

Karakteristik Beberapa Sifat Fisik, Kimia, dan Biologi Tanah Pada Sistem Pertanian Organik

The Characteristic of Some of The Physical, Chemical, and Biological Properties of Soil in Organic Farming Systems

Rizky Dharmawan Margolang, Jamilah*, Mariani Sembiring

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian USU, Medan 20155

*Corresponding author : jamilah_tnh@yahoo.co.id

ABSTRACT

The purpose of the study to determine the characteristics of some of the physical, chemical, and biological properties of soil in organic farming systems. The study was held about 6 months from November 2013 to April 2014 in Bioenvironment Education Center of Organic Farming Bahorok in Timbang Lawan village, Bahorok, at Langkat district to observe the characteristics of some physical, chemical, and biological characteristics of soil in organic farming system. This research was conducted with survey method by evaluating the soil characteristics in the area of farming based on the time of application of organic farming, so it took 3 samples which are the organic farming system beginning from year 2005; the organic farming system beginning from year 2010; and farming system which did not apply the system of organic farming yet as the comparison and was conducted about 3 sample points. The result of this research showed that the application of organic farming can fix the physical and biological characteristics, but not chemistry characteristics yet. The characteristics of physical of the soil that can be fixed by the application of organic farming were changed soil color become darker, decreased bulk density of soil, increased the total soil pore space, and increased soil permeability from criteria a bit slow to medium. Whether for the infiltration of soil can not be increased yet with the organic farming application. The application of this organic farming system can not fix the chemical characteristics of soil as pH of soil, C-organic of soil, N-total of soil, and P-available still have the same criteria with conventional farming application, but for parameter K-exchange can increase this parameter from low to medium. The organic farming application can fix the biology characteristics by increasing the soil respiration, number of soil microorganism and earthworms population.

Keywords : organic farming, conventional farming, soil characteristics

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik beberapa sifat fisik, kimia, dan biologi tanah pada sistem pertanian organik. Penelitian dilaksanakan selama ± 6 bulan dari bulan November 2013 - April 2014 di kebun organik Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup (PPLH) Bohorok di Desa Timbang Lawan Kecamatan Bahorok Kabupaten Langkat. Penelitian dilakukan dengan metode survey dengan cara mengevaluasi sifat tanah pada areal pertanian berdasarkan waktu diterapkannya sistem pertanian organik, sehingga diperoleh 3 sampel yaitu sistem pertanian organik yang dimulai dari tahun 2005, sistem pertanian organik yang dimulai dari tahun 2010, dan sistem pertanian yang belum menerapkan sistem pertanian organik sebagai pembandingan dan dilakukan sebanyak 3 titik sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem pertanian organik mampu memperbaiki karakteristik sifat fisik dan biologi tanah, tetapi belum mampu memperbaiki sifat kimia tanah. Karakteristik sifat fisik tanah yang mampu diperbaiki dengan penerapan sistem pertanian organik yaitu warna tanah menjadi kehitaman, menurunkan bulk density tanah, meningkatkan total ruang pori tanah, dan meningkatkan permeabilitas tanah dari kriteria

agak lambat menjadi sedang. Sedangkan untuk infiltrasi tanah belum mampu ditingkatkan dengan penerapan sistem pertanian. Penerapan sistem pertanian organik belum mampu memperbaiki karakteristik sifat kimia tanah yaitu pH tanah, C-organik tanah, N-total tanah, dan P-tersedia tanah masih memiliki kriteria yang sama dengan penerapan pertanian konvensional, tetapi untuk parameter K-tukar tanah mampu meningkatkan kriteria K-tukar tanah dari rendah ke sedang. Penerapan sistem pertanian organik mampu memperbaiki karakteristik sifat biologi tanah dengan meningkatkan respirasi tanah, jumlah mikroorganisme tanah, dan populasi cacing tanah.

Kata kunci : pertanian organik, pertanian konvensional, sifat tanah

PENDAHULUAN

Peningkatan pemakaian pupuk kimia dan pestisida dapat menyebabkan masalah lingkungan yang serius. Seiring dengan berkembangnya kesadaran tentang sistem pertanian organik, makin disadari pentingnya pemanfaatan bahan organik dalam pengelolaan hara di dalam tanah. Penggunaan bahan organik ke dalam tanah pada sistem pertanian ini diyakini dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga menentukan warisan untuk generasi mendatang (Sri dan Suci, 2003).

Sistem pertanian organik berbeda dengan sistem pertanian konvensional. Sutanto (2002) menyebutkan pada sistem pertanian konvensional, peningkatan produksi tidak bertahan lama, karena penurunan kualitas tanah dan penumpukan residu sehingga dapat meracuni tanaman dan sistem ini dianggap tidak arif. Pemberian pupuk kimia dalam memasok unsur hara tertentu berupa senyawa anorganik berkonsentrasi tinggi dan mudah larut yang dilakukan berulang kali yang dapat membahayakan flora dan fauna tanah, dan dapat menyebabkan pencemaran pada saluran air, khususnya air tanah. Sedangkan sistem pertanian organik yang juga disebut pertanian berkelanjutan memberikan kontribusi dalam meningkatkan keuntungan produktivitas pertanian dalam jangka panjang. Pada sistem ini dilakukan regenerasi terhadap kualitas tanah dengan pemanfaatan bahan organik sehingga tidak tergantung pada pupuk dan pestisida kimia saja, pengendalian hama terpadu, sistem rotasi, konservasi lahan dalam menjaga kestabilan ekologi, kesehatan produk, dan menstabilkan tanah. Dalam pemasaran,

dengan sistem pertanian berkelanjutan, produk yang dihasilkan lebih berkualitas dan lebih sehat sehingga target pasarnya semakin meningkat.

Prinsip pertanian organik didasarkan pada : prinsip kesehatan, yaitu pertanian organik harus melestarikan dan meningkatkan kesehatan tanah, tanaman, hewan, manusia dan bumi sebagai satu kesatuan dan tak terpisahkan; prinsip ekologi, yaitu pertanian organik harus didasarkan pada sistem dan siklus ekologi kehidupan. Bekerja, meniru dan berusaha memelihara sistem dan siklus ekologi kehidupan; prinsip keadilan, yaitu pertanian organik harus membangun hubungan yang mampu menjamin keadilan terkait dengan lingkungan dan kesempatan hidup bersama; dan prinsip perlindungan, yaitu pertanian organik harus dikelola secara hati-hati dan bertanggung jawab untuk melindungi kesehatan dan kesejahteraan generasi sekarang dan mendatang serta lingkungan hidup (Aero, 2011).

Winarso (2005) menyebutkan bahwa salah satu aspek yang terpenting pada sistem pertanian organik baik di negara maju maupun berkembang adalah peningkatan efisiensi pupuk. Peningkatan efisiensi pemupukan akan dapat mengurangi pemakaian pupuk dan biaya produksi, serta di sisi lain akan menurunkan resiko permasalahan lingkungan. Penerapan teknologi di negara berkembang termasuk di Indonesia secara umum masih membutuhkan penelitian, pelatihan/pendidikan, dan manajemen tingkat tinggi. Penelitian dan penyuluhan atau pendidikan akan memainkan peranan kunci dalam rangka pencapaian keberhasilannya sehingga akan tercapai pertanian yang berkelanjutan.

Sistem pertanian organik mengutamakan penggunaan bahan organik sebagai salah satu syarat dalam kegiatan usaha tani. Penggunaan bahan organik diharapkan mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga menunjang pertumbuhan tanaman yang lebih baik. Penelitian perubahan sifat-sifat tanah setelah beberapa kali dilakukan sistem pertanian organik perlu dilakukan untuk mengetahui manfaat sistem ini terhadap perbaikan sifat-sifat tanah untuk menjamin penggunaan selanjutnya (Isnaini, 2006).

Berdasarkan uraian tersebut, maka penulis merasa perlu dilakukan suatu penelitian mengenai karakteristik beberapa sifat fisik, kimia, dan biologi tanah pada sistem pertanian organik.

BAHAN DAN METODE

Sampel tanah di ambil dari kebun organik Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup (PPLH) Bohorok di Desa Timbang Lawan Kecamatan Bohorok Kabupaten Langkat dan di analisis di Laboratorium Riset dan Teknologi Fakultas Pertanian dan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan yang dilaksanakan pada bulan November 2013 sampai dengan April 2014.

Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan menggunakan metode survey dengan cara mengevaluasi sifat tanah pada areal pertanian organik yang dimulai dari tahun 2005, sistem pertanian organik yang dimulai dari tahun 2010, dan sistem pertanian konvensional.

Pengambilan sampel tanah pada lokasi penelitian adalah berdasarkan waktu diterapkannya sistem pertanian organik sehingga diperoleh 3 sampel yaitu sistem pertanian organik yang dimulai dari tahun 2005, sistem pertanian organik yang dimulai dari tahun 2010, dan sistem pertanian yang belum menerapkan sistem pertanian organik sebagai pembandingan dan dilakukan sebanyak 3 titik sampel.

Adapun cara pengambilan contoh tanah untuk parameter bulk density (menggunakan

ring sampel), total ruang pori (menggunakan rumus : $TRP = (1 - \quad) \times 100\%$), permeabilitas (metode De Boodt), warna tanah (menggunakan buku Munsell Soil Color Chart), struktur (menggunakan by feeling), jumlah mikroorganisme (metode Most Probable Number (MPN)) dilakukan dengan cara membuka profil tanah pada kedalaman 0-150 cm dan diambil pada setiap lapisan profil tanah dan pada parameter infiltrasi tanah (metode Double Ring Infiltrometer) langsung dilakukan di lokasi tiap sampel, sedangkan untuk parameter tekstur (metode Hidrometer Bouyoucos), pH (menggunakan pH meter metode Elektrometri), C-organik (metode Walkey & Black), N total (metode Kjeldhal), P tersedia (metode Bray II), K tukar (menggunakan ekstrak NH_4OAc) dan respirasi tanah (metode Titrasi) dilakukan secara zig-zag pada kedalaman 0-20 cm lalu dikompositkan yang dilakukan sebanyak 3 titik sampel.

Untuk cara pengambilan parameter populasi cacing tanah yaitu dengan menggunakan metoda hand sorting dari lahan penelitian, yaitu pada garis sepanjang 10 m dilakukan pengambilan 5 titik sampel. Setiap titik sampel merupakan plot berukuran 25 x 25 cm dengan kedalaman 20 cm, untuk memudahkannya dibuatkan bingkai kayu seukuran itu pada gambar berikut.

Selanjutnya cacing tanah yang ada pada plot tersebut dikumpulkan dan dihitung jumlahnya. Untuk menghitung populasi cacing tanah, dapat di hitung berdasarkan rumus berikut :

$$K = \frac{\text{Jumlah cacing tanah}}{\text{Jumlah unit sampel}}$$

Keterangan : K = Kepadatan populasi cacing tanah (individu/m^2)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan sifat tanah pada sistem pertanian konvensional dan organik di kebun organik PPLH bahorok di desa

Timbang Lawan Kecamatan Bahorok Kabupaten Langkat dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Sifat Tanah pada Sistem Pertanian Konvensional dan Organik

Sifat Tanah	Sistem Pertanian					
	Parameter		Pertanian Konvensional	Pertanian Organik 2010	Pertanian Organik 2005	
Sifat Fisik Tanah	Tekstur Tanah	% Pasir	8,33	8,33	8,00	
		% Debu	85,67	86,00	86,00	
		% Liat	6,00	5,67	6,00	
		Nama tekstur tanah	Lempung berdebu	Lempung berdebu	Lempung berdebu	
	Warna Tanah	Kedalaman 0-20 cm		2,5 Y 4/2 ^{Dgy}	10 YR 4/3 ^{Drb}	10 YR 4/3 ^{Drb}
		Kedalaman >20 cm		5 Y 3/2 ^{Ob}	5 YR 4/2 ^{Gb}	5 YR 4/2 ^{Gb}
	Struktur Tanah	Kedalaman 0-20 cm	Bentuk	Granular	Granular	Granular
			Ukuran	Halus	Sedang	Sedang
			Perkembangan	Lemah	Lemah	Lemah
		Kedalaman >20 cm	Bentuk	Gumpal	Gumpal	Gumpal
			Ukuran	Sangat halus	Sangat halus	Sangat halus
			Perkembangan	Lemah	Sedang	Sedang
	Bulk Density Tanah (g/cm ³)		0,90	0,86	0,80	
	Total Ruang Pori Tanah (%)		54,81	58,50	61,10	
Infiltrasi Tanah (cm/jam)		10 ^{Ac}	40 ^{Sc}	14 ^c		
Permeabilitas Tanah (cm/jam)		1,37 ^{Al}	2,76 ^s	3,46 ^s		
Sifat Kimia Tanah	pH Tanah		5,81 ^{Am}	6,17 ^{Am}	5,83 ^{Am}	
	C-organik Tanah (%)		0,84 ^{Sr}	0,76 ^{Sr}	0,86 ^{Sr}	
	N-total Tanah (%)		0,174 ^r	0,166 ^r	0,175 ^r	
	P-tersedia Tanah (ppm)		6,29 ^r	6,37 ^r	5,97 ^r	
	K-tukar Tanah (me/100 g)		0,240 ^r	0,538 ^s	0,463 ^s	
Sifat Biologi Tanah	Respirasi Tanah (mg CO ₂ /100 g)		3,86 ⁱ	6,29 ^t	7,29 ^t	
	Jumlah Mikroorganisme Tanah (x 10 ⁵ /g)		1,03	4,87	76,50	
	Populasi Cacing Tanah (individu/m ²)		13,07	47,73	42,67	

Ket : Dgy: Dark grayisy yellow Ob: Olive black Am : Agak masam r : Rendah Sr : Sangat rendah
 Drb : Dult reitowish brown Ac : Agak cepat c : Cepat s : Sedang t : Tinggi
 Gb : Grayish brown Al : Agak lambat I : Ideal Sc : Sangat cepat

Kriteria Permeabilitas Tanah Menurut Umland dan O'Neal (1951) dalam Mukhlis (2007)
 Kriteria Klasifikasi Laju Infiltrasi Tanah Menurut Kohnke (1980)
 Kriteria Penilaian Sifat-Sifat Tanah Menurut BPPP Medan (2006)
 Kriteria Respirasi Tanah Menurut Rebecca (2014)

Sifat Fisik Tanah pada Sistem Pertanian Organik

Dari hasil pengamatan warna tanah dan struktur tanah (Tabel 1) dapat dilihat bahwa tanah pada sistem pertanian organik memiliki kandungan bahan organik lebih tinggi sehingga dapat dikatakan lebih subur dan warna tanah lebih gelap dibandingkan dengan sistem pertanian konvensional dan pemberian bahan organik pada sistem pertanian organik dapat memperbaiki ukuran struktur tanah dari halus pada sistem pertanian konvensional menjadi sedang. Hal ini didukung oleh Sumarno, dkk (2009) menyatakan bahwa tanah yang diberikan bahan organik berfungsi memberikan warna gelap atau kehitaman dengan manfaat sebagai indikasi tanah subur. Njurumana, dkk (2008) menambahkan bahwa makin tinggi kandungan bahan organik, maka warna tanah semakin gelap. Putra (2009) menyatakan struktur tanah merupakan partikel-partikel tanah seperti pasir, debu, dan liat yang membentuk agregat tanah antara suatu agregat dengan agregat yang lainnya. Dengan kata lain struktur tanah berkaitan dengan agregat tanah dan kemantapan agregat tanah. Bahan organik berhubungan erat dengan kemantapan agregat tanah karena bahan organik bertindak sebagai bahan perekat antara partikel mineral primer.

Dari hasil pengamatan tekstur tanah (Tabel 1) menunjukkan bahwa tekstur tanah pada sistem pertanian organik dan sistem pertanian konvensional adalah paling ideal bagi tanah pertanian karena memiliki komposisi yang seimbang antara fraksi pasir dan liatnya. Hal ini sesuai dengan BPPP (2006) dan Syamsuddin (2012) yang menyebutkan tekstur tanah yang paling ideal bagi tanah pertanian adalah lempung berdebu yang memiliki komposisi seimbang antara fraksi kasar dan halus dan kapasitasnya menyerap hara yang baik.

Dari hasil pengamatan bulk density dan total ruang pori tanah (Tabel 1) menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik dapat memperbaiki (menurunkan) bulk density tanah. Berdasarkan penelitian

Endriani dan Zulaeha (2008) yang menunjukkan bahwa semakin tinggi bahan organik tanah maka semakin rendah bobot volume tanah dan semakin tinggi total ruang porinya dan diperjelas oleh Elfiati dan Delvian (2010) yang menyatakan bahwa semakin tinggi bulk density tanah maka semakin rendah total ruang porinya dan sebaliknya.

Berdasarkan hasil pengamatan infiltrasi (Tabel 1) dapat dilihat bahwa laju infiltrasi pada sistem pertanian organik dan sistem pertanian konvensional dipengaruhi oleh tinggi rendahnya bulk density tanah. Hal ini sesuai dengan Elfiati dan Delvia (2010) yang menyatakan bahwa semakin rendah nilai bulk density tanah maka laju infiltrasi tanah akan semakin cepat, sehingga besarnya laju infiltrasi tanah akan berbanding terbalik dengan besarnya bulk density tanah.

Berdasarkan hasil pengamatan permeabilitas tanah (Tabel 1) dapat dilihat seperti halnya laju infiltrasi tanah, tinggi rendahnya permeabilitas tanah dipengaruhi oleh total ruang pori tanah, sehingga tanah dengan total ruang pori yang tinggi akan memperbesar kecepatan laju air dalam pori-pori tanah. Hal ini sesuai dengan Mauli (2008) yang menyatakan bahwa permeabilitas erat kaitannya dengan total ruang pori tanah, dimana semakin besar total ruang pori tanah maka semakin besar pula permeabilitas tanah. Artinya laju pergerakan air semakin besar apabila total ruang pori di dalam tanah besar.

Sifat Kimia Tanah pada Sistem Pertanian Organik

Penerapan sistem pertanian organik dapat memperbaiki pH tanah. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 pada sistem pertanian konvensional memiliki kriteria pH agak masam dikarenakan pemakaian pupuk pabrik terutama urea. Hal ini sesuai dengan Sri dan Suci (2003) yang menyebutkan pemakaian pupuk pabrik terutama urea yang makin lama akan memasamkan tanah, sedangkan bahan organik memiliki daya sangga yang besar untuk menstabilkan pH tanah.

Dari hasil penelitian C-organik dan N-total (Tabel 1) dapat dilihat bahwa rendahnya kandungan C-organik dan N-total tanah disebabkan peningkatan C-organik dan N-total tanah pada sistem pertanian organik 2005 berasal dari mineralisasi pupuk organik yang dilakukan berupa pupuk hijau dan pupuk kandang sapi dengan pengelolaan tanah jangka panjang atau berkesinambungan, sedangkan pada sistem pertanian konvensional berasal dari pupuk urea dan mineral tanah. Hal ini sesuai dengan Sri dan Suci (2003) yang menyatakan bahwa peningkatan C-organik dan N-total tanah berasal dari pemberian dan mineralisasi bahan organik yang ditambahkan dalam sistem pertanian organik, sementara pada sistem pertanian konvensional ditambahkan dalam bentuk pupuk dan Winarso (2005) menyebutkan bahwa penambahan bahan organik pada sistem pertanian organik lebih kuat pengaruhnya ke arah perbaikan sifat-sifat tanah pengelolaan jangka panjang dan berkesinambungan.

Peningkatan P-tersedia sejalan dengan kenaikan pH, tetapi tidak dengan C-organik dan N-total. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 bahwa pH tanah yang tergolong agak masam sejalan dengan rendahnya P-tersedia tanah, tetapi tidak sejalan dengan C-organik dan N-total tanah. Hal ini sesuai dengan Nyakpa, dkk (1988) yang menyebutkan bahwa mineralisasi P organik akan meningkat seiring dengan kenaikan pH, tetapi mineralisasi karbon organik dan nitrogen tidak demikian. Nisbah dari total karbon organik dan nitrogen terhadap total P organik bertambah dengan meningkatnya pH tanah.

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa rendahnya kandungan K-tukar tanah pada sistem pertanian konvensional dibandingkan dengan sistem pertanian organik dikarenakan ketersediaan K-tukar tanah juga sejalan dengan pH tanah, karena faktor yang mempengaruhi ketersediaan kalium di dalam tanah yaitu pH tanah. Hal ini sesuai dengan Sri dan Suci (2003) yang menyebutkan bahwa sistem pertanian organik meningkatkan kandungan K tersedia tanah, dan Nyakpa, dkk (1988) menyebutkan bahwa ketersediaan

kalium di dalam tanah dipengaruhi beberapa faktor, salah satunya adalah pH tanah.

Sifat Biologi Tanah pada Sistem Pertanian Organik

Penerapan sistem pertanian organik mampu meningkatkan jumlah mikroorganisme tanah. Hal ini sesuai dengan Ardi (2010) yang menyebutkan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi perkembangan mikroorganisme tanah adalah bahan organik.

Jumlah produksi CO₂ yang dihasilkan oleh aktivitas mikroorganisme tanah berbanding lurus dengan jumlah mikroorganisme tanah, dimana aktifitas mikroorganisme tinggi maka produksi CO₂ juga tinggi. Hal ini dikarenakan jumlah CO₂ yang dihasilkan oleh aktivitas mikroorganisme tanah dipengaruhi oleh bahan organik. Hal ini sesuai dengan Penelitian Ardi (2010) yang menyatakan bahwa aktivitas mikroorganisme tanah dipengaruhi oleh bahan organik, kelembaban, aerasi, dan sumber energi. Jika aktivitas mikroorganisme tinggi maka produksi CO₂ juga tinggi.

Besarnya populasi cacing tanah pada sistem pertanian organik 2010 (Tabel 1) berpengaruh terhadap laju infiltrasi dengan lobang yang dibuat cacing tanah dapat meresapkan air, dan hasil pencernaannya dapat meningkatkan pH tanah dan K-tukar tanah. Hal ini sesuai dengan Subowo (2012) yang menyatakan bahwa buangan padat (casting) cacing tanah mempunyai indeks stabilitas agregat, pH, KTK, K, dan lobang yang dibuat cacing tanah mampu memasukkan air ke dalam tanah dengan volume yang besar. Dengan peningkatan laju infiltrasi, maka laju aliran permukaan dan erosi tanah menjadi berkurang.

SIMPULAN

Penerapan sistem pertanian organik mampu memperbaiki karakteristik sifat fisik tanah yaitu warna tanah menjadi kehitaman, menurunkan bulk density tanah,

meningkatkan total ruang pori tanah, dan meningkatkan permeabilitas tanah. Untuk infiltrasi tanah belum mampu ditingkatkan dengan penerapan sistem pertanian organik. Penerapan sistem pertanian organik mampu memperbaiki karakteristik sifat biologi tanah dengan meningkatkan respirasi tanah, jumlah mikroorganisme tanah, dan populasi cacing tanah. Sedangkan karakteristik sifat kimia tanah belum mampu diperbaiki dengan melihat pH tanah, C-organik tanah, N-total tanah, dan P-tersedia tanah masih memiliki kriteria yang sama dengan penerapan sistem pertanian konvensional, tetapi mampu meningkatkan K-tukar tanah dengan penerapan sistem pertanian organik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aero, W. 2011. Analisis Keberlanjutan Praktik Pertanian Organik di Kalangan Petani. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ardi, R. 2010. Kajian Aktivitas Mikroorganisme Tanah Pada Berbagai Kelerengan dan Kedalaman Hutan Alami. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- BPPP. 2006. Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya. BPPP, Jakarta.
- Elfiati, D dan Delvian. 2010. Laju Infiltrasi Pada Berbagai Tipe Kelerengan di Bawah Tegakan Ekaliptus di Areal HPHTI PT. Toba Pulp Lestari Sektor Aek Nauli. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Endriani dan Zulhalena. 2008. Kajian Beberapa Sifat Fisika Andisol pada Beberapa Penggunaan Lahan dan beberapa Kelerengan di Kecamatan Gunung Kerinci. Universitas Jambi, Jambi.
- Isnaini, M. 2006. Pertanian Organik. Kreasi Wacana, Yogyakarta.
- Kohnke, H. 1980. Soil Physics. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Mauli, R.L. 2008. Kajian Sifat Fisika dan Kimia Tanah Akibat Sistem Rotasi Penggunaan Lahan Tembakau Deli. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Mukhlis. 2007. Analisis Tanah Tanaman. USU Press, Medan.
- Njurumana, G. N. D., Hidayatullah, M., Butarbutar, T. 2008. Kondisi Tanah Pada Sistem Kaliwu dan Mawar di Timor dan Sumba. Balai Penelitian Kehutanan Kupang, Kupang.
- Nyakpa, M.Y., A.M, Lubis., M.A, Pulung., A.G, Amrah., A, Munawar., G.B, Hong., dan N, Hakim. 1988. Kesuburan Tanah. Universitas Lampung, Lampung.
- Putra, M.P. 2009. Besar Aliran Permukaan (Run-Off) Pada Berbagai Tipe Kelerengan Di Bawah Tegakan *Eucalyptus* spp. (Studi Kasus di HPHTI PT. Toba Pulp Lestari, Tbk. Sektor Aek Nauli). Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Rebecca, B. 2014. Soil Survey Field and Laboratory Methods Manual. USDA.
- Sri, N.H dan Suci, H. 2003. Sifat Kimia Entisol Pada Sistem Pertanian Organik. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Subowo. 2012. Pemanfaatan Pupuk Hayati Cacing Tanah Untuk Meningkatkan Efisiensi Pengelolaan Tanah Pertanian Lahan Kering. Jurnal BPTP Sumsel, Palembang.
- Sumarno., Unang, G., Pasaribu, D. 2009. Pengayaan Kandungan Bahan Organik Tanah Mendukung Keberlanjutan Sistem Produksi Padi Sawah. Iptek Tanaman Pangan, Bogor.
- Sutanto, R. 2002. Penerapan Pertanian Organik. Kanisius, Yogyakarta.
- Syamsuddin. 2012. Fisika Tanah. Universitas Hasanuddin, Semarang.
- Winarso, S. 2005. Kesuburan Tanah: Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah. Gava Media, Yogyakarta.