

Pengaruh Bahan Mineral dan Air Laut terhadap Sifat Fisika – Kimia Tanah dan Pertumbuhan Padi di Lahan Gambut Dataran Tinggi

Effect of Mineral Substances and Sea Water to Physico - Chemical Soil Characteristics and Rice Growth in Highland Peat

Jul Bahori Panggabean, Sarifuddin*, Mariani Br. Sembiring

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, USU, Medan 20155

*Corresponding author : sarif2000@yahoo.com

ABSTRACT

Objective of this research is studied of mineral substances and sea water effect on physico-chemical properties of highland peat. It was conducted at highland peat in Hutabagasan, Dolok Sanggul Sub – district Humbang Hasundutan Regency, North Sumatera. This research used non – factorial randomized block design with four treatments those are G_0 (Control), G_1 (5kgs Volcanic sand), G_2 (5kgs Volcanic sand + 2,5L Sea water), G_3 (5kgs Volcanic sand + 1kg Zeolite + 2,5L Sea water) and 3 replicants. The results showed that application of Volcanic sand (G_1) significantly increasing on soil base saturation. Addition of sea water with volcanic sand and volcanic sand + zeolite (G_2 dan G_3) significantly increasing on soil electric conductivity, exchangeable sodium, exchangeable magnesium but decrease exchangeable calcium, and base saturation. Zeolite has a role as buffer of soil pH, soil electric conductivity and bulk density. The Application of all ameliorants have not positive influence on the growth of rice plant and even decrease number of vegetative tillers.

Keyword: Volcanic sand, Zeolite, Sea water, Highland Peat soil, Rice.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk dapat mengetahui pengaruh pemberian Pasir vulkan, Zeolit dan Air Laut pada sifat fisika-kimia tanah dan pertumbuhan padi Dandang. Penelitian dilakukan di lahan sawah gambut dataran tinggi desa Hutabagasan Kecamatan Dolok Sanggul Kabupaten Humbang Hasundutan Sumatera Utara. Penelitian ini menggunakan RAK non faktorial dengan empat perlakuan yaitu G_0 (Kontrol), G_1 (Pasir vulkan 5kg), G_2 (Pasir vulkan 5kg + Air laut 2,5L), G_3 (Pasir vulkan 5kg + Zeolit 1kg + Air laut 2,5L) dan 3 ulangan . Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian amelioran pasir vulkan (G_1) meningkatkan Kejenuhan Basa (KB) tanah. Penambahan air laut (G_2 dan G_3) dapat meningkatkan nilai DHL, Na – tukar dan Mg – tukar tanah namun cenderung menurunkan pH tanah, Ca – tukar dan KB tanah. Penambahan zeolit (G_3) dapat berperan sebagai penyangga (*buffer*) pH, KTK dan BD tanah. Aplikasi semua amelioran belum memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan padi dan cenderung menurunkan jumlah anakan vegetatif.

Kata kunci : pasir vulkan, zeolit, air laut, gambut dataran tinggi, padi.

PENDAHULUAN

Gambut merupakan salah satu jenis tanah marginal yang potensial untuk dikembangkan dalam sektor pertanian. Seiring dengan semakin pesatnya pertumbuhan penduduk mengakibatkan lahan – lahan pertanian semakin terdesak untuk penggunaan non pertanian maka lahan – lahan marginal seperti gambut harus dimanfaatkan sebagai alternatif perluasan lahan pertanian. Di Sumatera, penyebaran lahan gambut yang luasnya mencapai 7.204.301 ha merupakan yang terluas di Indonesia dan sebagian besar telah dimanfaatkan sebagai areal perkebunan, tanaman pangan dan tanaman hortikultura (Wahyunto et al., 2005).

Secara umum, lahan gambut memiliki kendala karakteristik fisik seperti berat isi (*bulk density*) dan daya menahan beban (*bearing capacity*) yang rendah, penurunan permukaan (*subsidence*) dan kering tak balik (*irreversible drying*). Sedangkan karakteristik kimia yaitu kemasaman tanah, Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan rasio C/N yang relatif tinggi dan jumlah basa-basa tukar (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) yang rendah sehingga Kejenuhan Basa (KB) gambut menjadi sangat rendah ditambah dengan keberadaan asam-asam organik dalam larutan tanah yang sebagian bersifat racun bagi tanaman (Abdullah, 1997).

Untuk mengurangi pengaruh buruk asam – asam organik yang beracun, memperbaiki sifat fisika – kimia serta meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman di lahan gambut dapat dilakukan dengan menambahkan bahan – bahan yang banyak mengandung kation polivalen seperti Fe, Al, Cu dan Zn. Kation-kation tersebut membentuk ikatan koordinasi dengan ligan organik membentuk senyawa kompleks/khelat. gambut melalui penjerapan garam-garam terlarut terutama Na. Oleh karenanya bahan – bahan

yang mengandung kation polivalen tersebut bisa dimanfaatkan sebagai bahan amelioran gambut (Saragih,1996)

Mineral pasir vulkan memiliki fraksi yang didominasi oleh sebagian besar pasir (>96%) dengan kejenuhan basa dan kandungan silika (SiO) yang tinggi (Ridwandi, 2013). Pasir gunung api baik digunakan untuk penjernih air. Pola silika yang berujung runcing membuat kemampuan pasir menyerap (*absorb capability*) partikel yang tidak diinginkan jauh lebih baik dibandingkan pasir biasa sehingga peran dan fungsi pasir vulkan diharapkan selain mampu memperbaiki struktur, berat isi dan daya menahan beban lahan gambut, pasir vulkan juga mampu meningkatkan ketersediaan basa – basa tukar dan mengurangi efek racun asam-asam organik di dalam larutan tanah. Meski demikian, penggunaan pasir vulkan sebagai amelioran dan penjernih air tetap membutuhkan bahan lain seperti zeolit (Sedyaso dan Suping,1987).

Zeolit adalah mineral dari senyawa aluminosilikat terhidrasi dengan struktur berongga dan mengandung kation-kation alkali yang dapat dipertukarkan. Rongga-rongga tersebut diisi oleh kation dan air sehingga zeolit dapat digunakan sebagai penukar ion, penyaring dan penjerap molekul serta katalis. Kemampuan menukar kation merupakan salah satu sifat zeolit yang sangat berguna sebagai amelioran. Selain itu, kandungan Al_2O_3 yang tinggi pada zeolit juga mampu menetralkan asam-asam organik di tanah gambut (Al-Jabri,2008).

Mengingat tingginya kandungan kation, air laut dapat digunakan sebagai salah satu sumber hara bagi tanaman. Kation-kation basa seperti Cl^- dan Na^+ terdapat dalam jumlah yang sangat tinggi. Hal inilah yang menyebabkan

tingginya salinitas air laut. Di samping itu sulfat, magnesium (Mg), kalsium (Ca) dan kalium (K) juga terdapat dalam konsentrasi yang cukup tinggi yang merupakan unsur-unsur yang dibutuhkan tanaman (Yufdy dan Jumberi, 2008). Pemberian air laut yang diharapkan dapat meningkatkan basa-basa tukar di tanah gambut dan meningkatkan pH tanah gambut. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa gambut yang dipengaruhi pasang surut air laut lebih subur.

Lahan gambut di Desa Hutabagasan Kecamatan Dolok Sanggul Kabupaten Humbang Hasundutan, Sumatera Utara merupakan gambut dataran tinggi (ombrogen) dengan kedalaman 60 – 100 cm yang dibudidayakan sebagai lahan pertanian terutama budidaya padi sawah. Secara umum produksi padi lokal menunjukkan variasi yang cukup besar berkisar dari 0,2 sampai 4,1 ton/hektar gabah kering panen dan penurunan rata-rata produksi padi sawah pada tanah gambut ketebalan 100 cm sebesar 36,7% dibandingkan dengan produksi padi sawah ketebalan kurang dari 60 cm. Produksi tertinggi tercapai pada ketebalan gambut kurang dari 60 cm (Abdullah, 1997). Oleh karena itu, penggunaan padi varietas hibrida diharapkan mampu menjadi solusi permasalahan tersebut.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di lahan sawah gambut dataran tinggi Desa Hutabagasan Kecamatan Dolok Sanggul Kabupaten Humbang Hasundutan, Sumatera Utara. Terletak 298 km dari kota Medan, berada pada 2°15,5'52" LU dan 98°43'36" BT dengan ketinggian tempat ±1411 m dpl, memiliki iklim dengan curah hujan rata-rata 1.807 mm/tahun dan suhu udara rata-rata 20 – 26° C.

Penelitian dimulai dari bulan Juni 2013 sampai Desember 2013.

Bahan yang digunakan adalah bahan pasir vulkan dari wilayah kaki Gunung Sinabung, Kabupaten Karo, Zeolit diperoleh dari toko pakan ternak di Medan, dan air laut diambil di perairan laut ± 10 km dari Pantai Cermin, Kabupaten Serdang Bedagai. Sebagai pupuk dasar digunakan Urea, SP-36 dan KCl, benih padi hibrida varietas Dendang diperoleh dari Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi, Subang, Jawa Barat sebagai tanaman indikator untuk melihat kesesuaiannya ditanam di lahan gambut. Pestisida untuk pengendalian hama dan penyakit jika diperlukan.

Alat yang digunakan adalah pH meter untuk mengukur kemasaman larutan tanah, Electro Conductivity Meter untuk mengukur Daya Hantar Listrik (DHL) larutan tanah, AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*) untuk mengukur basa – basa tukar dan KB tanah, oven untuk mengovenkan bahan, palu untuk menghaluskan pasir vulkan, ayakan untuk mengayak pasir vulkan, timbangan digunakan untuk menimbang bahan dan alat-alat laboratorium serta alat - alat pendukung lainnya yang dipergunakan selama penelitian.

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok non faktorial dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan, yaitu:

G₀: kontrol

G₁: pemberian pasir vulkan 5 kg / plot

G₂: pemberian pasir vulkan 5 kg + air laut 2,5 L / plot

G₃: pemberian pasir vulkan 5 kg + air laut 2,5 L + zeolit 1 kg / plot.

Data-data yang diperoleh dianalisis secara statistik berdasarkan analisis varians pada setiap parameter yang diukur dan diuji lanjutan bagi perlakuan yang nyata dan sangat nyata dengan menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5% dan 1%.

Pelaksanaan Penelitian terdiri dari beberapa tahap yaitu persiapan lahan

dilakukan satu minggu sebelum penanaman di lapangan. Penelitian berlokasi di Desa Hutabagasan Kecamatan Dolok Sanggul Kabupaten Humbang Hasundutan, Sumatera Utara. Analisis Awal diambil dari sampel tanah masing – masing plot untuk kemudian dianalisis dengan parameter pH tanah, DHL, Basa-basa tukar (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}), KTK, P-tersedia, N-total dan C-organik tanah. Analisis dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah dan Laboratorium Riset dan Teknologi Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan. Penyemaian Benih dilakukan selama 3-4 minggu sebelum dilakukannya penanaman di lapangan. Benih disebar di area penyemaian yang telah disediakan di dalam polibag 10 kg. Media tanam untuk penyemaian digunakan top soil dengan campuran kompos dengan perbandingan 3:1 dan diaduk secara merata. Penyiraman benih dilakukan setiap hari selama penyemaian.

Aplikasi perlakuan dilakukan setelah pengolahan tanah dan diaplikasi sesuai dengan perlakuan yang dibutuhkan satu hari sebelum penanaman. Penanaman dilakukan setelah benih matang semai, benih di seleksi dan ditanam di lapangan dengan jarak tanam 25 x 20 cm dengan luas plot 4 m² sehingga diperoleh 72 rumpun di dalam satu plot. Setiap lubang tanam ditanami 3-4 tanaman bibit padi. Pemeliharaan dilakukan dengan penyiraman yang disesuaikan dengan kondisi di lapangan. Dilakukan penyiangan apabila terdapat gulma dan dilakukan pengendalian apabila terdapat serangan hama dan penyakit. Tiap area dikelilingi dengan jaring pelindung untuk menghindari serangan hama tikus. Aplikasi pupuk dasar dilakukan satu bulan setelah penanaman di lapangan. Dosis pupuk yang diberikan yaitu : 155,4 gr Urea / plot dengan 3 kali pemberian ($\frac{1}{4}$ x dosis sebelum penanaman, $\frac{1}{4}$ x dosis pada 6 MST dan 1 x pada akhir fase vegetatif tanaman), 48,65 gr SP-36/ plot dan 17,5 gr KCl/plot (sebelum penanaman) Sebelum aplikasi pupuk diambil tanah pada beberapa titik dan kemudian

dikompositkan pada masing-masing plot untuk analisis awal.

Parameter yang diamati:

1. Parameter Tanah yaitu Kemasaman Tanah (pH) 1 : 2,5 dan Daya Hantar Listrik (DHL) dengan metode potensiometrik, Basa-basa tukar dan Kejenuhan Basa (KB) tanah dengan metode ekstrak Amonium Klorida 1 N, Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah dengan metode ekstraksi KCL 0,1 N, dan *Bulk Dencity* (BD) tanah dengan metode ring sampel
2. Parameter Tanaman yaitu Tinggi Tanaman dan Jumlah anakan vegetatif per rumpun

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis parameter tanah pada 6 MST (pH H₂O, DHL, Basa – basa tukar, KB, KTK) tanah dan 20 MST (BD) tanah disajikan pada Tabel 1 dan 2.

Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa pemberian amelioran secara keseluruhan berpengaruh nyata menurunkan pH tanah. pemberian pasir vulkan + air laut (G₂) berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (G₀), pasir vulkan (G₁) dan berbeda tidak nyata dengan perlakuan pasir vulkan + air laut + zeolit (G₃).

Untuk parameter DHL tanah menunjukkan bahwa pemberian air laut (G₂ dan G₃) berbeda sangat nyata dengan perlakuan kontrol (G₀) dan pasir vulkan (G₁).

Untuk parameter KTK dan BD tanah menunjukkan bahwa semua perlakuan belum memberikan pengaruh yang nyata dan pasir vulkan yang memiliki tekstur pasir, ternyata belum memberikan pengaruh nyata dalam meningkatkan BD tanah gambut.

Perubahan nilai KTK tanah gambut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pH, tingkat dekomposisi dan perubahan gugus fungsional di lahan gambut akibat adanya reaksi dengan bahan amelioran yang diberikan. Kapasitas tukar kation merupakan kemampuan koloid, dalam hal ini koloid organik tanah

untuk mengadsorpsi kation-kation di dalam larutan tanah.

Tabel 1. Hasil Rataan Analisis pH, DHL, KTK dan BD Tanah

Perlakuan	Rataan			
	pH H ₂ O	DHL (mmhos/cm)	KTK (me/100 g)	BD (g/cm ³)
(G ₀) Kontrol	5,93 a	0,0417 dC	21,20	0,47
(G ₁) Pasir vulkan 5 kg / plot	5,67 ab	0,0787 cC	18,28	0,45
(G ₂) Pasir vulkan 5 kg + air laut 2,5 L /plot	5,28 c	0,1580 aA bB	21,35	0,41
(G ₃) Pasir vulkan 5 kg + air laut 2,5 L + zeolit 1 kg / plot	5,34 bc	0,1753 aA	18,93	0,43

Keterangan : Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5 % dan 1%

Tabel 2. Hasil Rataan Analisis Basa – Basa Tukar dan KB Tanah pada 6 MST

Perlakuan	Rataan (me/100 g)				KB (%)
	Na - Tukar	K - Tukar	Ca - Tukar	Mg - Tukar	
(G ₀) Kontrol	0,0010 c	0,0057	4,52 aA	0,157 b	22,18 ab A
(G ₁) Pasir vulkan 5 kg / plot	0,0016 bc	0,0052	4,24 aA	0,171 ab	24,86 a A
(G ₂) Pasir vulkan 5 kg + air laut 2,5 L /plot	0,0023 ab	0,0068	2,91 aA bB	0,225 a	15,33 c AB
(G ₃) Pasir vulkan 5 kg + air laut 2,5 L + zeolit 1 kg / plot	0,0029 a	0,0083	1,90 Bb	0,229 a	11,39 cB

Keterangan : Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5 % dan 1%

Agus dan Subiksa (2008) menyatakan bahwa muatan negatif yang menentukan KTK pada tanah gambut seluruhnya adalah muatan tergantung pH (*pH dependent charge*). Muatan menghasilkan nilai KTK yang lebih tinggi, sedangkan penetapan KTK dengan pengekstrak amonium klorida (pada pH aktual) akan menghasilkan nilai yang lebih rendah. KTK tanah gambut berbanding lurus dengan pH dimana KTK akan turun bila pH gambut turun dan sebaliknya.

Dari Tabel 2 memperlihatkan bahwa pemberian air laut bersama pasir vulkan dan zeolit (G₂ dan G₃) nyata meningkatkan Na – tukar dan Mg – tukar tanah sedangkan pemberian zeolit (G₃) berpengaruh sangat nyata menurunkan Ca – tukar dan kejenuhan basa tanah. Sementara pemberian semua amelioran pada tiap perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap K – tukar tanah Sudarman, *et al* (2002) menyatakan bahwa air laut dapat berfungsi sebagai amelioran karena

negatif yang terbentuk adalah hasil disosiasi hidroksil pada gugus karboksilat atau fenol. Oleh karenanya penetapan KTK menggunakan pengekstrak amonium acetat pH 7 akan air laut mempunyai daya penukar yang besar sehingga Al³⁺ dan Fe²⁺ yang berada pada kompleks pertukaran dapat digantikan oleh Na⁺, Ca²⁺, atau Mg²⁺ dari air yang ditambahkan.

Oleh karena itu air laut dengan konsentrasi tertentu dapat berperan sebagai ion penukar (*ion exchanger*) atau sebagai bahan amelioran. Sedangkan pemberian pasir vulkan cenderung meningkatkan nilai kejenuhan basa tanah dimana perlakuan pemberian pasir vulkan 5 kg / plot (G₁) memiliki nilai KB tertinggi 24,86%. Fiantis (2006) menyatakan bahwa hasil pelapukan lanjut dari bahan vulkanik mengakibatkan terjadinya penambahan kadar kation-kation (Ca, Mg, K dan Na) di dalam tanah hampir 50% dari keadaan sebelumnya. Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat dibuktikan bahwa bahan

vulkanik mengandung kation-kation basa yang dapat meningkatkan Kejenuhan Basa (KB)

tanah yang selanjutnya dapat meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman.

Hasil pengamatan parameter tanaman pada 6 dan 20 MST disajikan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Hasil Rataan Tinggi Tanaman pada 6 dan 20 MST

Perlakuan	Rataan (cm)	
	6 MST	20 MST
(G ₀) Kontrol	26,36	63,96
(G ₁) Pasir vulkan 5 kg / plot	26,20	63,36
(G ₂) Pasir vulkan 5 kg + air laut 2,5 L /plot	28,16	59,05
(G ₃) Pasir vulkan 5 kg + air laut 2,5 L + zeolit 1 kg / plot	28,15	59,77

Dari tabel di atas memperlihatkan bahwa pemberian semua perlakuan belum memberikan pengaruh yang nyata pada tinggi tanaman padi pada 6 dan 20 MST (akhir vegetatif) dengan angka tertinggi pada perlakuan kontrol (G₀) dan terendah pada perlakuan (G₃) artinya pemberian amelioran justru menghambat pertumbuhan tinggi tanaman padi. Hal ini terjadi karena adanya kahat kalsium oleh tanaman akibat adanya penurunan jumlah Ca – tukar di dalam tanah gambut (sesuai dengan hasil Ca-tukar).

Kalsium berperan penting pada fase vegetatif tanaman terutama pembentukan akar dan batang. Kahat kalsium pada tanaman akan menghambat pertumbuhan akar dan batang sehingga tidak mampu tumbuh memanjang dengan cepat akibatnya tidak dapat memperoleh air dan unsur hara yang cukup dari dalam tanah. Secara visual gejala yang tampak pada tanaman yang kahat kalsium dapat dilihat dari pertumbuhannya yang kerdil (Damanik *et al.*, 2011).

Tabel 4. Hasil Rataan Jumlah Anakan Vegetatif Tanaman pada 6 dan 20 MST

Perlakuan	Rataan (tanaman)	
	6 MST	20 MST
(G ₀) Kontrol	10,63	39,13 a
(G ₁) Pasir vulkan 5 kg / plot	9,17	31,75 b
(G ₂) Pasir vulkan 5 kg + air laut 2,5 L /plot	9,25	28,71 b
(G ₃) Pasir vulkan 5 kg + air laut 2,5 L + zeolit 1 kg / plot	8,21	24,79 b

Keterangan : Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5 %

Sementara untuk jumlah anakan vegetatif tanaman pada pengamatan 6 MST, pemberian semua perlakuan belum memberikan pengaruh nyata dengan perlakuan tertinggi pada perlakuan kontrol (G₀) yaitu 10,63 tanaman dan terendah pada perlakuan pemberian pasir vulkan 5 kg + air laut + zeolit

(G₃) yaitu 8,21 tanaman namun pada pengamatan 20 MST, hasil memperlihatkan pemberian perlakuan berpengaruh nyata dalam menurunkan jumlah anakan vegetatif dimana jumlah terendah pada perlakuan pemberian pasir vulkan + air laut + zeolit (G₃) yaitu 24,79 tanaman yang berbeda nyata dengan perlakuan

lainnya. Lahan sawah gambut lokasi penelitian merupakan lahan sawah tadah hujan dimana ketersediaan air lahan sangat ditentukan oleh banyaknya curah hujan. Hasil observasi di lapangan menunjukkan adanya indikasi cekaman kekeringan melihat adanya retakan – retakan pada permukaan tanah gambut akibat minimnya jumlah hari hujan di lokasi saat penelitian dilakukan sehingga pasokan air ke areal lahan berkurang. Apriantoro (2009) menyatakan bahwa sawah tadah hujan umumnya hanya dapat ditanami sekali setahun. Pertanaman padi pada areal sawah tadah hujan seringkali mengalami kegagalan panen karena mengalami kekurangan air, baik pada waktu pengolahan tanah maupun pertumbuhan tanaman.

SIMPULAN

Pemberian amelioran pasir vulkan (G_1) meningkatkan Kejenuhan Basa (KB) tanah. Perlakuan dengan penambahan air laut bersama dengan pasir vulkan dan zeolit (G_2 dan G_3) dapat meningkatkan nilai DHL, Na – tukar dan Mg – tukar tanah namun cenderung menurunkan pH tanah, Ca – tukar dan KB tanah. Zeolit (G_3) dapat berperan sebagai penyangga (*buffer*) pH, KTK dan BD tanah. Aplikasi semua amelioran belum memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan padi di lahan gambut dan menurunkan jumlah anakan vegetatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, T.S. 1997. Tanah Gambut: Genesis, Klasifikasi, Karakteristik, Penggunaan, Kendala dan Penyebarannya di Indonesia. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Bogor.
- Agus, F. dan I.G. M. Subiksa. 2008. Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF). Bogor.
- Apriantoro, A. 2009. Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Padi Sawah Tadah Hujan. Badan Litbang Deptan. Bogor.
- Al-Jabri, M. 2008. Kajian Metode Penetapan Kapasitas Tukar Kation Zeolit sebagai Pembenh Tanah untuk Lahan Pertanian Terdegradasi. Jurnal Standardisasi. Vol. 10, No. 2. BSN.
- Damanik, M. M. B., B. E. Hasibuan., Fauzi., Sarifuddin., H. Hanum. 2011. Kesuburan Tanah dan Pemupukan. USU Press. Medan
- Fiantis, D. 2006. Properties of Volcanic Ash Soils from The Merapi and Talamau Volcanoes in West Sumatera (Indonesia). MSc. Thesis. Univ. Of Gent. 130 hal.
- Santos, J.D. 2009. Pengaruh Cekaman Air Terhadap Produktivitas dan Total Produksi Padi Sawah di Timor Leste selama 5 tahun (2005 – 2009). Staf Peneliti MAP. Timor Leste.
- Ridwandi. 2013. Morfologi dan Klasifikasi Tanah di Lereng Utara Gunung Sinabung Kabupaten Karo Sumatera Utara. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sediyarso, M. dan S. Suping. 1987. Pengaruh Abu Galunggung terhadap Tanah Pertanian. Pusat Penelitian Tanah. Bogor.
- Sudarman, K., Azwar, M., dan Bambang, H. S. 2002. Pengaruh Pemberian Gambut disertai Pelindian dan Penambahan Amelioran pada Tanah Sulfat Masam terhadap Kemasaman Tanah dan Serapan Hara Makro Tanaman Padi. Laporan Penelitian, Program Studi Ilmu Tanah, Program Pascasarjana, UGM. Yogyakarta.

Saragih, E.S. 1996. Pengendalian Asam-Asam Organik Meracun dengan Penambahan Fe (III) pada Tanah Gambut Jambi, Sumatera. Tesis S2. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Wahyunto, Sofyan Ritung, Suparto, dan H. Subagjo. 2005. Sebaran Gambut dan Kandungan Karbon di Sumatera dan

Kalimantan. Wetland International Indonesia Programme. Bogor.

Yufdy, M.P. and A. Jumberi. 2008. Harnessing Nutrients from Seawater for Plant Requirements. Available at: [Http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0006/199455/Ses2](http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0006/199455/Ses2). Diakses pada tanggal 24 Mei 2013.