam karena hanya sedikit masalah yang bisa diselesaikan dari satu sudut pandang ilmu. Hal ini juga harus melibatkan banyak pihak seperti pembuat keputusan, pemerintah dan masyarakat lainnya karena kita perlu mendengar pandangan, penafsiran, dan penjelasan mereka mengenai tanah dalam pentingnya ekosistem terhadap manusia. Tentu saja hal ini akan membantu kita dalam memahami, menghindari dan menyelesaikan masalah. Memang strategi ini tidak terlalu populer, kadang-kadang itu berarti menantang pandangan yang disimpulkan oleh tekanan kelompok atau tidak disetujui oleh kepentingan komersil atau kebijakan pemerintah.

Menurut saya ilmu tanah merupakan ilmu terapan. Maksudnya, rasional utama untuk mempelajari ilmu tanah adalah fungsional, apakah manusia ingin menggunakan tanah atau mengenali bahwa mereka dipengaruhi oleh tanah. Penggunaan tanah adalah hal yang nyata pada pertanian dan industri berbasis lahan. Tapi perhatian terhadap lingkungan biasanya anthropocentric dimana kita berharap

tanah akan berfungsi dengan baik dengan menyediakan air dan udara bersih. Hal itu merupakan iklim yang bisa diprediksi dan merupakan habitat alam yang kita hargai karena alasan keindahan ataupun budaya. Dengan memosisikan diri sebagai ilmu terapan kita bisa bersaing untuk mendapatkan dana kimbang jika hany mengandalkan argumen ilmu murni saja. Hal ini tidak mengimplikasikan pendekatan empiris untuk pertanyaan aplikasi pemahaman fundamental terhadap proses yang terjadi. Aspek tanah bisa dibuktikan sebagai ilmu murni, namun tidak bisa dijadikan jalan utama untuk mendapatkan dana.

Produksi makanan berlebihan dan persepsi masyarakat urban sebagai kegiatan yang menimbulkan polusi telah merubah kebutuhan orang dalam dunia yang terhubung secara global. Hal ini akan dikendalikan oleh pertimbangan politik dan bisnis begitu juga masalah kemanusiaan. Untuk itu kita membutuhkan aplikasi pengetahuan yang inovatif dan riset untuk mengembangkan pendekatan yang dalam skala besar. Teknologi baru dan pengembangan praktek juga dibutuhkan. Ahli tanah juga seharusnya menjadi anggota yayasan tim yang menyelesaikan tantangan.

Dalam riset pertanian global, usaha yang dilakukan harus terkoordinir dengan baik untuk memaksimalkan produksi pada wilayah yang berpotensi terbesar dan mendapatkan produksi sedikit dalam situasi yang tidak menjanjikan, namun juga memperhatikan interaksi lingkungan.

Metode baru ini menyediakan alat yang berpotensi untuk riset pada detil fungsi tanah dan mempunyai kekuatan untuk memulai area yang baru. Aynglain bis auntuk mengumpulkan dan memanipulasi data tanah pada skala beragam dari lahan ke global yang berharga bagi pengembangan, manajemen dan monitor kebijakan. Ahli tanah harus berada di depandalam kolaborasinya dengan spesialis lain untuk mengembangkan metode baru.

Untuk mencetak ahli tanah masa depan, kita harus mengkomunikasikan tentang tanah dan pentingnya bagi kemanusiaan kepada siswa sekolah dan guru. Pada tingkat universitas, penurunan jumlah jurusan yang berkonsentrasi pada ilmu tanah murni tidaklah negatif. Tapi juga ada kebutuhan akan spesialis ahli tanah. Tren pengiriman spesialis untuk dilatih pada tingkat pasca sarjana bisa saja menarik bagi mahasiswa. Namun, bagi saya kita harus mendukung pendekatan fungsional untuk membantu siswa melihat apa yang bisa dilakukan oleh tanah dalam ekosistem alan dan melengkapinya dengan keputusan manajemen. Hal itu akan menarik. Walaupun, klasifikasi itu penting, kata sulit itu bisa menunggu.

## **PEMELIHARAAN EKOSISTIM TANAH DI MASA MENDATANG**

**OLEH. D.L.N RAO**

*Indian Institute of Soil Science, Bhopal 462 038, Madya Pradesh, India.*

Ekosistim tanah merupakan hal yang paling tidak dipahami diantara ekosistim alam dan juga merupakan yang paling banyak rusak. Tidak mengherankan, kesehatan tanah berada di urutan teratas daftar prioritas tugas kelaparan yang merupakan proyek tujuan milenium PBB. Efek degradasi fisika dan kimia pada tanah lumayan jelas, namun degradasi biologi karena hilangnya fraksi zat organik khusus dan komunitas biotik yang tergantung kepadanya hanya tersembunyi. Kebijakan dan pengetahuan teknik lama tentang hal-hal tersebut perlu dipelajari kembali untuk melindungi keragaman ini. Tingkat zat organik tanah harus dikembalikan, diperkaya dan ditingkatkan. Hubungan antara pemisahan karbon tanah, kesehatan dan hasil tanah yang meningkat, terjaminnya makanan dunia dan menurunnya kemiskinan sudah jelas dan mberada di jantung pandangan ilmu tanah bagaimana ilmu bisa dikirimkan ke dunia yang miskin.

Mikroba merupakan basis biosfer. Tidaklah mudah untuk menetapkan pentingnya mereka; mikroba tanah kompleks bersifat vital karena pelayanan yang disediakanya untuk pertanian, manajemen limbah dan industri air, dan lingkungan alam dan semi-alam. Mereka bisa mengurai lebih dari 45.000 senyawa kimia yang digunakan manusia dalam kehidupan.

Pemahaman mengenai hubungan struktur-fungsi komunitas mikroba tidaklah mudah. Hal ini membutuhkan pemahaman yang lebih mengenai fisika dan biologi tanah. Kegiatan fauna tanah yang sering diabaikan juga akan lebih diperhatikan. Sistim berladang terpadu yang menggunakan *legume* BNF, kompos, inoculant mikroba, dll akan lebih ditingkatkan bersamaan dengan air irigasi dalam semua sistim produksi. Dampak perluasan mikroba pada perubahn iklim dan efek perubahan iklim pada mikroba akan menjadi tantangan utama ilmiah.

Di masa depan, ahli tanah akan memegang peranan utama dalam masalah penggunaan lahan yang kompleks, dampak perubahan iklim terhadap tanah dan pertanian, lingkungan, dan tantangan keragaman

hayati. Sehingga, pengaturan kembali pendidikan ilmu tanah dengan dasar ilmu yang lebih terintegrasi merupakan hal yang penting. Saat ini ada peluang yang tidak lazim dalam menjamin keefisienan perawatan lahan, lingkungan bersih dan kehidupan yang lebih baik. Hal ini haruslah melibatkan banyak ahli dari bidang-bidang lainnya seperti: ekologi, molekul biologi, dll. Marilah kita hadapi masa depan ilmu tanah dengan optimis.

## **MASA DEPAN ILMU TANAH DI NEGARA YANG KURANG BERKEMBANG**

**OLEH : ABDUL RASHID**

*National Agricultural Research Center, Park Road, Islambad 45500,  
Pakistan.*

Dalam arena ilmu pertanian, ilmu tanah mendominasi studi (dan manajemen) tanah dari sudut pandang pertumbuhan tanaman. Tidaklah heran, kebutuhan dan tantangan yang saat ini pada negara yang sedang berkembang tetap mengenai makanan. Bagaimanapun juga, kebutuhan dan kesadaran baru-baru ini, masalah lingkungan harus menjadi pusat pada ilmu tanah sebagaimana pada bagian dunia lainnya.

Eksplorasi dan penggunaan tanah yang berlebihan pada negara yang kurang berkembang, untuk menghadapi permintaan makanan dan serat karena pertumbuhan populasi yang cepat mengakibatkan proses degradasi tanah yang semakin memburuk, dan menghancurkan pada sumber daya tanah. Karena kondisi iklim membatasi rehabilitatif fisik, proses kimia, dan biologi, degradasi tanah direfleksikan sebagai kehilangan produktifitas ladang dan pada beberapa situasi merupakan ancaman terhadap produksi pertanian. Akibatnya, bahkan di negara kurang berkembang yang memiliki sistim irigasi yang baik, sistim produksinya memperlihatkan tanda-tanda kelelahan. Puncaknya, polusi tanah dan permukaan air oleh penggunaan limbah industri pada kota suburb, dan pestisida dan penurunan nutrien merupakan fakta kehidupan.

Pada sebagian besar negara yang kurang berkembang sumber daya alamnya termasuk tanah telah mengalami degradasi selama beberapa dekade. Oleh karena itu tantangan yang paling krusial bagi ahli tanah adalah mempertahankan dasar sumber daya alam dengan membalikkan proses degradasi. Tanah bukanlah sumber daya alam yang dapat diperbarui karena perkembangannya membutuhkan waktu yang sangat lama sekali.

Ahli ilmu tanah harus menagani masalah produktifitas pertanian dan lingkungan. Bagaimanapun juga, kekompleksitasan dan banyaknya variabelitas dalam tanah membuat tanah harus dimenej dalam

kerangka kerja biosfer dimana tanah merupakan bagian integral. Sehingga, usaha manajemen tanah pada masa depan membutuhkan integrasi semua ilmu ilmiah yang berhubungan baik yang secara langsung atau tidak terlibat dalam studi sumber daya alam.

Masalah lingkungan hanya bisa ditangani dengan mengumpulkan pemahaman yang lebih baik mengenai proses fisika, kimia, dan biologi. Saat ini, ahli dan infrastruktur untuk hal itu tidaklah memadai di negara yang kurang berkembang. Hal ini membutuhkan pengembangan sumber daya manusia dan investasi yang banyak dalam pengadaan fasilitas riset, pembuat kebijakan juga harus menerapkan prioritas yang pantas dengan mengalokasikan sumber memadai untuk tujuan tersebut.

Walaupun penting, ilmu tanah tetap merupakan ilmu yang kurang perkembangan karena kurangnya sistem klasifikasi universal dan nomenclature. Ilmu tanah itu akan terus bersifat dinamis karena kekompleksannya dan keterbatasan pemahaman kita yang akan meningkatkan usaha. Baru-baru ini, ilmu tanah telah menjadi spesialisasi, sehingga terisolasi. Sementara spesialisasi merupakan hal positif untuk kemajuan ilmu tanah, kita terisolasi dari kenyataan lapangan secara berkesinambungan.

Saya memahami bahwa ahli tanah pada masa depan akan diminta menjawab pertanyaan yang lebih kompleks dengan cara yang tepat. Sehingga jalanan akan dipenuhi oleh tantangan dan kesempatan untuk ahli tanah. Pertanyaan krusialnya adalah "Apakah kita telah siap untuk menghadapi tantangan dan peluang ini?"

Singkatnya, saya meramalkan peranan krusial ilmu tanah pada pengadaan makanan di masa datang dan kesejahteraan manusia-khususnya pada negara yang kurang berkembang di dunia.

## **RISET PERTANIAN INTERNASIONAL: ILMU TANAH BERADA DI PERSIMPANGAN JALAN**

**OLEH : JOHN RYAN**

International Center for Agricultural Research in the Dry Areas  
(ICARDA), P.O., Box 5466, Aleppo, Syria.

Kapasitas tanah untuk menyediakan makanan dan serat yang memadai bagi manusia tergantung kepada kesuburan tanah, nutrisi yang penting bagi tanaman begitu juga air dari curah hujan atau irigasi. Perkembangan industri pupuk kimia dan meluasnya penggunaan nitrogen, fosfor, dan potasium memungkinkan dunia untuk membuat lompatan kuantum dalam produksi makanan selama abad ke 20, memperkenalkan perasaan puas yang diperbarui sejauh ketersediaan makanan tertangani. Perkembangan paralel pada ilmu pertanian, berhubungan dengan tanah dan nutrisi pangan memegang peranan penting dalam menurunkan defisiensi nutrisi sebagai hambatan pertumbuhan pangan, beserta peningkatan pupuk-menggunakan pangan yang berkualitas dan efisien.

Kemungkinan ekspansi lahan yang terbatas, erosi dan degradasi yang menghadapi ancaman yang meningkat terhadap dasar sumber daya tanah, satu-satunya solusi adalah untuk mendorong riset terapan tanah-pangan dan menerapkan teknologi modern untuk negara yang mengalami defisit makanan. Sehingga sistem riset pertanian internasional sangat diperlukan.

Kelompok Konsultatif Global Pada Riset Pertanian didirikan pada tahun 1971 berdasarkan, di Maroko dan Nigeria. Pusat ini semakin meningkat jumlah sehingga ada 15 pusat mendunia dan berkonsolidasi untuk mengatur komoditas khusus (contohnya: sereal, nasi, hewan), agroekosistem (lahan kering, agro-kehutanan, perikanan, keragaman hayati), dan kebijakan dengan mandat global. Tujuan luasnya adalah untuk mengurangi kemiskinan melalui riset terapan, beserta perlindungan lingkungan dan keragaman hayati. Ciri khas pusat ini adalah pendekatan kolaboratif mereka dengan sistem riset pertanian nasional dalam wilayah wewenangnya dan dengan institusi maju dunia. Sehingga, hambatan elemen nutrisi telah menjadi agenda riset terapan pada sebagian besar pusat. Prestasi yang berhasil diraih adalah

dalam penggunaan nitrogen dalam produksi padi yang berlimpahan pada International Rice Research Institute (IRRI) di Filipina. Riset yang berhubungan dengan tanah juga merupakan komponen utama pada pekerjaan International Institute for Tropical Agriculture (IITA) di Nigeria, dengan penekanan yang kuat pada erosi dan degradasi.

Saat ini, datangnya milenium baru, perubahan alam dunia semakin cepat akibat globalisasi, perdagangan bebas dan komunikasi massa. Sama dengan organisasi, pusat CG tidak kebal terhadap perkembangan dunia yang semakin luas. Meskipun ilmu tanah telah berhasil menyelesaikan masalah produksi makanan pada negara yang sedang berkembang, masih ada masalah yang tersisa, khususnya di Afrika dimana produksi pangan dan penggunaan lahan semakin menurun. Hambatan dalam pentransferan teknologi yang berhubungan dengan tanah, khususnya untuk kontrol erosi tanah dan penggunaan pupuk, harus dilihat pada konteks hambatan yang lebih luas sehubungan dengan infrastruktur dan transportasi, sistem kredit dan pasar dan pendidikan sebuah ekstensi.

Ancaman utama terhadap pusat CG yang sebagian didanai oleh uang masyarakat akan datang dari penyimpangan dana dari wilayah pertanian ke kesehatan dan pendidikan. Bahkan ketika dana itu relatif aman, ada perubahan dalam penekanan dari dana inti menjadi dana donor- pendanaan yang diarahkan pada area riset yang lebih glamor seperti bioteknologi. Sejauh ini, ada sedikit indikasi bioteknologi menjadi obat mujarab bagi dunia yang sudah berkembang. Persepsi salah yang dianut oleh masyarakat bahwa pupuk kimia membahayakan lingkungan hanyalah kuda Troya sejauh yang diperhatikan oleh negara yang sedang berkembang. Negara industri yang populasinya menurun bisa saja memperoleh kemewahan ini, betapapun validnya kondisi mereka, tapi hasil pangan sebagian besar tergantung kepada pupuk kimia, negara sudah berkembang seharusnya tidak terjerumus kepada kepercayaan yang salah bahwa mereka bisa hidup tanpa penggunaan pupuk. Ilmu tanah harus mampu mengakomodasi tujuan ganda yaitu memproduksi makanan dan memastikan perlindungan lingkungan untuk menjamin kapasitas masa depan untuk memproduksi makanan dan serat. Ilmu tanah dan riset nutrisi yang terkait telah memberikan kontribusi yang besar kepada dunia. Kita seharusnya tidak membiarkan keduanya menjadi korban kesuksesan mereka sendiri. Kapasitas untuk memproduksi untuk memproduksi makanan juga tidak bisa diabaikan. Ilmu tanah juga harus bisa mengkomunikasikan dengan lebih baik untuk membiarkan masyarakat urban dunia mengetahui apa

yang telah dilakukan dan apa yang akan dilakukan untuk memastikan adanya makanan yang cukup untuk generasi masa depan.

Pusat CG pada masa depan akan perlu menarik ilmuwan terlatih dan bermotivasi serta berdedikasi dengan persepsi yang jelas mengenai langkah kongrit yang harus diambil untuk membawa ilmu kepada masyarakat miskin. Tanpa dedikasi ilmuwan panagn-tanah internasional seperti Norman Borlaug, Neil Brady, pedro sanchez, dan Rattan Lal, masa depan riset tanah-pangan pada sistim CG tidaklah terjamin.



## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH : J.S SAMRA**

*Indian Council of Agricultural Research, Krishi Anusandhan Bhawan-II,  
Pusa, New Delhi 110 012, India.*

Produk domestik kotor pertanian pada sebagian besar negara Asia hanyalah antara 20 sampai dengan 90% dari total dan ini merupakan sumber utama kehidupan, pendapatan, kepegawaian dan keamanan lingkungan. Situasi ini disebabkan oleh lambatnya proses industrialisasi, tingginya pertumbuhan demografis, tingkat urbanisasi yang berlebihan dan perubahan standar atau gaya hidup. Di India, ketersediaan tanah per-kapita telah menurun dari 0,91 ha pada tahun 1951 menjadi 0,35 ha dalam tahun 2000, diperkirakan pada tahun 2050 angka itu akan menurun menjadi 0,19 ha. Manajemen terpadu pada tanah, air, keragaman hayati dan kualitas input menjadi hal yang penting dalam merealisasikan standar phyto, bio dan geo pada era perdagangan global. Ketersediaan air bersih juga akan menurun. Hal serupa juga akan terjadi pada negara China, Pakistan, dan negara lain di Asia. Tantangan sumber utama kontaminasi adalah daur ulang limbah industri dan kualitas air yang rendah.

Karena sumber daya alam seperti tanah, air, keragaman hayati dan cuaca merupakan tulang punggung makanan, nutrisi dan lingkungan, kita harus melestarikan dan memanfaatkan dengan sebaik-baiknya. Manajemen portfolio ilmu alam diharapkan bisa menjadi ekspansi pengetahuan, pertumbuhan demografi, peluang teknologi bio-dan nano pada negara yang sedang berkembang.

Hal itu merupakan bukti dari skenario di atas bahwa tanah harus bertindak sebagai sumber kehidupan yang tidak elastis, kekayaan genomik (seperti gen Bt) dan penimbunan sampah padat, limbah industri dan kontaminasi lainnya.

Karena sumber daya lahan semakin menurun pada wilayah Asia, satu-satunya cara menghadapi pertumbuhan demografis yang semakin pesat adalah menambah dasar produktifitas sumber daya dan input per unit area dan waktu. Manajemen tanah akan menjadi input kapital, intensitas energi berbasis pengetahuan. Faktor produktifitas telah mati karena kekurangan nutrisi semakin meningkat dan biaya

kompetitif semakin berkurang. Kemungkinan yang lain adalah dengan memaksimalkan kepegawaian, pendapatan, dan peluang produksi. Para petani di china selalu membakar sisa padi dan langsung menanam lahan. Pembakaran sisa padi yang tidak sempurna akan melepaskan partikel karbon ke udara, dan hilangnya nutrisi yang berharga. Daftar nutrisi yang berkurang semakin panjang dari satu elemen nitrogen sampai ke fosfor. Potasium, seng, sulfur, boron dan mangan hanya dalam periode yang singkat 4 dekade.

Investigasi diperlukan untuk mengetahui dengan tepat tingkat suplai mereka sebagai fungsi waktu untuk memprediksikan kapan, apa dan berapa banyak pupuk tambahan dibutuhkan. Dengan peningkatan jumlah penurunan optimal rasio nutrisi akan menjadi kekuatan utama untuk mengoptimalkan produktifitas dan ketahanan.

Pada perkiraan terbaru, energi dan air menjadi input yang paling penting secara global dimana keduanya saling berhubungan terhadap sumber daya tanah. Sebagai tambahan pertumbuhan demografis, tingkat urbanisasi semakin meningkat dari tahun ke tahun. Hal itu akan mengakibatkan meningkatnya kuantitas sampah padat, limbah industri yang akan didaur ulang pada pertanian peri-urban. Komposisi kimia antara bio ini dan limbah industri berubah dengan sangat pesatnya sehubungan dengan produksi dan konsumsi yang besar pada bidang farmasi, sabun, produk sanitasi, proses industri dll.

Kurangnya perawatan teknologi dan investasi publik akan meningkatkan kemungkinan lahan yang terkontaminasi, vegetasi, sayuran, pakan, makanan, dan akan mengganggu rantai sumberdaya alam-hewan-konsumsi manusia. Perawatan alternatif harus dibuat seekonomis mungkin.

Tanah dilihat sebagai kolam besar yang tak teksplorasi khususnya setelah penyebaran gen Bt pada berbagai pangan dan komoditas. Sejauh ini, minat dan investasi terhadap eksplorasi mikroba tanah semakin meningkat. Fase minat yang baru ini tentu saja akan ditentukan oleh pesatnya perkembangan properti intelektual dan indikator geografi. Bagaimanapun juga, hanya ada sedikit ilmuwan terlatih yang memadai yang bisa menangani potensi mikro-biologi tanah. Prioritas kebanyakan adalah pengembangan sumber daya manusia untuk berkompetisi pada pasaran yang dikendalikan oleh portfolio R&D. Perubahan iklim dan cuaca telah bisa deiterima bahkan bagi lawannya. Jiika tren ini terus berlanjut akan ada pendistribusian kembali air ke lahan, perubahan utama pola curah hujan, perubahan

besar pada sistim berladang dan penggunaan lahan.

Hal ini juga akan membawa dampak yang signifikan pada erosi tanah, degradasi tanah, mikroba tanah, pada tantangan ilmiah yang paling besar. Banyak ahli tanah yang puritan merasa kecewa ketika kami bermaksud mengganti nama institusi ilmu tanah dengan nama organisasi NRM. Pada sisi lain, kerjasama dengan ilmu lain, seperti nano technology, bio technology, functional dan structural genomic muncul pada horizon.

Ada masalah yang kuat untuk melihat dan merevisi kembali silabus, kurikulum, isi pengajaran, riset dan pendidikan pada bidang ilmu tanah untuk merespon untuk mengembangkan potensi dan peluang yang aktif secara demografis dan pengetahuan masyarakat yang diperkaya pada asia dan daerah yang sedang berkembang lainnya.



## **ILMU TANAH ANTOPOGENIK YANG DIKENDALIKAN OLEH PERMINTAAN SOSIAL**

**OLEH : XUEZHENG Z. SHI**

*State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture, Institute of  
Soil Science, Chinese Academy of Science, Nanjing 210008, China.*

Berdasarkan sejarah selama lebih kurang 100 tahun ilmu tanah, ada 2 faktor yang mempengaruhi perkembangan ilmu tanah yang tidak bisa diabaikan. Yaitu, permintaan sosial dan perkembangan teori dan teknologi sehubungan dengan ilmu tanah. Faktor pertama merupakan faktor yang paling penting dalam mempengaruhi dan mengorientasikan perkembangan ilmu tanah. Sebagai negara yang sedang berkembang yang mulai beralih ke industri, ada dua permintaan masyarakat yaitu untuk mempertahankan produksi pangan dan mengatasi masalah lingkungan dan polusi yang diakibatkan oleh pesatnya peningkatan perkembangan industrialisasi dan agronomi. Akibatnya, ahli tanah di cina harus melakukan studi berikut: Informasi sumber daya tanah, Perubahan tanah, dan Klasifikasi tanah.

Singkatnya, ahli tanah seharusnya tidak berfokus pada studi mereka tentang tanah saja, kita juga harus menekankan studi yang dikendalikan oleh permintaan masyarakat. Jadi bagaimana ahli tanah diharapkan memenuhi permintaan sosial akan perkembangan ilmu tanah jika mereka mengabaikan studi tana antopogenik yang dikendalikan oleh permintaan sosial pada awal abad ke 21?



## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH : DON SPARKS**

*University of Delaware, Newark, DE 19717-1303, USA.*

Tantangan dan peluang yang menanti kita tidaklah terbatas. Dan diseluruh negara di dunia menghadapi masalah yang serupa, dimana semuanya berhubungan dengan tanah sehingga ahli ilmu tanah harus mampu mengatasinya. Untuk mengatasinya kita harus menggabungkankemajuan teknologi dengan pendekatan dan interaksi antar disiplin, interdisiplin dan multi cara. Walaupun kita butuh mempertahankan identitas kita sebagai ilmuwan tanah, kita tidak bisa bekerja terpisah dari kolega kita ahli fisika, kimia, geologi, ilmu sosial,dll.

Walaupun kita punya banyak peluang. Namun ada 2 masalah utama yang menghadang saat ini, yang pertama masalah pendanaan dan kedua menurunnya minat para mahasiswa terhadap bidang ini. Menurut saya kedua masalahini berkaitan satu sama lainnya. paara mahsiswa sering melihat penasihat mereka menghabiskan waktu untuk mencari dana, tapi tidak berhasil. Sehingga mereka pun kehilangan minat pada bidang ini.

Jadi apa yang harus kita lakukan sebagai ilmuwan tanah? Kita harus mengambil beberapa langkah. Seperti berkomunikasi dengan pembuat kebijakan tentang masalah yang dihadapi para ahli kita dan lebih agresif serta proaktif dalam mencari dana untuk masalah lingkungan, pertanian, dan memperkuat perekonomian global, meningkatkan imej kita dengan ahli dari bidang lainnya, menyebarkan materi pendidikan dan menyediakan pelatihan untuk guru dan murid pa K-12 sehingga lebih banyak murid akan tertarik utnuk mengambil ilmu tanah sebagai jurusannya, menambah perekrutan mahasiswa yang baru tamat dan melatih mereka, dan peningkatan keragaman dalam masyarakat profesional kita baik dalam gender, etnis, gender dan tipe anggota dan memastikan bahwa kita melengkapi mereka dengan pelayanan keanggotaan sesuai kebutuhan mereka. Jika langkah-langkah ini diambil, saya yakin masa depan ilmu tanah akan menjadi cerah.



## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH : ROGER S. SWIFT**

*Faculty of Natural Resources, Agriculture and Veterinary Science,  
University of Queensland, Queensland, 4343, Australia.*

Menurunnya permintaan akan ahli ilmu tanah pada negara yang sudah berkembang disebabkan karena banyak masalah yang sudah terpecahkan dan beberapa kegiatan telah ditransfer pada perusahaan swasta. Dengan kata lain, perubahan saat ini didapat dari kesuksesan masa lalu. Yang patut kita perhatikan saat ini adalah bahwa hilangnya ahli ilmu tanah yang ada dan kegagalan mengkaderkan ahli ilmu tanah berarti kita tidak mempunyai staf untuk menangani masalah yang tersisa dan yang akan datang.

Sebaliknya, jika kita melihat di negara yang ekonominya sedang berkembang, banyak ilmuwan muda yang antusias untuk berkontribusi. Kita perlu memperhatikan agar orang-orang muda ini mendapat pendidikan dan pelatihan memadai untuk mencapai sukses. Negara eropa, australasia, dan AS memainkan peranan penting dalam pelatihan ilmuwan tanah dari negara yang sedang berkembang barangkali ini merupakan waktu untuk mengembangkan interaksi ini lebih jauh lagi untuk keuntungan kedua kelompok dan memastikan bahwa keahlian berharga dan pengetahuan diwariskan dan tidak hilang.

Disamping memenuhi tuntutan produksi tanah, ahli tanah akan memainkan peranan penting dalam masalah lingkungan utama sebagai akibat pengarahana kembali proses industri beserta dampak perkembangan ilmiah produksi tanaman dan binatang. Beberapa perkembangannya dan implikasinya terhadap ilmu tanah adalah sebagai berikut: perubahan iklim, pemisahan karbon, biomass untuk energi, tumbuhan yang dimodifikasi secara genetis, pembuangan dan penggunaan limbah, analisis dan instrumentasi.

Jadi masih adakah masa depan ilmu tanah? Jawabannya adalah iya. Daftar diatas hanyalah sebagian tantangan utama bagi ahli tanah. Akan ada perubahan kerja tim yang multi disiplin yang membutuhkan untuk menganalisa, menafsirkan, dan mengintegrasikan banyak data yang secara berkesinambungan memonitor bagian yang berbeda pada

sistim lingkungan atau produksi. Akan ada banyak tantangan dan peluang bagi ahli tanah, marilah kita pastikan jumlah ahli tanah yang akan menghadapinya memadai.

## **ILMU TANAH: MULTI SKALA DAN PELUANG**

**OLEH: GARY W PETERSEN**

*Department of Crop and Soil Sciences, The Pennsylvania State University, University Park, PA 16802, USA.*

Pada masa lalu, tanah difokuskan kepada produksi di bidang pertanian, dan hanya sedikit perhatian diberikan terhadap proses tanah yang memelihara fungsi agroekosistem. Telah banyak fokus dalam bidang pedology yang berada dalam perkembangan sistem taksonomi tanah. Di masa depan, akan ada banyak pertanyaan yang ditanyakan oleh ahli tanah:

1. Apa yang harus kita lakukan untuk mempertahankan relevansi kita dalam masyarakat ilmiah dan dalam masyarakat secara umum?
2. Bagaimana mengembangkan strategi untuk memenej baik perubahan tanah dalam ruang dan waktu?
3. Bagaiman kita menerapkan ilmu terpadu pada tingkat landscape dan watershed?
4. Apa yang bisa kita lakukan untuk meningkatkan visibilitas ilmu tanah?

Pada masa depan, kita akan mendapatkan banyak tantangan dan peluang lebih dari yang kita ketahui saat ini. Kita juga diuntungkan dengan adanya teknologi baru. Di masa depan kita perlu memfokuskan diri kepada peranan tanah pada ekosistem dan fungsinya pada landscape. Namun, satu tantangan terbesar adalah pendidikan dimana kita harus menstrukturkan kembali kurikulum yang ada.

Ringkasnya, masa depan ilmu tanah akan lebih cerah dan menyenangkan. Bagaimanapun juga, satu kuncinya adalah mengembangkan generasi baru ahli ilmu tanah. Ini merupakan tugas yang sulit dan saya berharap semua orang menerima tantangan ini.



## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH : LAMOURDIA THIOMBIANO**

*Food and Agricultural Organization (FAO), Regional Office for Africa  
Accra, Ghana.*

Sebagai sesuatu yang dianggap sakral, tanah dan lahan mempunyai arti yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Namun, belum ada kebijakan dan investasi pada skala global untuk mendukung perawatan tanah dan rencana penggunaan lahan yang memadai, khususnya di daerah yang sedang berkembang. Tanah dan lahan diabaikan dan diperlakukan seperti tambang yang terus dieksploitasi untuk kesejahteraan dan konsumis manusia.

Akibatnya, bermunculanlah kerusakan tanah, polusi air dan tanah, meningkatnya bencana alam, dll. Dalam hal ini, akan menjadi apakah masa depan tanah dan ilmu tanah? Dalam mencari masa depan ilmu tanah yang lebih baik, ahli ilmu tanah harus mendemonstrasikan kebutuhan untuk kembali kepada nilai asli pertanian dan praktek manajemen sumber daya alam yang ramah seperti menggunakan alat yang cocok untuk meminimalisir gangguan tanah.

Ilmu tanah seharusnya menghubungkan pemahaman yang lebih baik mengenai pemfungsian tanah dan pelayanan tanah dengan perkembangan kebijakan dan peraturan manajemen sumber daya alam dan produksi makanan.

Masa depan ilmu tanah berada dalam kapasitasnya untuk bergerak dari pendekatan klasik dan responsif berdasarkan klaster tematik, ke klaster yang lebih integrated dan koheren berdasarkan komunikasi yang baik dalam tim yang multi disiplin berhubungan dengan masalah lingkungan, keamanan makanan, praktek pertanian yang baik, tamalan resiko bencana, penaksiran dan manejmen, perubahan iklim, dll.

Bisa kita simpulkan bahwa masa depan ilmu tanah itu cerah; dimana pembuat kebijakan dan pemakai lahan akan menyanakan kesuburan dan kesehatran tanah sebagai sapaan mereka satu sama lainnya.



## **INVENTORI TANAH DALAM TRANSISI: DARI TERLALU SEDIKIT KE TERLALU BANYAK DATA GEO?**

**OLEH : MARC VAN MEIRVENNE**

Pada masa lalu, survei tanah hanya mengandalkan sumber yang tidak langsung informasi kualitatif. Walaupun pendekatan ini cukup untuk menyediakan informasi kualitatif, tapi kemudian tidak cukup sebagai sumber untuk data kuantitatif yang detil untuk mendukung keputusan manajemen tanah dan lingkungan.

Munculnya komputer pada era 1980 dan 1990an menyebabkan studi yang menstimulasi data kuantitatif pada variabilitas properti tanah spasial. Disamping itu sekarang sudah banyak cara untuk mendapatkan data.

Saat ini kita berada dalam transisi dimana kita berpindah dari masalah yang berhubungan dengan penataan strategi sampe dan interpolasi dibawah data yang minim, untuk menyeleksi dan menyaring berbagai sumber informasi kuantitatif pembantu yang dilengkapi oleh observasi tanah yang terbatas. Ringkasnya, saya percaya bahwa kita akan berkembang dari masa lalu dengan terlalu sedikit data ke masa depan dengan terlalu banyak data geo. Sebagai ilmuwan ahli tanah, kita seharusnya bersiap-siap untuk menghadapi perubahan ini dan memastikan pengetahuan dan metode yang tersedia bisa memberikan manfaat seutuhnya untuk memehami dan mengolah tanah kita dengan lebih baik.



## **IDE MENGENAI MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH : GYORGY VARALLYAY**

Menurut pendapat saya, masa depan ilmu tanah tergantung kepada pengetahuan masyarakat mengenai fakta pentingnya tanah bagi kualitas kehidupan. Kesadaran masyarakat akan mendorong berbagai tingkat pembuat keputusan untuk memperhatikan dan memprioritaskan masalah ekonomi, ekologi dan sosial yang berhubungan dengan tanah. Pernyataan nomor satu kita adalah mengembangkan konsep penggunaan lahan dan manajemen tanah yang tahan. Multi fungsi tanah ditentukan oleh pengaruh kombinasi properti tanah, yang mengakibatkan proses tanah, sehingga kontrolnya akan menjadi tantangan utama pada ilmu tanah dan manajemen tanah yang kontemporer.

Kontrol proses tanah bisa saja memperkuat dan membantu proses seperti akumulasi zat organik, perkembangan struktur tanah dan properti hidrofisika, erosi oleh air dan angin, dll.

Proses ini bisa dikontrol berdasarkan data base yang up to date, memberikan peluang untuk memperluas poin dan menit informasi tanah, dan memiliki informasi proses tanah yang lebih tepat, pada faktor yang mempengaruhi dan mekanisme dan hubungannya. Pendapat saya, beberapa tugas ilmiah utama pada masa depan ilmu tanah adalah berkaitan dengan informasi tanah.



## **MASA DEPAN ILMU TANAH SEBAGAI SALAH SATU GEOSCIENCES**

**OLEH : JERZY WEBER**

Tujuan ilmu tanah tidak hanya untuk menjawab pertanyaan bagaimana tanaman tumbuh dalam tanah, bagaimana mereka mendapatkan nutrisi atau mengapa tanah sangat berbeda. Efek manajemen tanah terhadap lingkungan juga didefinisikan dengan baik. Daur ulang karbon tanah merupakan hubungan yang paling penting proses biogeokimia di bumi dan di atmosfer. Semua hal ini menunjukkan bahwa tanah harus dianggap sebagai bagian integral pada lingkungan, dan ahli ilmu tanah harus berfokus pada asal dan distribusi tanah sehubungan dengan sejarah sistem terestrial. Hal ini penting untuk memahami dan memprediksikan efek kegiatan manusia terhadap lingkungan dan mengintegrasikan pengetahuan kita terhadap pandangan holistik mengenai dinamika bumi dan transformasi biogeokimia. Lebih jauh lagi, tanah menjadi lebih penting untuk rekonstruksi lingkungan paleo. Terakhir, ahli ilmu tanah bisa membantu dalam menyediakan penjelasan terhadap regolith dan data tanah yang diterima dari eksplorasi spasial.

Ahli ilmu tanah harus bekerja sama dengan spesialis lain khususnya ahli geologi. Ilmu tanah mengalami reorientasi dari aspek pertanian dan produktifitas tanah menuju aspek lingkungan. Pada saat yang bersamaan jurusan ilmu tanah pada beberapa universitas mengganti namanya menjadi ilmu lingkungan atau perlindungan lingkungan, sumber daya alam. Kadang-kadang ilmuwan yang tidak begitu mengerti ilmu tanah menjadikan tanah sebagai obyek riset nya. Situasi ini berubah ketika European Geosciences Union (EGU) didirikan pada tahun 2002.

EGU merupakan organisasi non profit yang mengumpulkan geolog, mineralog, geofisikawan, hidrolog, klimatolog dan ilmuwan lainnya yang terlibat pada bidang ilmu bumi dan planet yang berbeda. Satu unit Egu adalah Soil System Science yang mengumpulkan ahli ilmu tanah untuk memahami tanah, distribusi tanah, perilaku tanah, dan manajemen tanah. Kegiatan ilmiah SSS diatur dalam komisi berikut:

1. Pelapukan, mineralogi tanah dan mikromorfologi
2. Zat organik tanah dan interaksi organo-material
3. Regolith dan genesis tanah dan regolith
4. Fisika tanah
5. Konservasi tanah
6. Siklus kimia dan biogeokimia tanah
7. Biologi tanah, mikrobiologi dan biodiversity
8. Polusi tanah, kerusakan dan pemulihan
9. Tanah, interaksi lingkungan dan ekosistem
10. Tanah sebagai catatan masa lalu

Kerjasama erat ilmu tanah dengan geosciences lain merupakan fundamental masa depan ilmu tanah. Dari satu sisi, itu akan memperkaya pertukaran ide, dari berbagai sudut pandang. Dari sisi lain, ahli ilmu tanah bisa menyumbang secara signifikan terhadap studi lingkungan. Kerjasama ini akan meningkatkan kemajuan yang lebih jauh terhadap pengetahuan pada sistem bumi, untuk keuntungan masa depan pada komunitas geoscience.

## **BEBERAPA REFLEKSI PADA MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH : GERD WESSOLEK**

Dibandingkan masalah yang didiskusikan 20 tahun lalu, saya mendapat kesan bahwa ada 2 masalah yang khususnya menjadi semakin parah. Pertama adalah penaksiran sumber daya energi yang bisa dan tidak bisa diperbarui. Dalam hal ini, saya yakin penggunaan tanah untuk memproduksi energi akan menjadi subyek penting untuk didiskusikan. Bagaimanapun permintaan paralel terhadap produksi bahan bakar dan makanan dari tanaman akan mengakibatkan berkurangnya lahan dan sumber daya tanah yang tersedia pada beberapa negara. Masalah kedua juga membawa akibat yang mirip-perubahan lingkungan dari penggunaan sumber daya. Masalah selanjutnya termasuk: masalah karbondioksida, konsumsi nitrogen dan fosfor untuk produksi makanan, peningkatan limbah, distribusi sumber daya air, dan kerusakan permanen pada sumber daya alam dan kehidupan liar.

Walaupun di Jerman ada hukum perlindungan tanah, masih banyak masalah tanah dan lingkungan yang tak terpecahkan.

Mungkin bagi banyak orang tanah merupakan nama lain dari debu, namun kita tahu betapa pentingnya tanah. Pentingnya tanah hanya diberi perlindungan yang rendah karena minat masyarakat yang tidak banyak. Oleh karena itu, kita perlu memperkenalkan pengetahuan tanah ke dalam program pendidikan nasional.

Kita juga perlu memberikan imej yang baru kepada tanah seperti dalam simbiosis antara tanah, estetika dan seni. Penggunaan media audio-visual telah membuka lahan baru untuk mempresentasikan tanah. Sebuah contoh adalah film dokumenter "Menori tanah" yang diproduksi oleh orang Jepang Shiozaki Toshiko. Tujuannya adalah untuk memvisualisasikan keindahan tanah. Film itu juga dimaksudkan untuk mempesona penonton dengan memori panjang tanah, jejak hidup dan budayanya, dan jumlah warna dan struktur. Internet juga merupakan media baru untuk merepresentasikan tanah. Banyak pendekatan yang menggabungkan tanah, seni dan sifat mendidik yang mungkin. Pandangan saya adalah untuk mengumpulkan sebanyak mungkin ide untuk mendorong pemahaman yang lebih luas dan

penerimaan tanah pada komunitas yang lebih luas. Sehingga tanah bisa menjadi subyek seni landscape dan arsitektur.

## **MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH : MARKKU YLI-HALLA**

Kurangnya teori baru menyebabkan pendidikan ilmu tanah tetap mentransfer pengetahuan tradisional terhadap generasi baru. Ilmu tanah mempunyai tugas berbeda di negara yang sedang berkembang dan dunia industri kaya. Pada negara yang sedang berkembang, ilmu tanah tetap berfokus pada pertanian, pemeliharaan dan peningkatan kesuburan tanah serta produksi makanan. Pada bagian dunia ini, ilmu tanah akan terus bekerja sama dengan ilmu produksi tanaman. Riset ilmiah akan terbatas karena kurangnya infrastruktur dan sumber daya material.

Pada dunia industri, kesuburan tanah telah meningkat dan nutrisi tanah khususnya nitrogen dan fosfor sering dianggap sebagai penyebab masalah lingkungan. Perubahan prioritas riset yang didanai memaksa ilmu tanah memperluas ruang lingkupnya dan mempertimbangkan kembali tujuan penelitiannya. Ilmu tanah akan berubah untuk menginvestigasi penggunaan tanah lainnya dan bertransformasi menjadi ilmu lingkungan yang lebih general. Pada area ini, ilmu alam lainnya akan bersaing dengan ilmu tanah menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan tanah ini. Fungsi dan hubungan tanah yang banyak antara tanah dan masyarakat telah dipublikasikan dalam ilmu tanah, seperti yang diindikasikan oleh judul konferensi baru-baru ini dan banyak buku teks menyebut-nyebut ilmu tanah lingkungan. Bagaimanapun juga, perubahan ini belum diakui secara jelas diluar komunitas ilmiah kita. Jika kebanyakan ahli ilmu tanah pada saat ini mempunyai latar belakang dan identitas pertanian, kolega kita di masa depan harus lebih urban agar bisa beradaptasi terhadap perubahan konteks ilmu kita.

Banyak orang yang sadar mengenai ilmu alam seperti biologi, fisika dan kimia yang menjadi pelajaran di sekolah. Namun hanya sedikit yang mengetahui tentang tanah, sehingga harus masukkan ke dalam daftar pelajaran sekolah. Jika usaha ini berhasil, maka akan menarik tamatan SMA yang berkualitas untuk menyadari peluang kerja dalam ilmu tanah dan mengambil kuliah ilmu tanah.

Kesuksesan ilmu tanah dimasa depan tergantung kepada seberapa baik kita bekerjasama dengan organisasi riset multi disiplin, memasukkan ide kita ke dalam program mereka dan dikenal sebagai ahli dengan kualifikasi unik untuk menangani masalah berhubungan dengan tanah pada semua lingkungan. Penyatuan jurusan ilmu tanah dengan ilmu lainnya bisa membantu mempersempit jarak antar ilmu.

Kita perlu meningkatkan komunikasi dengan politikus, administrator, ahli dengan latar belakang yang berbeda dan publik umum tentang fungsi tanah yang bisa dimengerti tanpa jargon dan menyediakan informasi tanah bagi yang membutuhkan.

Ilmu tanah diperlengkapi dengan baik untuk menghadapi tantangan seperti krisis makanan dunia dan perubahan global, dan apapun masalah yang berhubungan dengan tanah bisa muncul di masa depan. Agenda tanah dunia, sebuah resolusi kongres dunia ilmu tanah yang ke 17 di Bangkok pada tahun 2002 memberikan garis-garis pedoman yang berguna.

## **PROSES BIOLOGI DALAM RHIZOSPHERE: PENYELIDIKAN BARU PADA MASA DEPAN ILMU TANAH**

**OLEH : FUSUO ZHANG**

Sistim tanah-tanaman merupakan salah satu komponen ekosistim alam dan pertanian yang penting. Dinamika nutrien dalam sistim ini tidak hanya mereflesikan pola aliran nutrien tapi juga pengaruh dan kualitas produksi makanan serta kontamima pada ekosistim alam dan pertanian.

Dalam sistim tanah-tanaman, rhizosphere tidak hanya pemisah antara akar dan tanah sebagai tanaman individu tetapi juga pusat interaksi antara tanaman, tanah dan mikroorganisme, komunitas mengatur tentang tanaman, proses adaptasi dan pertumbuhannya dalam lingkungan (Marschner, 1995; Zhang dan Shen, 1999a, b; Zhang et al., 2002). Sehingga poses Rhizospher dianggap sepenting proses ekologi dalam ekosistim tanah-tanaman ekosistim. Bagaimanapun juga, tanaman, tanah dan komponen mikrobial biasa dianggap terpisah satu sama lainnya sama seperti hubungan antara bagian atas dan bawah tanah.

Informasi yang tersedia mengenai interaksi biologi sehubungan dengan pemanfatatkan nutrien dan daur ulang nutrien, termasuk interaksi antara tunas dan akar tanaman, akar tanaman dan mikroorganisme tanah, dan juga antar kelompok mikroorganisme yang berbeda. Ekosistim rhizosphere dikarakteristikkan oleh komponen tingkat banyak yang berkisar dari tingkat molekul, individu sampai komunitas. Tanaman memegang peranan dominan dalam interaksi tanaman, tanah, mikroorganisme dan lingkungan mereka sehubungan dengan input massa energi seperti karbon terhadap sistim seperti yang diajukan oleh Whipps dan Lynch (1986) dan Marschner (1995).

Pada sistim tanah-tanaman, proses rhizosphere merupakan hubungan antar proses tanaman dan tanah dan menentukan pertukaran zat dan energi antara tanaman dan tanah sehingga mempengaruhi produktifitas pangan dan stabilitas ekosistim (Zhang et al., 2002).

Sehingga, sangatlah penting mengoptimalkan produksi tanaman atau kestabilan ekosistim untuk memahami interaksi rhizosphere

khususnya mekanisme aliran nuriem sehubungan dengan proses biologi rhizosphere dalam sistim tanah-tanaman.

Salah satu tujuan utama riset ilmu tanah yang harus difokuskan pada studi efek berbagai proses biologi pada rhizosphere. Penekanan yang lebih harus ditempatkan pada aspek berikut ini untuk memecahkan pertanyaan kompleks mengenai interaksi biologi pada tanah, khususnya pada rhizosphere, sehubungan dengan pemanfaatan nutrien dan aliran energi:

1. Proses biologi pada rhizosphere dan interaksi antar organisme sehubungan dengan pemanfaatan nutrien efisien, produktifitas tanaman, dan stabilisasi ekosistem;
2. Mekanisme interaksi antara bagian atas dan bawah tanah sehubungan dengan keragaman hayati dan stabilisasi ekosistem;
3. Mekanisme interaktif hubungan biotik dengan faktor abiotik untuk mengendalikan struktur dan fungsi komunitas dan properti ekosistem.

## MASA DEPAN ILMU TANAH

OLEH : JIANMIN ZHOU

Tanah tidak hanya produk interaksi litosfir, hidrosfir, atmosfer dan biosfer, tetapi juga hasil daur ulang material dan pertukaran antara sphere ini. Pedosphere terletak antara lapisan-lapisan ini. Sehingga, masa depan ilmu tanah harus lebih memperhatikan daur ulang material dan pertukaran energi antara pedosphere dengan lapisan lainnya. Peneliti harus berfokus terutama pada i) pengaruh penggunaan lahan secara intensif pada aliran gas rumah kaca dari dan ke atmosfer, ii) pertukaran elemen nutrisi dalam sistem tanah-tanaman dan efeknya terhadap pertumbuhan tanaman dan kualitas produk; iii) daur ulang air dan gerakan larutan antara pedosphere dan lapisan lainnya serta efeknya terhadap kualitas terestrial air; iv) perubahan dinamis kualitas tanah dan efeknya terhadap keseimbangan keragaman hayati tanah dan ekologi tanah.

Lahan pangan pada negara yang sedang berkembang harus tetap digunakan secara intensif, untuk mendapatkan hasil yang banyak. Penggunaan lahan pangan secara intensif akan mempengaruhi lingkungan, walaupun teknik baru akan dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi pupuk dan bahan kimia lainnya seperti pestisida, tidaklah mungkin kita menghindari efek negatif bahan kimia terhadap lingkungan. Pertanyaan kuncinya adalah bagaimana menjaga keseimbangan optimal antara perkembangan pertanian dan ekonomi dan perlindungan lingkungan. *Ilmu tanah harus menyediakan teori, teknologi dan pengukuran untuk memecahkan masalah pada skala yang berbeda.*

Karakteristik keragaman hayati dan evolusi tanah pada wilayah dan praktik manajemen yang berbeda akan membantu kita mencari faktor yang mengontrol distribusi anggota komunitas mikrobial dan untuk memahami bagaimana komunitas ini berubah sesuai dengan waktu dan sebagai respon terhadap lingkungan mereka. Pesatnya kemajuan dalam biologi dan bioteknologi membuat biologi tanah mempunyai prospek eksploitasi dan aplikasi sumber organisme tanah dan fungsinya telah mempunyai potensi yang besar di masa depan. Genomic dan metagenomic tanah akan menjadi area yang sangat aktif

dalam ilmu tanah. Mikroorganisme fungsional akan diterapkan pada aspek berbeda pada produksi pertanian, kesehatan manusia, dan perlindungan ekologi.

Perubahan karakteristik kualitas tanah merupakan akibat gangguan kegiatan manusia. Pemeliharaan dan perlindungan kualitas tanah dibawah penggunaan lahan yang intensif dan kondisi perkembangan ekonomi yang cepat menjadi lebih menantang. Data kualitas tanah tidak hanya mengandung kesuburan tanah, tapi juga lingkungan dan kesehatan manusia. Pemilihan indeks yang pantas untuk menggambarkan kualitas tanah perlu dipelajari lebih jauh lagi. Gambaran perubahan kualitas tanah baik secara kuantitatif dan digital mungkin saja direalisasikan dengan bantuan teknologi informasi dan data bank serta jaringan dunia.

Studi terhadap tanah yang variabel-charged dan efeknya terhadap transformasi dan transportasi elemen berbeda sangatlah penting karena tanah ini secara ekstensif didistribusikan pada daerah tropis dan subtropis. Teori dasar tanah berasal dari studi tanah yang konstan sehingga tidak semua tanah bervariasi yang tidak bisa dijelaskan oleh teori tradisional. Energi yang mengikat partikel yang berbeda mungkin menentukan kestabilan sistim tanah. Interaksi antar konstituen tanah seperti mineral tanah, zat organik, mikroorganisme, dan berbagai elemen dan efek mereka terhadap kesuburan tanah dan lingkungan perlu pemahaman yang lebih dalam. Prilaku nutrien dan polutan pada rhizosphere berbeda dari sebagian besar tanah, sementara kebanyakan transformasi nutrien pada pupuk biasanya terjadi pada bagian antara partikel pupuk dan tanah. Sehingga, riset tentang transformasi dan pergerakan substansi tanah pada rhizosphere dan pemisah antara tanah adalah penting.

## **EPILOG**

### **ALFRED HARTEMINK**

Buku ini memprlihatkan pandangan 55 orang ilmuwan ilmu tanah dari 28 negara dari penjuru dunia dari finlandia sampai china. Buku ini mengupas pemikiran kita tentang masa depan ilmu tanah. Mungkin ada beberapa pendapat yang tidak seimbang atau bias, namun sintesis diperlukan dalam buku manapun dimana penduplikatan ide tidak bisa diedit.

Tentu saja, pandangan tersebut berbeda baik dalam pendekatan maupun isinya. Ada yang membuat detil daftar peluang dan kegiatan ilmu tanah, ada yang melihat ke masa lalu untuk memprediksi masa depan. Beberapa pendapat bersifat global, yang lain jarang berfikir diluar labor, universitas, negara asal atau subdisiplin mereka. beberapa bersifat teknis dan berfokus kepada rhizosphere atau teknologi; yang lain bersifat umum dan bisa diterapkan kepada ilmu alam. Ada yang bersifat refleksi, introspektif, merespon perubahan, defensif; ada sedikit yang menyenangkan diri atau kejayaan pendahulu. Ringkasnya, pandangan mengenai masa depan ilmu tanah tidak seragam, namun tak bisa dipungkiri bahwa beberapa dibungkus dari pemikiran asal. Mari kita lihat perbedaan dan persamaannya.

### **Persamaan dan perbedaan**

Ada beberapa topik dan tema yang umum dibahas disini. Mayoritas menyatakan bahwa ilmu tanah tidak bisa dipisahkan dari disiplin ilmu lainnya karena ia merupakan bagian dari ilmu lainnya. Hal itu menimbulkan mengenai identitas ilmu tanah itu sendiri dan bagaimana cara menjaganya. Masalah identitas berhubungan dengan pandangan umum yang kedua yang menyatakan bahwa informasi kesuksesan ilmu tanah sangatlah miskin sekali dan beberapa penulis percaya bahwa interaksi antara pembuat kebijakan dengan masyarakat umum perlu ditingkatkan.

Kebanyakan orang berfikir secara tematis bahwa ilmu tanah seharusnya memberikan kontribusi utama terhadap masalah global seperti produksi makanan, perubahan iklim, atau dampak lingkungan. Pandangan ini berhubungan dengan orang-orang tertentu dan

asalnya. Kontributor dari eropa bagian barat atau USA menekankan perlunya integrasi ilmu tanah ke dalam studi lingkungan dan keluar dari pertanian. Sebagian besar kontributor yang berasal dari negara yang sedang berkembang dan kebanyakan menekankan pentingnya ilmu tanah dalam meningkatkan produksi makanan dan hubungannya dengan pertanian. Perhatian terhadap masalah lingkungan juga disebutkan sebagai area penelitian yang menjadi semakin penting di wilayah tropis dimana sebagian besar populasi berada. Jelaslah, ilmu tanah mempunyai tugas yang berbeda pada bagian bumi yang berbeda. Dan hal itu akan terus berubah.

### **Lagu lama yang sama?**

Komunikasi dan interaksi bukanlah tema baru dalam ilmu tanah. 15 tahun lalu, Prof. Dennis Greenland menulis tentang hal ini dalam artikelnya yang berjudul "Kontribusi ilmu tanah terhadap masyarakat-masa lalu, saat ini dan masa depan".setelah 15 tahun berlalu masalah tersebut kembali diulang oleh sebagian besar kontributor di buku ini. Greenland juga menyebutkan tentang klasifikasi tanah dan kerusakan tanah. Lagi-lagi, penulis dalam buku ini menyebutkan hal yang sama. Fakta memperlihatkan bahwa greenland telah mengeluarkan komentar-komentar tersebut selama lebih kurang 15 tahun lalu dan masih dipegang sampai saat ini, haruskah kita menjadi pesimis? Saya pikir tidak. Ada banyak kemajuan yang dicapai pada beberapa bagian dunia yang memasukkan tanah ke dalam agenda politik dan juga kovensi yang lain. Pada tahun 1991 tidak terjadi.

Beberapa penulis tidak begitu optimis. Conthonya, mengenai rasio aplikasi kerja dan fundamental ilmu tanah. Banyak yang mencatat ilmu tanah aplikasi pada jangka panjang akan menjadi problematik. Beberapa penulis juga mempertanyakan masalah spesialisasi versus generalisasi. Spesialisasi yang meningkat akan mempengaruhi visibilitas ilmu tanah, tapi terjadi pada beberapa ilmu tanah lainnya. Pada sisi lain, banyak siswa yang mengambil jurusan ilmu tanah berasal dari bidang studi lain seperti ekologi, biologi, dlll sehingga mereka perlu mengambil pendidikan umum ilmu tanah. Sehingga, barangkali ilmu kita spesialis namun pendidikan kita general.

Beberapa orang menekankan pentingnya pendidikan karena tantangan untuk ilmu tanah sangat banyak dan perlu dipastikan ahli ilmu tanah juga bertambah untuk menangani tantangan tersebut. Area ini tidaklah mudah dengan kesempatan kerja yang terbatas dan dana

yang minim, siswa tidak terlalu antusias.

Hanya ada 2 orang kontributor wanita dan Mary berth mengetengahkan isu gender. Bertambahnya jumlah siswi ilmu tanah di beberapa universitas akan memberi warna yang berbeda pada komunitas ilmu tanah. Di luar topik standar, ada perhatian terhadap masalah tanah dan kesehatan manusia, keragaman hayati, kualitas tanah ekstra terestial tanah, pengetahuan tanah sementara itu Thiombiano dan Wessolek juga mengemukakan masalah nilai budaya tanah. Perubahan iklim, masalah lingkungan dan produksi makanan merupakan masalah yang kebanyakan disinggung oleh penulis. Air juga disebutkan oleh beberapa kontributor area penelitian utama bagi ilmu tanah. Beberapa optimis mengenai revolusi digital, semntara yang lain kurang optimis.

Pelabelan atau pelabelan kembali kegiatan kita didiskusikan oleh Lin yang berpendapat mengenai penggunaan *hydropedology* dan zona kritikal. Walau ditentang, tren ini juga didukung oleh yang lainnya. Jelaslah bahwa Hans Jeny masih berpengaruh dimana 10% kotributor mengutipnya.

Menarik sekali bahwa "Ensiklopedi ilmu tanah (Lal, 2002) telah dikutip oleh berbagai penulis. Juga buku "Pedoman Ilmu Tanah" (Summer, 2000) telah dikutip namun buku "Ensiklopedi Ilmu tanah dalam Lingkungan" (Hillel et al, 2005) tidak dikutip. Buku-buku ini meringkas pengetahuan ilmu tanah sebagai penanda akhir generasi yang akan segera pensiun. Barangkali mereka menandai akhir satu era dan awal era yang baru. Tidak ada satupun dari referensi yang dikutip dalam pendahuluanatau buku ini dikutip. Artikel yang akan datang akan segera menjadi saat ini dan kemudian menjadi masa lalu.

### **Jadi.....**

Buiku ini dibuka dengan kutipan Friedrich Nietzsche yang sebagai ahli ilmu tanah sangat kita hormati. Namun, Nietzsche menyatakan hal yang bijaksana bahwa masa depan mempengaruhi masa sekarang sebanyak pengaruh yang diberikan oleh masa lalu. Marilah kita berharap agar harapan dan niat yang diperlihatkan oleh para penulis di dalam buku ini akan mempengaruhi masa depan kita. Pertanyaannya adalah apakah kita sebagai komunitas ilmu tanah bisa menentukan masa depan kita sendiri? Bisakah kita mengarahkan masa depan kita kepada arah yang diinginkan? Beberapa penulis percaya bahwa kita bisa dan mereka benar. Ilmu tanah di masa depan akan berbeda

dari yang telah kita lakukan sejauh ini, dan saat ini, tapi akan selesai. Petersen meringkas masa depan ilmu tanah sebagai berikut: masa depan ilmu tanah menyenangkan dan menantang. Kita tidak pernah mendapat masalah dan peluang sebanyak yang kita hadapi saat ini. Kita beruntung karena kita mempunyai teknologi yang tersedia untuk komunitas ilmu tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bouma, J., 1997. The role of quantitative approaches in soil science when interacting with stakeholder. *Geoderma*, 78:1-12.
- Bouma, J., 2001. The new role of soil science in a network society. *Soil Science*, 166:874-879.
- Bouma, J. and Hartemink, A.E., 2002. Soil science and society in the Dutch context. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 50:133-140.
- Bridges, E.M. and Catizzone, M., 1996. Soil Science in a holistic framework Discussion of an improved integrated approach. *Geoderma*, 71:275-287.
- Cameron, K.C., 1994. Metamorphism of soil science: an exciting future ahead. *New Zealand Soil News*: 176-186.
- Churchward, M., 1988. Whither field pedology. *Australian Soils News*, 75:94-95.
- Clothier, B.E., 2004. Soil science in New Zealand: requiem or renaissance? *Super Soil 2004*. 3rd Australian New Zealand Soils Conference, University of Sydney, Australia.
- Daniels, R.B., 1988. Pedology, a field or laboratory science? *Soil Science Society of America Journal*, 52:1518-1519.
- Dobrovolskii, G.V., 1999. Modern pedology and its role in science and life. *Eurasian Soil Science* 32:5-9
- Dobrovolskii, G.V., 2001. Soil science at the turn of the century: Results and challenges *Eurasian Soil Science* 34:115-119.
- Gardner, W.R., 1991. Soil science as a basic science. *Soil Science*, 151:2-6.
- Gardner, W.R., 1993. A call to action. *Soil Science Society of America Journal*, 57: 1403-1405.
- Gilkes, R.J., 2004. After more than a century of Australian research, why do we still mismanage our soil and water? *SuperSoil 2004*. 3rd Australian New Zealand Soils Conference, University of Sydney, Australia.
- Greenland, D.J., 1991. The contributions of soil science to society-past present, and future. *Soil Science*, 151:19-23.

- Greenwood, D.J., 1993. The changing scene of British soil science. *Journal of Soil Science*, 44: 191-207.
- Hartemink, A.E., 2001. Publish or perish (5) Soils science for business *Bulletin of the International Union of Soil Science*, 99:50-59.
- Hillel, D., 1993. Science and the crisis of the environment. *Geoderma*, 60: 377-382.
- Hudson, B.D., 1992. The soil survey as paradigm based science. *Soil Science Society of America Journal*, 56:836-841.
- Jacob, J.S. and Nordt, L.C., 1991. Soil and landscape evolution: a paradigm for pedology. *Soil Science Society of America Journal*, 55:1194
- Lal, R., 2000. Physical management of soils of the tropics: Priorities for the 21st century. *Soil Science*, 165:191-207.
- Leeper, G.W., 1965. Soil science is a discipline in it self. *Soils and Fertilizers*, 2:99-100.
- McCracken, R.J., 1987. Soils, soil scientists, and civilization. *Soil Science Society of America Journal*, 51\_1395-1400.
- Menzel, R.G., 1991. Soil science the environmental challenge. *Soil Science*, 151:24-29.
- Mermut, A.R. and Eswaran, H., 1997. Opportunities for soil science in a milieu of reduced funds. *Canadian Journal of Soil Science*, 77:1-7.
- Miller, F.P., 1993. Soil science: a scope broader than its identity. *Soil Science Society of America Journal*, 57: 299-300.
- Nielsen, D.R., 1987. Emerging frontiers in soil science. *Geoderma*, 40:267-273.
- Ruellan, A., 1997. Some reflection on the scientific basis of soil science. *Eurasian Soil Science (Pochvovedenie)*, 30:347-349.
- Ruellan, A., Heuvelink, G.B.M., Brown, R.B., Culley, J. And White, R.E., 1997. The role of quantitative approach in soil science when interacting with stakeholders Discussion. *Geoderma*, 78: 13-24.
- Sachez, P.A., 1994. Tropical soil fertility research: towards the second paradigm, *Transactions 15 th World Congress of Soil Science. ISSS, Acapulco*, pp.65-88.
- Satchell, J., 1992. Take the money – call the tune. *Soil Biology and Biochemistry*, 24:1193-1196.
- Simonson, R.W., 1991. Soil science - Goals for the next 75 years. *Soil Science*, 151: 7-18.

- Stephens, C.G., 1954. The scientific and social philosophy of the pedologist. *The Journal of Australian Institute of Agricultural Science*, 20:9-12.
- Stepahens, P., 2003. Soil research and funding cuts. *NZ Soil News* :76-77.
- Theng, B.K.G., 1991. Soil science in the tropics – The next 75 years. *Soil Science*, 151: 76-90.
- Tinker, P.B., 1985. Soil science in a changing world. *J. Of Soil Science*, 36:1-8.
- Vance, G.F., 1998. What is a soil scientist? *ASSSI Profile*, 113:10-11.
- Warkentin, B.P., 1994. The discipline of soil science – How should it be organized . *Soil Science Society of America Journal*, 58: 267-268.
- Warkentin, B.P., 1999. The return of the other soil scientists. *Canadian Journal of Soil Science*, 79:1-4.
- Wild, A., 1989. Soil scientists as members of the scientific community. *Journal of Soil Science*, 40:209-221.
- Yaalon, D.H., 1996. Soil science in transition – Soil awareness and soil care research strategies. *Soil Science*, 161:3-8.
- Yaalon, D.H., and Arnold, R.W., 000. Attitudes toward soils and their societal relevance. Then and now. *Soil Science*, 165: 5-12.

# MASA DEPAN ILMU TANAH



Hermansah, dilahirkan di Mahat Kabupaten Lima Puluh Kota, yang sering disebut dengan Luak 50, tanggal 25 Desember 1964, dari Ayah dan Umi seorang pedagang kain dan tukang jahit di desa. Saat ini sebagai Guru Besar Ilmu Tanah di Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Alamat rumah di Jalan Ngurahrai No. 22 Air Tawar Timur Padang. Menamatkan Sarjana Pertanian dengan gelar Insinyur (Ir) di Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang, dengan predikat sebagai Lulusan Terbaik Universitas Andalas pada Wisuda 13

September 1989. Magister Sain (MS) Ilmu Tanah diperoleh di Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (IPB) Tahun 1993. Pada Tahun 1995, dari 20 Maret sampai dengan 10 Juni, Mengikuti pelatihan dibidang Pedology yang di sponsori oleh JICA Japan di Osaka International Center dan Shimane Unversity, Japan. Pada tahun 1997 melanjutkan lagi pendidikan S2 (MSc) di Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University, Matsue Japan. Dan dilanjutkan dengan S3 (Dr) di Totori, University, Japan, dan tamat tahun 2003. Mengikuti pelatihan-pelatihan seperti Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (AMDAL), pelatihan Free Overseas Training di Bogor, tahun 1996. Pelatihan Free Prior Informed and Consent (FPIC) untuk REDD+, proses penguatan para pihak dalam pelaksanaan REDD+ yang dilaksanakan Satuan Tugas REDD+ dan RECOFTC ( Satgas REDD+ Indonesia dan RECOFTC-The Center for People and Forest) pada 17-21 September 2012, di Bogor dan berbagai pelatihan lainnya. Kegiatan ilmiah yang dilakukan meliputi penelitian yang didanai Unand, Dikti dan kolaborasi Penelitian dengan Shimane University dan Kindai Univeristy, Japan. Menulis artikel dan publikasi ilmiah baik di Jurnal Nasional dan Internasional yang banyak terkait dengan siklus dan pengelolaan unsur hara pada agroekosistem di kawasan tropika basah.

