

Efek Pupuk Kandang Ayam dan Kapur CaCO_3 terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) pada Tanah Inceptisol Kwala Bekala

*The Effect of Chicken Manure and Lime (CaCO_3) towards a Number of Soil Chemical Properties and the Growth of Corn (*Zea mays* L.) at Kwala Bekala Inceptisol*

Eko Tampubolon, M. Madjid Damanik*, Purba Marpaung

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, USU, Medan 20155

*Corresponding author : mmbdamanik@gmail.com

ABSTRACT

A pot trial at the screen house of College of Agriculture, University of North Sumatera was carried out to evaluate the effects of varied levels of chicken manure and lime of CaCO_3 towards a number of soil chemical properties and corn growth on Inceptisol of Kwala Bekala. The trial was 3 x 3 factorial arranged in a randomized complete block design. Treatments included three levels of chicken manure: 0, 5 and 10 t/ha and three levels of lime and three replications to meet 27 experimental units, respectively. The results showed that 10 t/ha of chicken manure significantly increased the availability of phosphorus in soil and also the absorption of phosphorus by plants. The results also showed that at 4.47 t/ha lime of CaCO_3 significantly increased the soil pH. However, there was no interaction effect between chicken manure and lime of CaCO_3 .

Keywords: chicken manure, corn growth, Inceptisol, lime of CaCO_3

ABSTRAK

Percobaan pot di rumah kaca Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara dilaksanakan guna mengevaluasi pengaruh pupuk kandang ayam dan kapur CaCO_3 dengan level yang bervariasi terhadap ketersediaan hara fosfor tanah dan pertumbuhan tanaman jagung pada tanah Inceptisol Kwala Bekala. Percobaan dengan Rancangan Acak Kelompok 3 x 3 faktorial. Perlakuan terdiri dari tiga taraf pupuk kandang ayam: 0, 5 and 10 ton/ha and tiga taraf kapur CaCO_3 : 0, 2.24 and 4.47 ton/ha. Perlakuan diulang tiga kali. Hasil menunjukkan bahwa 10 t/ha pupuk kandang ayam secara signifikan meningkatkan ketersediaan fosfor dalam tanah dan serapan fosfor tanaman. Hasil juga menunjukkan bahwa 4.47 ton/ha kapur CaCO_3 secara signifikan meningkatkan pH tanah. Namun, efek interaksi antara pupuk kandang ayam dan kapur CaCO_3 tidak nyata.

Kata kunci: Inceptisol, kapur CaCO_3 , pertumbuhan jagung, pupuk kandang ayam

PENDAHULUAN

Tanah Inceptisol merupakan ordo tanah yang penyebarannya paling luas di Indonesia, yakni mencapai 70,52 juta ha (Puslittanak, 2000). Tanah tersebut menyebar merata di seluruh nusantara (Munir, 1996). Tanah Inceptisols berpotensi besar untuk dikembangkan menjadi pusat produksi tanaman pangan khususnya padi, jagung, dan kedelai jika tindakan agronominya dilaksanakan dengan baik.

Meskipun memiliki potensi yang besar, tanah Inceptisol tidak terlepas dari sejumlah permasalahan alami, di antaranya : kandungan bahan organik tanah yang cepat menurun, rendahnya hara N dan unsur N yang mudah tercuci sehingga serapan N rendah, pH tanah yang masam sampai agak masam (pH 4,5 – 5,8), P – tersedia tanah rendah akibat kelarutan Al, Fe, dan Mn sangat tinggi yang membentuk ikatan dengan ion-ion fosfat, kandungan ion K relatif rendah. Hal-hal tersebut menyebabkan unsur-unsur hara penting menjadi kurang tersedia sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman (Sanchez, 1992).

Unsur fosfat (P) merupakan unsur hara makro yang diperlukan oleh pertumbuhan tanaman dalam jumlah yang cukup besar. Menurut Hanafiah (2005), ketersediaan fosfat (P) dalam tanah dipengaruhi oleh; bahan induk tanah, reaksi tanah (pH), C-organik tanah, dan tekstur tanah. Tanaman mengambil fosfat (P) dari larutan tanah dalam bentuk ion orthofosfat primer (H_2PO_4^-), dan ion orthofosfat sekunder (HPO_4^{2-}). Ketersediaannya di dalam

tanah yang terbatas mengakibatkan perlu dilakukan upaya penambahan pupuk kimia fosfat (P) guna meningkatkan ketersediaan (P) di dalam tanah.

Penggunaan pupuk kandang hewan dapat dijadikan sebagai sumber pupuk alternatif dalam menyediakan unsur hara makro esensial bagi tanaman. Di antara pupuk kandang, penulis memilih untuk menggunakan pupuk kadang ayam. Damanik *et al.* (2011) menyatakan bahwa tiap ton kotoran ayam mengandung 65,8 kg N; 13,7 kg P dan 12,8 kg K.

Salah satu upaya dalam menetralsir kemasaman tanah adalah dengan pemberian kapur. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan kapur CaCO_3 , karena struktur kristalnya lebih halus dibanding dolomit sehingga kalsit menjadi lebih cepat terurai.

Berdasarkan uraian di atas peneliti tertarik untuk mengaplikasikan pupuk kandang ayam dan kapur CaCO_3 terhadap beberapa sifat kimia tanah dan kaitannya terhadap pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada tanah Inceptisol Kwala Bekala.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca, Laboratorium Riset dan Teknologi, dan Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan, pada ketinggian 25 m di atas permukaan laut. Penelitian berlangsung sejak bulan Juli sampai dengan Desember 2016.

Adapun bahan yang digunakan adalah contoh tanah Inceptisol Kwala Bekala yang diambil secara komposit pada kedalaman 0 – 20 cm, pupuk kandang ayam sebagai bahan perlakuan dan kapur CaCO_3 sebagai bahan perlakuan, benih tanaman jagung varietas Pioneer P-23 sebagai tanaman indikator, air untuk kebutuhan tanaman dan bahan kimia untuk keperluan analisis tanah dan tanaman di Laboratorium.

Alat yang digunakan adalah cangkul dan goni untuk mengambil tanah penelitian, polibeg kapasitas 5 kg sebagai wadah media tanam, neraca untuk menimbang tanah, plastik untuk wadah pupuk organik, meteran untuk mengukur tinggi tanaman, gembor/ember digunakan untuk menyiram tanaman perlakuan, dan alat yang digunakan di laboratorium untuk analisis tanah dan tanaman.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan dua faktor. Faktor perlakuan I adalah pupuk kandang ayam (A) dengan 3 taraf dosis: 0, 5 and 10 ton/ha dan faktor perlakuan II adalah kalsit (K) dengan 3 taraf dosis: 0, 2.24 and 4.47 ton/ha, dengan 3 ulangan sehingga diperoleh unit percobaan $3 \times 3 \times 3 = 27$ unit percobaan.

Data – data yang diperoleh akan diuji statistik berdasarkan analisis sidik ragam pada taraf 5%, selanjutnya dilakukan uji jarak Duncan (*Duncan Multiple Range Test*).

Berikut adalah tahapan pelaksanaan penelitian: persiapan pupuk kandang ayam yang diperoleh dari para peternak ayam yang kemudian diayak

dengan ayakan 10 mesh dan persiapan kapur CaCO_3 yang diperoleh dari Laboratorium Kimia Kesuburan FP USU, Medan. Kemudian persiapan contoh tanah, bahan tanah Inceptisol diambil dari kebun percobaan USU Kwala Bekala. Pengambilan secara zig-zag. Tanah dikering anginkan lalu di ayak dan dimasukkan kedalam pot setara dengan 5 kg tanah kering oven. Lalu, plikasi perlakuan, pupuk kandang ayam dan kapur CaCO_3 diaplikasikan pada tanah sesuai dosis, kemudian dicampur dan diinkubasi selama 14 hari. Setelah itu, analisis awal tanah dan pupuk kandang ayam, analisis tanah meliputi pH, C-organik, N-total, P-tersedia. Sedangkan analisis pupuk kandang ayam meliputi pH, %C, N-total, P_2O_5 . Kemudian penanaman, benih jagung 2 biji/pot setelah inkubasi (14 hari). Bersamaan dengan itu, dilakukan aplikasi pupuk dasar Urea, KCl dan SP36. Lalu pemeliharaan, penjarangan dilakukan 1 minggu setelah tanam. Penyiraman dilakukan setiap hari sesuai kondisi lapangan. Penyiangan gulma dilakukan dengan cara manual. Pengendalian hama dan penyakit dengan menggunakan pestisida jika terlihat gejala serangan. Setelah itu, panen yang dilakukan pada saat tanaman sudah mencapai akhir masa vegetatif, kemudian dipisahkan bagian akar dan tajuk tanaman dan di ovenkan selama 48 jam pada temperatur 70°C , selanjutnya dihaluskan dengan grinder.

Analisis Tanah yang dilakukan setelah masa inkubasi pupuk kandang ayam dan kapur CaCO_3 (14 hari), meliputi: pH H_2O tanah metode elektrometri; C-organik (%) metode

walkley and black; N-total (%) metode kjedal; P-tersedia (ppm) metode Bray-II

Analisis tanaman dilakukan pada akhir masa vegetatif tanaman jagung, meliputi: tinggi tanaman (cm); bobot kering tajuk (g); bobot kering akar (g); serapan N dan P tanaman (mg/tanaman)metode dekstruksi basah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisis tanah diketahui bahwa pemberian kapur CaCO_3 mampu meningkatkan pH H_2O pada tanah Inceptisol secara nyata namun tidak nyata meningkatkan C-organik, N-total, dan P-tersedia tanah. Dari hasil analisis tanah diketahui bahwa pemberian pupuk kandang ayam mampu meningkatkan P-tersedia tanah secara nyata, namun tidak nyata meningkatkan pH tanah, C-organik, dan N-total tanah. Dari hasil analisis diketahui bahwa interaksi aplikasi kapur CaCO_3 dan pupuk kandang ayam tidak menunjukkan respon yang nyata. Hasil analisis tanah akhir inkubasi kapur CaCO_3 dan pupuk kandang ayam masing-masing dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Pengaplikasian kapur CaCO_3 pada akhir masa inkubasi tanah menurunkan tingkat kemasaman tanah. Peningkatan pH tertinggi yakni dari 5,28 menjadi 6,93 diperoleh dari pengaplikasian kapur CaCO_3 dosis 4,47 ton/ha. Hal ini terjadi karena kemampuan kapur CaCO_3 dalam menetralkan kemasaman tanah melalui mekanisme substitusi H^+ oleh Ca^{2+} . Keadaan ini memberikan jalan bagi tersedianya P secara bebas melalui

mineralisasi oleh biota tanah di larutan tanah. Hal ini didukung oleh Sime (2001) yang menyatakan bahwa alasan mendasar dilakukan pengapuran adalah untuk meningkatkan pH tanah. Sebagai hasil dari perubahan pH, banyak perubahan dalam kimia dan biologi tanah muncul. Pengapuran sampai pH optimum meningkatkan ketersediaan beberapa unsur hara penting seperti fosfor, nitrogen, kalium, kalsium, dan magnesium. Setelah pengaplikasian kapur, tanah tidak lagi membutuhkan lebih banyak input pupuk kimiawi dan diperoleh hasil yang memuaskan.

Pada penelitian ini diketahui bahwa aplikasi tunggal kapur CaCO_3 tidak nyata meningkatkan C-organik tanah. Aplikasi tunggal pupuk kandang ayam tidak nyata meningkatkan C-organik tanah dan interaksi kedua perlakuan tidak nyata meningkatkan C-organik tanah. Hal ini dikarenakan karbon organik yang berasal dari bahan organik yang diaplikasikan ke dalam tanah telah mengalami degradasi lanjutan dan segera berubah menjadi CO_2 dan segera menguap dari pori-pori tanah. Hal ini menyebabkan kandungan karbon di dalam tanah segera menurun. Indranada (1989) menyatakan bahwa nisbah C/N merupakan indikator yang menunjukkan tingkat dekomposisi dari bahan organik tanah. Bahan organik yang baik harus mempunyai nisbah C/N serendah mungkin (di bawah 50). Apabila nisbah C/N dari bahan yang tersedia terlalu tinggi, nisbah C/Nnya dapat diperkecil dengan penambahan bahan yang kaya dengan nitrogen, seperti misalnya pupuk nitrogen. Hausenbuiller (1982) menyatakan

bahwa kandungan C yang beragam berhubungan dengan kecepatan dekomposisi, mencerminkan jenis senyawa organik yang utama yang terkandung dalam jaringan tumbuhan. Sebagai contoh gula dan pati merupakan senyawa yang cepat terdekomposisi yang biasanya mengandung kurang dari 45% C. Perbandingan dekomposisi antara tanaman legum Alfalfa, batang jagung, dan jerami menunjukkan bahwa semakin besar rasio C/N semakin lambat pelepasan CO₂ dan, oleh karena itu, semakin lambat kecepatan dekomposisi.

Pada penelitian ini diketahui bahwa aplikasi tunggal kapur CaCO₃ tidak nyata meningkatkan N-total tanah. Aplikasi tunggal pupuk kandang ayam tidak nyata meningkatkan N-total tanah dan interaksi kedua perlakuan tidak nyata meningkatkan N-total tanah. Hal ini diduga karena N yang memiliki sifat sangat mobil mengalami pencucian selama dua minggu inkubasi sehingga N-total tanah menurun secara drastis dari N-total 2,3% yang terkandung dalam pupuk yang kemudian diaplikasikan ke dalam tanah menjadi 0,05% jumlahnya di dalam tanah. Winarso (2005) menyatakan bahwa semua bentuk N di dalam tanah akan dikonversikan atau dioksidasi menjadi NO₃⁻, yang selanjutnya menjadi subjek reaksi atau proses denitrifikasi, erosi, dan pencucian. Sehingga bentuk NO₃⁻ sangat tidak stabil. N di dalam tanah maupun di dalam tanaman bersifat sangat mobil, sehingga keberadaan N di dalam tanah cepat berubah atau bahkan hilang. Indranada

(1989) menyatakan N-NO₃⁻ mudah keluar dari perakaran. Ia mudah tercuci, karena besar muatan listrik positif tanah biasanya sangat kecil. Nitrogen dalam bentuk NO₃⁻ juga dapat tereduksi secara mikrobiologis menjadi NO, N₂O, atau N₂ (denitrifikasi) yang menguap. Nitrogen biasanya hilang melalui penguapan berbentuk NH₃. Senyawa gas ini dihasilkan dari NH₄⁺ dalam proses yang disebut volatilisasi. Rosmarkam dan Yuwono (2006) menyatakan kehilangan N karena mudah tercuci oleh air dan karena menguap dari tanah berarti kerugian karena mengurangi ketersediaan N di dalam tanah.

Pemberian pupuk kandang ayam meningkatkan P-tersedia tanah Inceptisol pada akhir masa inkubasi tanah dari 5,53 ppm menjadi 6,49 ppm. Dosis kotoran ayam 10 ton/ha memberi hasil terbaik, yakni 6,49 ppm. Peningkatan dikarenakan kandungan P yang terdapat pada bahan organik pupuk kandang ayam yang sangat tinggi sebesar 6% sehingga dapat mensuplai P yang cukup dalam larutan tanah. Selain itu bahan organik pupuk kandang ayam mampu membentuk senyawa asam-asam organik yang mampu mengikat Al dan Fe sehingga unsur P menjadi lebih tersedia. Hal ini didukung oleh Stevenson (1981) yang menyatakan bahwa bahan organik memiliki pengaruh langsung sebagai sumber N, P, dan S melalui mineralisasi oleh mikroorganisme tanah dan mampu mengkelat kation-kation polivalen oleh asam-asam organik.

Pemberian pupuk kandang ayam meningkatkan serapan P tanaman.

Pemberian pupuk kandang ayam pada dosis 4,47 ton/ha meningkatkan serapan P dari 716,45 mg/tanaman menjadi 1016,92 mg/tanaman. Diasumsikan bahwa semakin besar dosis pupuk kandang ayam yang diberikan ke tanah sampai pada taraf tertentu semakin besar pula jumlah P yang diserap oleh tanaman pada pH optimal. Terbukti bahwa pada pH 6,93 dan dosis pupuk kandang ayam 10 ton/ha memberikan nilai P-tersedia tanah dan serapan P tanaman yang tinggi.

Pemberian pupuk kandang ayam berbanding lurus dengan pertumbuhan tinggi tanaman. Semakin besar dosis pupuk kandang ayam yang diberikan semakin bertambah tinggi tanaman. Nilai tertinggi untuk tinggi tanaman, yakni 189,54 cm diperoleh dari pemberian dosis tertinggi pupuk kandang ayam 10 ton/ha. Hal ini dikarenakan dosis 10 ton/ha menyumbang P terbesar yang mana unsur P merupakan unsur makro esensial bagi tubuh tanaman. Hal ini didukung oleh Uko dkk (2013) yang menyatakan bahwa pupuk kandang

ayam pada dosis 10 ton/ha dengan signifikan meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan bobot basah dan bobot kering *Talinum fruticosum* dibandingkan taraf perlakuan lainnya.

Pemberian pupuk kandang ayam berbanding lurus dengan pertambahan bobot kering tajuk. Semakin besar dosis pupuk kandang ayam yang diberikan semakin bertambah bobot kering tajuk. Nilai tertinggi untuk bobot kering tajuk, yakni 64,89 gram diperoleh dari pemberian dosis tertinggi pupuk kandang ayam 10 ton/ha. Hal ini dikarenakan dosis 10 ton/ha menyumbang P terbesar yang mana unsur P merupakan unsur makro esensial bagi pertambahan bobot tanaman. Hal ini didukung oleh Uko dkk (2013) yang menyatakan bahwa pupuk kandang ayam pada dosis 10 ton/ha dengan signifikan meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan bobot basah dan bobot kering *Talinum fruticosum* dibandingkan taraf perlakuan lainnya.

Tabel 1. Analisis tanah akhir inkubasi kapur CaCO_3

Perlakuan	Dosis	pH	C-organik	N-total	P-tersedia
			--%--	--%--	--ppm--
K ₀	0,00 ton/ha	5,28c	1,35	0,047	6,171
K ₁	2,24 ton/ha	5,98b	1,26	0,050	5,904
K ₂	4,47 ton/ha	6,93a	1,28	0,044	5,944

Keterangan : Angka yang diikuti notasi yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5%

Tabel 2. Analisis tanah akhir inkubasi pupuk kandang ayam

Perlakuan	Dosis	pH	C-organik	N-total	P-tersedia
			--%--	--%--	--ppm--
A ₀	0 ton/ha	6.07	1.35	0.041	5,53c
A ₁	5 ton/ha	5.95	1.28	0.049	6,00b
A ₂	10 ton/ha	6.16	1.26	0.051	6,49a

Keterangan : Angka yang diikuti notasi yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5%

Dari hasil analisis tanaman diketahui bahwa pemberian kapur CaCO_3 berpengaruh tidak nyata meningkatkan serapan P tanaman, tinggi tanaman, dan bobot kering tajuk serta bobot kering akar tanaman jagung. Dari hasil analisis tanaman diketahui bahwa pemberian pupuk kandang ayam berpengaruh nyata dalam meningkatkan serapan P tanaman, tinggi tanaman, dan meningkatkan bobot kering tajuk tanaman jagung, namun tidak berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar tanaman jagung. Dari hasil analisis diketahui bahwa interaksi aplikasi kapur CaCO_3 dan pupuk kandang ayam tidak menunjukkan respon yang nyata terhadap pertumbuhan tanaman jagung. Hasil analisis tanaman akibat pemberian kapur CaCO_3 dan pupuk kandang ayam masing-masing dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Pada penelitian ini diketahui bahwa aplikasi tunggal pupuk kandang ayam tidak nyata meningkatkan bobot kering akar. Aplikasi tunggal kapur CaCO_3 tidak nyata meningkatkan bobot kering akar dan interaksi kedua perlakuan tidak nyata meningkatkan bobot kering akar. Hal ini diduga karena

perlakuan terhadap pemanenan akar yang tidak optimal oleh peneliti mengingat bentuk akar yang halus yang perlu mendapatkan perlakuan yang hati-hati agar baik akar utama maupun rambut serta bulu-bulu akar tidak terbuang begitu saja. Pemanenan yang tidak optimal menjadi hambatan dalam memperoleh hasil penelitian yang akurat mengenai bobot kering akar akibat aplikasi kapur CaCO_3 dan pupuk kandang ayam.

Pada penelitian ini diketahui bahwa aplikasi tunggal pupuk kandang ayam tidak nyata meningkatkan serapan N tanaman. Aplikasi tunggal kapur CaCO_3 tidak nyata meningkatkan serapan N tanaman dan interaksi kedua perlakuan tidak nyata meningkatkan serapan N tanaman. Hal ini dikarenakan jumlah N-total di dalam tanah tidak cukup tersedia sehingga serapan N tanaman pun rendah. Hal ini sesuai dengan literatur Rosmarkam dan Yuwono (2002) yang menyatakan kehilangan N karena mudah tercuci oleh air dan karena menguap dari tanah berarti kerugian karena mengurangi ketersediaan N di dalam tanah.

Tabel 3. Analisis tanaman pada akhir masa vegetatif akibat pemberian kapur CaCO_3

Perlakuan	Dosis	Serapan P	Tinggi tanaman	Bobot kering tajuk	Bobot kering akar
		--mg/tanaman--	--cm--	--g--	--g--
K ₀	0,00 ton/ha	716,45b	171,90b	50,44b	54,44
K ₁	2,24 ton/ha	907,97a	187,56a	59,39a	53,17
K ₂	4,47 ton/ha	1016,92a	189,54a	64,89a	51,11

Keterangan : Angka yang diikuti notasi yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5%

Tabel 4. Analisis tanaman pada akhir masa vegetatif akibat pemberian pupuk kandang ayam

Perlakuan	Dosis	Serapan P	Tinggi tanaman	Bobot kering tajuk	Bobot kering akar
		--mg/tanaman--	--cm--	--g--	--g--
A ₀	0 ton/ha	716,45b	171,90b	50,44b	49,22
A ₁	5 ton/ha	907,97a	187,56a	59,39a	53,22
A ₂	10 ton/ha	1016,92a	189,54a	64,89a	56,28

Keterangan : Angka yang diikuti notasi yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5%

SIMPULAN

Aplikasi pupuk kandang ayam pada dosis 10 ton/ha meningkatkan fosfat tersedia tanah, serapan P tanaman serta tinggi dan bobot tanaman jagung akhir masa vegetatif di tanah Inceptisol Kwala Bekala.

Aplikasi kapur CaCO_3 meningkatkan ketersediaan fosfor tersedia dan serapan N tanaman jagung (*Zea mays* L.) akhir masa vegetatif di tanah Inceptisol Kwala Bekala meskipun tidak nyata.

Interaksi aplikasi pupuk kandang ayam dan kapur CaCO_3 tidak menunjukkan respon terhadap perubahan sifat kimia, hara tanah, dan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada tanah Inceptisol Kwala Bekala.

DAFTAR PUSTAKA

- Damanik, M.M.B., Bachtiar E.H., Fauzi, Sarifuddin, Hamidah H. 2011. Kesuburan Tanah dan Pemupukan kandang. USU Press, Medan.
- Hanafiah, K.A. 2005. Dasar-dasar ilmu tanah. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Hausenbuiller, R.L. 1982. *Soil Science*. Brown Company Publishers. United States of America.
- Indranada, H.K. 1989. Pengelolaan Kesuburan Tanah. Bina Aksara. Jakarta.
- Munir, M. 1996. Tanah – tanah utama Indonesia Karakteristik, Klasifikasi, dan Pemanfaatan. Pustaka Jaya, Jakarta.
- Puslittanak. 2000. Atlas Sumberdaya Tanah Eksplorasi Indonesia skala 1 : 1.000.000 dalam Sifat-

- sifat Kimia dan Mineralogi Tanah serta Kaitannya dengan Kebutuhan Pupuk untuk Padi (*Oryza sativa*), Jagung (*Zea mays*), dan Kedelai (*Glycine max*), ed. D. Nursyamsi dan Surpihati. *Bul. Agron.* (33) (3): 40 – 4.7
- Rosmarkam dan Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Sanchez, P.A. 1992. Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika. Terjemahan dari buku *Properties and Management of Soils in The Tropics*. Penerbit ITB Bandung.
- Sime, D. 2001. Lime, *The essential element in New Zealand agriculture*. The Notherland Lime Millers Association.
- Stevenson, F.J. 1981. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reaction*. A Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons. USA
- Uko, A. E., Idorenyin A. U., dan John O. S. 2013. *Effects of Poultry Manure and Plant Spacing on the Growth and Yield of Waterleaf (Talinum fruticosum (L.) Juss)*. *Journal of Agronomy* 12 (3): 146-152.
- Winarso, S. 2005. Kesuburan tanah. Gava Media, Yogyakarta.