

PERUBAHAN SIFAT FISIK TANAH DALAM PERTANIAN ORGANIK

Tagus Vadari¹⁾, Nura Dian MS¹⁾, Suci Handayani²⁾, dan Sukristiyonubowo²⁾

¹⁾ Balai Penelitian Tanah

Jalan Tentara Pelajar No. 12 Kampus Pertanian, Cimanggu, Bogor 16144

t.vadari@gmail.com

²⁾ Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

Jalan Bulaksumur, Yogyakarta

ABSTRAK

Kesadaran manusia terhadap bahaya residu pupuk kimia dan penggunaan bahan pestisida kimia mendorong sebagian besar masyarakat untuk mengonsumsi makanan sehat yang berasal dari pertanian organik. Penelitian dilakukan untuk mengetahui perubahan sifat-sifat fisika tanah pada pertanian organik dibandingkan dengan pertanian konvensional (non organik). Penelitian dilaksanakan di lokasi budidaya sayuran di Cisarua dan Megamendung, Kabupaten Bogor; penelitian berlangsung sejak April sampai Nopember 2012. Sampel tanah (*Andisols*) utuh dan tidak utuh diambil pada tiga kedalaman (0-20, 20-40, dan 40-60 cm) pada empat lokasi pertanian organik dan empat lokasi pertanian konvensional. Tanah dianalisis di Laboratorium Fisika Tanah, Fakultas Pertanian, UGM, Yogyakarta. Parameter yang diamati adalah berat volume tanah, porositas tanah, kemantapan dan distribusi agregat tanah, kuat geser tanah dan indeks pelumpuran. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan lahan yang menggunakan sistem pertanian organik selama 2-10 tahun sifat-sifat fisika tanah lebih baik dibandingkan dengan sistem pertanian konvensional. Hal ini dicirikan dengan berat volume tanah dan indeks pelumpuran tanah pada pertanian organik lebih rendah daripada pertanian konvensional sedangkan porositas tanah, kemantapan agregat tanah, dan tahanan geser tanah pada pertanian organik lebih tinggi daripada pertanian konvensional.

Kata kunci: pertanian organik, sifat fisika tanah, tanah *Andisols*

PENDAHULUAN

Produk hasil pertanian organik menjanjikan kehidupan manusia menjadi lebih sehat. Selain itu nilai jual produk komoditas pertanian organik relatif lebih tinggi dibandingkan dengan komoditas pertanian konvensional. Budidaya pertanian organik tidak menggunakan pupuk kimia buatan maupun pestisida yang mengandung bahan kimia yang dapat meracuni tanah dan kesehatan manusia.

Penggunaan pupuk buatan dalam waktu yang lama dan dalam jumlah yang besar dapat menyebabkan kerusakan tanah dan menurunkan kesehatan tanah (Vadari *et al.*, 2012 dalam Nura Dian, 2013). Oleh karena itu dengan adanya pertanian organik tidak saja menguntungkan secara ekonomi tetapi juga secara tidak langsung kembali bercocok tanam secara alami yaitu dengan menggunakan pupuk kandang atau pupuk kompos yang berasal dari sisa-sisa tanaman.

Penggunaan pupuk kandang, sisa panen dan kompos sebagai pupuk organik dapat meningkatkan kesuburan tanah, sifat fisik, dan biologi tanah menjadi lebih baik. Hal ini disebabkan bahan organik sangat berperan dalam proses pembentukan dan pengikatan serta penstabilan agregat tanah. Pengikatan dan penstabilan agregat tanah dilakukan melalui pengikatan secara fisik butir-butir primer tanah baik oleh miselia jamur, actinomycetes, dan/atau akar-akar halus tanaman; dan pengikatan secara kimia, yaitu dengan menggunakan gugus-gugus aktif dari bahan organik tanah. Dampak menguntungkan dari penggunaan bahan organik ini adalah memperlambat laju aliran permukaan, meningkatkan infiltrasi tanah,

dan memantapkan agregat tanah (Arsyad, 2006).

Penelitian tentang perubahan sifat fisik tanah pada pertanian organik belum banyak dikerjakan dan diteliti terutama dalam waktu yang relatif lama. Penelitian ini difokuskan pada penelitian sifat fisik tanah pada lahan yang telah lama membudidayakan sayuran secara organik dan membandingkannya dengan budidaya tanaman konvensional.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Desa Sukagalih Gadog, Kecamatan Megamendung dan desa Tugu Utara, Kecamatan Cisarua Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Penelitian dilaksanakan sejak April sampai Nopember 2012. Contoh tanah yang diuji adalah tanah utuh (*undisturbed soil sample*), agregat utuh (*undisturbed soil aggregate*), dan contoh tanah tidak utuh (*disturbed soil sample*). Analisis tanah dilaksanakan di Laboratorium Fisika Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Penelitian diawali dengan survei untuk memilah petani yang membudidayakan sayuran secara organik di Cisarua dan Megamendung serta secara konvensional sebagai kontrol.

Selain itu juga dilakukan wawancara dengan petani mengenai (a) riwayat pengelolaan lahan yang meliputi luas lahan yang dibudidayakan, varietas yang digunakan dalam budidaya sayuran, pola tanam yang dilakukan petani serta produksinya; (b) sejarah pemupukan (jenis, dosis, dan aplikasi pupuk); dan (c) sejarah aplikasi bahan organik atau lama penerapan pertanian organik (macam, dosis, dan aplikasi).

Pengambilan contoh tanah dilakukan di empat lokasi pertanian organik dan empat lokasi pertanian konvensional di Kecamatan Megamendung dan dua lokasi pertanian organik dan dua lokasi pertanian konvensional di Kecamatan Cisarua. Contoh tanah yang diambil pada lahan sayuran yang dibudidaya secara organik yaitu contoh tanah utuh, contoh tanah tidak utuh, dan agregat utuh. Setiap contoh tanah diambil secara komposit pada luasan lahan sayuran dengan tiga kedalaman tanah yaitu jeluk 0-20 cm, jeluk 20-40 cm dan 40-60 cm. Hal yang sama dilakukan untuk pengambilan contoh tanah pada lahan sayuran yang dibudidaya secara konvensional.

Parameter sifat fisika tanah yang dianalisis di laboratorium berupa (a) Berat volume tanah dengan menetapkan perbandingan masa fase padat tanah dengan volume total tanah (Agus *et al.*, 2006); (b) Porositas tanah; (c) Kemantapan dan Distribusi Ukuran Agregat Tanah menggunakan metode pengayakan basah dan kering (Kertonegoro *et al.*, 1998); (d) Kuat Geser Tanah (*Shear strength*) (Bowles, 1991); dan (e) Indeks Pelumpuran (*Slaking Index*) seperti yang dijelaskan dalam metode yang dikembangkan oleh Amezketa *et al.*, 1996 dalam Handayani & Sunarminto, 2002.

Data sifat fisika tanah pada budidaya pertanian organik dan konvensional dianalisis dengan Analisis Sidik Ragam pada tingkat signifikansi lima persen dan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) apabila terdapat pengaruh nyata dari perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat volume tanah (g/cm^3)

Nilai berat volume tanah (BV) dapat ditentukan dengan menghitung perbandingan berat kering bongkah dan volume bongkah dan dinyatakan dalam satuan g/cm^3 . Berdasarkan hasil analisis, tidak didapatkan adanya interaksi nyata pengaruh perlakuan terhadap nilai BV tanah (Tabel 1). Kedalaman tidak berpengaruh nyata terhadap kedalaman nilai BV dimana kedalaman 40-60 cm memiliki nilai BV tertinggi

dengan nilai $0,96 \text{ g/cm}^3$ disusul oleh kedalaman 20-40 cm dan 0-20 cm dengan nilai berturut-turut $0,94 \text{ g/cm}^3$ dan $0,94 \text{ g/cm}^3$. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sutanto (2005) bahwa tanah lapisan permukaan yang kaya bahan organik dan gembur mempunyai berat volume yang lebih rendah daripada lapisan bawah yang lebih pejal dan kandungan humus rendah.

Lokasi berpengaruh nyata terhadap nilai BV tanah pada budidaya organik (Tabel 1). Hal ini ditunjukkan dengan nilai BV tanah di lokasi Megamendung lebih tinggi dari Cisarua berturut-turut $0,94 \text{ g/cm}^3$ dan $0,90 \text{ g/cm}^3$. Sebaliknya, pada budidaya konvensional, nilai BV tanah di lokasi Cisarua lebih tinggi dari lokasi Megamendung walaupun tidak berbeda nyata (Tabel 1). Nilai BV tanah tidak dipengaruhi oleh sistem budidaya. Hal ini ditunjukkan oleh nilai BV pada budidaya organik yang lebih rendah daripada nilai BV konvensional walaupun tidak berbeda nyata (Tabel 1). Hal ini diduga berhubungan dengan pengolahan tanahnya.

Menurut Sarief (1986) dalam Utami (2009) nilai BV tanah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya pengolahan tanah, bahan organik, pemadatan oleh alat-alat pertanian, tekstur, struktur, dan kandungan air tanah. Pengolahan tanah yang sangat intensif pada budidaya konvensional akan menaikkan bobot isi. Hal ini disebabkan pengolahan tanah yang intensif akan menekan ruang pori menjadi lebih sedikit dibandingkan dengan tanah yang tidak pernah diolah.

Pengolahan tanah dan pemberian bahan pengkondisian tanah (seperti bahan organik, pupuk organik (pupuk kandang, kompos) merupakan salah satu cara untuk menurunkan berat volume tanah (*Bulk Density* tinggi), sehingga tanah lebih bergumpal dan menjadi longgar. Buckman dan Brady (1982) mengemukakan bahwa tanah yang lepas dan bergumpal akan mempunyai berat persatuan volume (*Bulk Density*) rendah dan kerapatan massa yang terjadi ditentukan oleh butir-butir tanah padat. Arsyad (2006) menyatakan bahwa bahan organik dapat memegang air dua sampai empat kali bobotnya. Oleh karena itu, tanah yang mengandung bahan organik tinggi juga memiliki kadar lengas yang tinggi.

Porositas tanah (%)

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan tidak adanya interaksi yang nyata antara sistem budidaya, lokasi dan kedalaman terhadap porositas tanah, tetapi perlakuan kedalaman memberikan pengaruh yang nyata terhadap porositas tanah (Tabel 2). Kedalaman 40-60 cm memiliki nilai porositas tanah terendah dan berbeda nyata dengan perlakuan kedalaman lainnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa kedalaman tanah berpengaruh terhadap porositas tanah dimana semakin dalam jeluk tanah maka porositas semakin kecil.

Tabel 1. Berat volume tanah (g/cm^3) pada lokasi penelitian

Kedalaman (cm)	Budidaya				Rerata kedalaman
	Organik		Konvensional		
	Megamendung	Cisarua	Megamendung	Cisarua	
0-20	0,94	0,86	0,94	1,01	0,94a
20-40	0,92	0,94	0,97	0,99	0,95a
40-60	0,96	0,90	0,97	1,03	0,96a
Rerata Lokasi	0,94ab	0,90c	0,96ab	1,01a	-
Rerata Budidaya	0,93a		0,98a		-

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi

Tabel 2. Porositas tanah (%) pada lokasi penelitian

Kedalaman (cm)	Budidaya				Rerata kedalaman
	Organik		Konvensional		
	Megamendung	Cisarua	Megamendung	Cisarua	
0-20	44,43	48,19	51,37	48,00	47,97a
20-40	52,82	40,63	47,30	37,96	46,47a
40-60	42,13	29,25	41,63	18,21	35,83b
Rerata Lokasi	46,46a	39,35ab	46,77a	34,73b	-
Rerata Budidaya	44,09a		42,75a		-

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

Lokasi dan sistem budidaya juga memiliki interaksi yang nyata terhadap porositas tanah. Porositas tanah di lokasi Megamendung lebih tinggi daripada di Cisarua pada kedua sistem budidaya (Tabel 2). Perlakuan sistem budidaya tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap porositas tanah, walaupun nilai porositas budidaya organik lebih tinggi dibandingkan dengan budidaya konvensional (Tabel 2). Hal ini diduga berhubungan dengan BV tanah, semakin rendah BV maka semakin tinggi Total Ruang Pori (TRP) tanah. Porositas tanah dipengaruhi oleh kandungan bahan organik, struktur, dan tekstur tanah. Tanah-tanah dengan struktur remah atau granular mempunyai porositas yang lebih tinggi daripada tanah-tanah yang berstruktur pejal (Hardjowigeno, 2003).

Berkurangnya ruang pori dan bertambahnya berat tanah setiap satuan akan meningkatkan BV tanah. Tanah dengan BV yang besar akan sulit meneruskan air atau sulit ditembus akar tanaman. Sebaliknya tanah dengan BV rendah, akar tanaman lebih mudah berkembang (Hardjowigeno, 2003).

Kemantapan agregat tanah (Index Stabilitas Agregat-ISA)

Berdasarkan uji sidik ragam (*analysis of variance*) tidak terdapat interaksi nyata antara budidaya, lokasi, dan kedalaman terhadap kemantapan agregat tanah atau ISA (Tabel 3). Kedalaman 0-20 cm memiliki nilai ISA yang terendah dengan nilai 67,19% kemudian disusul oleh kedalaman 20-40 cm dan 40-60 cm dengan nilai berturut-turut 68,21% dan 71,46%. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai ISA meningkat dengan semakin dalamnya jeluk tanah. Hal ini diduga karena kedalaman 0-20 cm merupakan lapis olah dan pada jeluk tersebut juga terdapat sistem perakaran tanaman dimana sayuran memiliki perakaran yang pendek. Akar tanaman memberikan kontribusi terhadap kelimpahan bahan organik tanah dan kemantapan agregat tanah secara langsung melalui material akar tersebut dan secara tidak langsung melalui stimulasi aktivitas mikroorganisme di daerah sekitar perakaran (Watt *et al.*, 1993 dalam Santi *et al.*, 2008). Agensi organik yang dapat meningkatkan kemantapan agregat tanah ialah produk dekomposisi biomas, eksopolisakarida (EPS) asal bakteri, miselium fungi, dan produk hasil sintesis tanaman. Pembentukan agregat tanah umumnya dipengaruhi EPS yang merupakan hasil dari aktivitas mikroorganisme (Goenadi, 1995 dalam Santi *et al.*, 2008).

Tabel 3. Kemantapan agregat tanah (%) pada lokasi penelitian

Kedalaman (cm)	Budidaya				Rerata kedalaman
	Organik		Konvensional		
	Megamendung	Cisarua	Megamendung	Cisarua	
0-20	77,49	64,60	59,83	63,91	67,19a
20-40	73,50	77,45	59,86	65,07	68,21a
40-60	74,19	93,07	58,03	71,26	71,46a
Rerata Lokasi	75,06a	78,37a	59,24a	66,75a	-
Rerata Budidaya	76,16a		61,74b		-

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

Perlakuan sistem budidaya berpengaruh nyata nilai ISA, dimana sistem budidaya organik memberikan nilai ISA yang lebih tinggi dari sistem budidaya konvensional (Tabel 3). Amezketa *et al.* (1996) dalam Handayani (2002) menyatakan bahwa perbedaan kemantapan agregat berkaitan dengan sifat-sifat tanah seperti kandungan bahan organik, bahan humat dan Fe-Al oksalat dan dithionit, serta nilai ESP (eksopolisakarida). Hal ini karena kandungan bahan organik pada budidaya organik yang tergolong tinggi. Bahan organik di dalam tanah berperan sebagai penyemen dan pemantap struktur tanah. Hardjowigeno (2003) menyatakan bahwa bahan organik tanah berperan sebagai granulator dalam pembentukan struktur tanah. Bahan organik di dalam tanah berperan sebagai bahan perekat butir-butir tanah sehingga persen agregat terbentuk akan semakin banyak dengan semakin tingginya kandungan bahan organik tanah.

Gangguan terhadap tanah yaitu pengolahan tanah yang intensif pada budidaya sayuran konvensional akan berdampak terhadap berkurangnya kemantapan agregat. Tisdall & Oades (1980) dalam Kasper *et al.* (2009) menyatakan sistem pengolahan intensif menurunkan kemantapan agregat makro (lebih dari 250 μ m) dalam air yang dihubungkan dengan menurunnya bahan organik total tanah. Sebaliknya, pada budidaya sayuran organik dilakukan *minimum tillage* sehingga tingkat ketergangguan tanah lebih kecil. Hasil penelitian Kasper *et al.* (2009) menunjukkan bahwa kemantapan agregat pada umumnya rendah pada pengolahan konvensional (*Conventional Tillage/CT*) sedangkan *minimum tillage* memiliki kemantapan agregat terbesar dan mencapai dua kali dari nilai *CT*.

Indeks pelumpuran tanah (Relative Slacking Index-RSI)

Sistem budidaya, lokasi dan kedalaman tidak menunjukkan adanya interaksi yang nyata terhadap RSI (Tabel 4). Kedalaman 0-20 cm memiliki nilai RSI yang tertinggi dengan nilai 24,12% kemudian disusul oleh kedalaman 20-40 cm dan 40-60 cm dengan nilai berturut-turut 19,87% dan 18,30%. Hal tersebut menunjukkan nilai RSI berlawanan dengan nilai ISA, menurun dengan semakin dalamnya jeluk tanah.

Perlakuan sistem budidaya tidak memberikan pengaruh nyata terhadap nilai RSI, walaupun nilai RSI budidaya organik lebih rendah dibandingkan dengan budidaya konvensional (Tabel 4). Tanah pada budidaya organik memiliki indeks pelumpuran yang lebih rendah dikarenakan nilai kemantapan agregatnya yang lebih tinggi dibanding dengan budidaya konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa tanah dengan indeks pelumpuran tinggi mempunyai stabilitas agregat yang rendah.

Tabel 4. *Relative Slacking Index (%)* pada lokasi penelitian

Kedalaman (cm)	Budidaya				Rerata kedalaman
	Organik		Konvensional		
	Megamendung	Cisarua	Megamendung	Cisarua	
0-20	26,33	17,93	22,31	29,50	24,12a
20-40	15,66	18,11	23,21	23,37	19,87a
40-60	15,62	14,77	19,95	23,90	18,30a
Rerata Lokasi	19,20a	16,94a	21,81a	25,59a	-
Rerata Budidaya	18,45a		23,08a		-

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

Kuat geser tanah (*Soil Shear Strenght*)

Data kekuatan geser tanah, pada awalnya hanya digunakan untuk keperluan teknik bangunan dalam mengevaluasi kemampuan tanah menopang konstruksi bangunan, seperti gedung dan bendungan. Penggunaannya dalam bidang pertanian dikaitkan dengan waktu dan teknik yang tepat dalam pengolahan tanah, waktu penyebaran benih, dan memperkirakan kepekaan tanah terhadap erosi (erodibilitas).

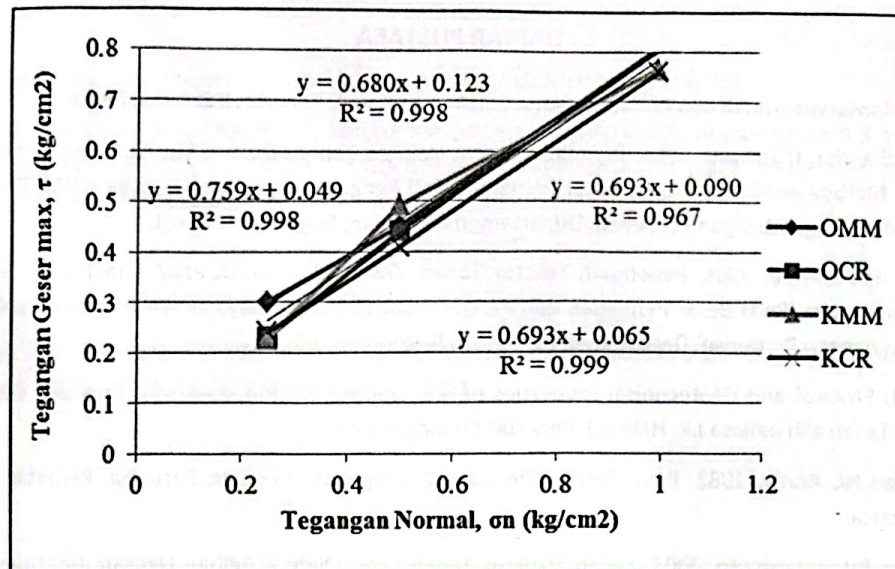
Perlakuan budidaya lokasi dan tegangan normal menunjukkan tidak ada interaksi yang nyata terhadap tegangan geser atau kuat geser (Tabel 5). Perlakuan tegangan normal menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap nilai tegangan geser. Tegangan normal 1,00 kg/cm² memiliki tegangan geser yang tertinggi dengan nilai 0,7825 kg/cm² diikuti oleh tegangan normal 0,50 dan 0,25 kg/cm² dengan nilai berturut-turut 0,4560 dan 0,2549 kg/cm². Hal tersebut berarti bahwa tegangan geser meningkat dengan semakin tingginya tegangan normal yang diberikan pada tanah (Gambar 1).

Dari Gambar 1 dan Tabel 5 terlihat bahwa tegangan normal dan tegangan geser berkorelasi positif yakni penambahan tegangan normal akan diiringi dengan meningkatnya tegangan geser tanah. Pada budidaya organik lokasi Megamendung (OMM) didapatkan persamaan linier $y = 0,680x + 0,123$ sehingga dapat diketahui nilai kohesi (c) dari contoh tanah adalah 0,123 kg/cm² yang setara dengan 12,0663 kPa dan sudut friksi internal (ϕ) partikelnya sebesar 34,22° ($\phi = \arctan 0,680$) (Tabel 6). Berdasarkan nilai koefisien korelasi kedua budidaya baik pada lokasi Megamendung maupun Cisarua nilai R^2 lebih dari 0,9 menunjukkan korelasi yang erat antara tegangan normal dengan tegangan geser.

Tabel 5. Nilai tegangan geser (τ) tanah pada lokasi penelitian

Tegangan normal (kg/cm ²)	Budidaya				Rerata tegangan
	Organik		Konvensional		
	Megamendung	Cisarua	Megamendung	Cisarua	
0,25	0,3013	0,2316	0,2271	0,2408	0,2549c
0,50	0,4509	0,4407	0,4924	0,4085	0,4560b
1,00	0,8075	0,8048	0,7657	0,7601	0,7852a
Rerata Lokasi	0,5199a	0,4924a	0,4951a	0,4698a	-
Rerata Budidaya	0,5107a		0,4866a		-

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.



Gambar 1. Persamaan regresi tegangan normal dan tegangan geser maksimum pada budidaya sayuran organik dan konvensional

Tabel 6. Nilai kohesi (c), sudut friksi internal partikel (ϕ) dan R pada lokasi penelitian

Budidaya/lokasi	Persamaan linear	c (kg/cm ²)	ϕ (°)	R ²
OMM	$y = 0,680x + 0,123$	0,123	34,22	0,998
OCR	$y = 0,759x + 0,049$	0,049	37,20	0,998
KMM	$y = 0,693x + 0,090$	0,090	34,72	0,967
KCR	$y = 0,693x + 0,065$	0,065	34,72	0,999

Keterangan:

OMM = Organik Megamendung
 OCR = Organik Cisarua
 KMM = Konvensional Megamendung
 KCR = Konvensional Cisarua

KESIMPULAN DAN SARAN

Sifat-sifat fisika tanah yaitu berat volume tanah dan indeks pelumpuran tanah pada budidaya organik lebih rendah daripada budidaya konvensional, sedangkan porositas, kemantapan agregat tanah dan kuat geser tanah pada budidaya organik lebih tinggi daripada budidaya konvensional. Pertanian organik mampu memperbaiki sifat fisika tanah dibandingkan pertanian konvensional.

Perlu diperhatikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi sifat fisika tanah seperti jenis tanaman, pengolahan tanah dan pemupukan. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh input pupuk (jenis dan dosis) dan jenis sayuran yang dibudidaya terhadap sifat fisika tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Prof. Stefaan de Neve, atas inisiasi kerjasama dalam sharing dana kegiatan penelitian kerjasama antara Univ. Gent, Belgia, Univ. Gadjah Mada, Yogyakarta, dan Balai Penelitian Tanah, Bogor. Semoga ucapan terima kasih ini dapat sebagai pengganti tidak dicantumkan nama beliau di makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad S. 2006. *Konservasi Tanah dan Air*. Edisi Kedua Cetakan Pertama. Penerbit IPB Press, Bogor.
- Agus F, RD Yustika, dan U Haryati. 2006. Penetapan Berat Volume Tanah. *Dalam: Kurnia, U. et.al, (Eds.). Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian, Bogor. hlm. 63-73.
- Agus F, Yusrial, dan Sutono. 2006. Penetapan Tekstur Tanah. *Dalam: Kurnia, U. et.al, (Eds.). Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian, Bogor. hlm. 63-73.
- Bowles JE. 1991. *Physical and Geotechnical Properties of Soil*. Second Edition. Sifat-sifat Fisik dan Geoteknik Tanah (Mekanika Tanah alih bahasa J.K. Hainim). Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Buckman HO dan NC Brady. 1982. *Ilmu Tanah*. Alih Bahasa Soegiman. Cetakan Pertama. Penerbit Bharata Karya Aksara, Jakarta.
- Handayani S dan BH Sunarminto. 2002. Kajian Struktur Tanah Lapis Olah: I. Agihan Ukuran dan Dipersitas Agregat. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta 3(2): 7-15.
- Handayani S. 2002. Kajian Struktur Tanah Lapis Olah: II. Stabilitas Agregat. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada 3(2): 7-15
- Hardjowigeno S. 2003. *Ilmu Tanah*. Cetakan Keempat. Penerbit Akademika Pressindo, Jakarta.
- Kasper M, GD Buchan, A Mentler, and WEH Blum. 2009. Influence of Soil Tillage System on Aggregate Stability and The Distribution of C n N in Different Aggregate Fractions. *Soil & Tillage Research* 105: 192-199.
- Kertonegoro BD, SH Suparnawa, S Notohadisuwarno, dan S Handayani. 1998. *Panduan Analisis Fisika Tanah*. Laboratorium Fisika Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Nura Dian MS. 2013. *Sifat Fisika Tanah Penciri pada Budidaya Sayuran Organik dan Konvensional di Cisarua*, Mega Mendung, Bogor. Skripsi S1. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Yogyakarta.
- Santi LP, Ai Dariah, dan DH Goenadi. 2008. Peningkatan Kemantapan Agregat Tanah Mineral Oleh Bakteri Penghasil Eksopolisakarida. *Menara Perkebunan* 76(2): 93-103.
- Sutanto. 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Cetakan Pertama. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Utami CH. 2009. *Kajian Sifat Fisik, Sifat Kimia, dan Sifat Biologi Tanah Pasca Tambang Galian C pada Tiga Penutupan Lahan*. Skripsi S1. Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Dramaga, Bogor.

DISKUSI

Yayan Nurdiansyah

Tanya : Memberi kesempatan untuk mengembangkan padi organik dan asparagus. Tentang fisik tanah cukup bermasalah walaupun dengan pengomposan 10 ton per ha porositasnya sangat tinggi, solusinya apa?

Jawab : Drainasenya ada atau tidak? Mungkin di tempat pak Yayan ada proses penanaman padi yang sangat intensif sehingga membuat aliran air terhambat. Lokasi di bawah atau tengah? karena di daerah itu lapisan warna tanah tidak gelap, tapi terang, masih bentuk-bentuk yang maip. Belum terjadi struktur yang cukup baik. Laju infiltrasinya terhambat. Buat satu kemiringan dari ujung yang paling tinggi ke bawah harus menentukan saluran drainase.

Syarif

Tanya : Dari segi biologi dan pertanian organik yang sudah degradradasi berapa tahun?

Jawab : Petani organik awalnya menangis, karena kendalanya banyak sekali, degredasinya 0-3 tahun tidak akan mendapatkan apa-apa, tapi setelah 5-10 tahun baru mendapatkan hasil. Petani bisa memetik hasilnya setelah lima tahun ke atas.

Ketut

Tanya : Apa langkah-langkah yang harus dilakukan?

Jawab : Banyak sifat fisik yang bisa kita analisi dengan beberapa parameter kita juga bisa menentukan. Kita tidak bisa melihat kesuburan dari aspek biologi dan kimia saja.