

## **Pengaruh Limbah Padat Pabrik Kertas Rokok Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah Ultisol Tambunan A**

*Effect Of Solid Waste Cigarette Paper Factory of Some Soil Chemical Properties Ultisol Tambunan A*

Melina Vika, Kemala Sari Lubis\*, M.Madjid B. Damanik  
Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, USU, Medan 20155  
\*Corresponding author : [kemalasari318@yahoo.co.id](mailto:kemalasari318@yahoo.co.id)

### **ABSTRACT**

Solid waste of cigarette paper factory does not contain hazard and toxic materials but contain  $\text{CaCO}_3$  as a lime material. The research of was conducted to study effect of application of solid waste from the cigarette paper factory to improve soil properties at Ultisol Tambunan A. This research was conducted at the Laboratory of Soil Physics, Agriculture Faculty and analytic laboratory of socfindo company from May until June 2016. The research used non factorial completely randomized design consist (CRD) of four (4) treatment solid waste (cigarette paper factory) and five (5) replications, there are:  $L_0$  (control),  $L_1$  (0,4 g),  $L_2$  (0,6 g), and  $L_3$  (0,8 g). The results showed that the application of solid waste from cigarette paper significantly increase soil pH, P-available, Ca-exchangeable but not significantly increase K-exchangeable and organic carbon of Ultisol. Application of solid waste from cigarette paper significantly decrease Al-exchangeable and no significantly decrease Al-saturated of Ultisol.

---

Keyword : Solid waste of cigarette paper, Ultisol

### **ABSTRAK**

Limbah padat pabrik kertas rokok tidak mengandung bahan berbahaya dan beracun tetapi mengandung  $\text{CaCO}_3$  berpotensi sebagai bahan pengapuran. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh aplikasi limbah padat pabrik kertas rokok terhadap perbaikan sifat kimia tanah Ultisol Tambunan A. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Tanah dan laboratorium analitik PT. Socfindo mulai Mei - Juni 2016. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Non Faktorial yang terdiri dari 4 perlakuan limbah padat (pabrik kertas rokok) dan 5 ulangan yaitu  $L_0$  (kontrol),  $L_1$  (0,4 g),  $L_2$  (0,6 g), dan  $L_3$  (0,8 g). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pemberian limbah padat kertas rokok berpengaruh nyata meningkatkan pH tanah, P-tersedia, Ca-tukar tetapi tidak berpengaruh meningkatkan K-tukar dan C-Organik tanah. Aplikasi limbah padat kertas rokok berpengaruh nyata menurunkan Al-tukar tanah dan berpengaruh tidak nyata menurunkan Kejenuhan Al.

---

Kata Kunci : Limbah padat pabrik kertas rokok, Ultisol Tambunan A

### **PENDAHULUAN**

Ultisol salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran yang luas, mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia di Sumatera 9.469.000 ha (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Tanah Ultisol memiliki bahan organik rendah, nutrisi makro rendah dan memiliki

ketersediaan P sangat rendah (Fitriatin *et al.*, 2014). pH tanah sangat rendah 4-5,5 serta mempunyai nilai kejenuhan Al yang tinggi yaitu  $> 60\%$  (Darwawijaya, 1997). Kandungan Al menimbulkan problem pada tanah masam, karena dapat menghambat ketersediaan zat hara yang diperlukan tanaman (Kuswandi, 1993). Rekomendasi kebutuhan kapur berdasarkan Al-dd ini didasarkan pada

kejenuhan Al yang meracun dan sangat berkaitan dengan tingginya Al-dd pada tanah-tanah mineral masam di tanah tropik (Damanik *et al.*, 2011).

Pabrik Kertas Rokok PT. Pusaka Prima Mandiri adalah perusahaan yang bergerak di bidang industri bahan jadi berupa kertas pembungkus rokok. Dalam proses pembuatan kertas pembungkus rokok tersebut dihasilkan limbah padat kertas yang cukup sebesar 5 ton/bulan. Jumlah limbah tersebut menjadi masalah bagi perusahaan dalam hal penanganan terutama penempatan akhir. Saat ini mekanisme penanganan limbah padat masih terbatas yaitu dengan mengirim limbah dalam bentuk kemasan goni yang dikirim ke beberapa lokasi terutama di pulau Jawa. Berdasarkan masalah diatas peneliti tertarik memanfaatkan limbah padat pabrik kertas pembungkus rokok tersebut dan mengaplikasikannya pada tanah Ultisol Tambunan A yang memiliki Al-dd tanah 1,6 me/100 g tanah dengan pH 4,5. Aplikasi limbah padat pabrik kertas rokok diharapkan mampu meningkatkan pH tanah dan menurunkan Al-dd tanah Ultisol Tambunan A.

Hasil aplikasi limbah padat pabrik kertas rokok meningkatkan pH tanah, Al-dd tanah, Ca-tukar tanah, dan P-tersedia tanah, tetapi tidak meningkatkan K-tukar tanah dan C-organik tanah. Aplikasi limbah padat pabrik

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan dan di Laboratorium Analitik PT. Socfindo dari bulan Mei sampai bulan Juni 2016.

Bahan yang digunakan yaitu tanah Ultisol Desa Tambunan A Kecamatan Salapian Kabupaten Langkat, limbah padat pabrik kertas rokok, aquades dan bahan kimia untuk keperluan analisis. Alat yang digunakan yaitu pot, pH meter, timbangan analitik, buret, pengaduk, oven, batang pengaduk dan sejumlah alat di laboratorium untuk analisis.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Non Faktorial dengan taraf limbah padat berdasarkan kandungan alumunium dapat tukar (Al-dd) dengan tanah, terdiri dari 4 taraf dosis (g/500 g BTKO) yaitu: L<sub>0</sub> (0), L<sub>1</sub> (0,4), L<sub>2</sub> (0,6), L<sub>3</sub> (0,8)

Hasil sidik ragam dilanjutkan dengan uji DMRT ((Duncan Multiple Range Test) pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

kertas rokok menurunkan Al-dd tanah tetapi tidak menurunkan kejenuhan Al tanah Ultisol Tambunan A. Hasil Uji Beda Rataan pengaruh aplikasi limbah padat pabrik kertas rokok dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Pengaruh Aplikasi Limbah Padat Pabrik Kertas Rokok terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah Ultisol Tambunan A

| Perlakuan              | pH tanah | Al-dd Tanah (me/100g) | P-tersedia Tanah (ppm) | Ca-tukar Tanah (me/100g) | K-tukar Tanah (me/100g) | C-Organik Tanah (%) | Kejenuhan Al Tanah (%) |
|------------------------|----------|-----------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------|------------------------|
| L <sub>0</sub> ( 0 g)  | 4,518 c  | 1,827 a               | 9,146 ab               | 0,408 b                  | 0,290                   | 0,882               | 12,869                 |
| L <sub>1</sub> (0,4 g) | 4,564 bc | 0,806 b               | 5,463 c                | 0,808 b                  | 0,300                   | 0,93                | 11,244                 |
| L <sub>2</sub> (0,6 g) | 4,812 a  | 1,094 ab              | 7,055 bc               | 1,508 b                  | 0,276                   | 0,844               | 11,740                 |
| L <sub>3</sub> (0,8 g) | 4,760 ab | 0,428 b               | 11,034 a               | 3,2 a                    | 0,286                   | 0,9                 | 11,320                 |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama berarti berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%

### Kemasaman Tanah ( pH )

Berdasarkan hasil uji beda rata-rata pada Tabel 1 menunjukkan bahwa aplikasi limbah padat pabrik kertas rokok pada taraf  $L_0$  (0 g) tidak berbeda nyata dengan taraf  $L_1$  (0,4 g) tetapi berbeda nyata dengan taraf  $L_2$  (0,6 g) dan  $L_3$  (0,8 g). Taraf  $L_1$  (0,4 g) berbeda nyata dengan  $L_2$  (0,6 g) tetapi tidak berbeda nyata dengan  $L_3$  (0,8 g), sedangkan  $L_2$  (0,6 g) tidak berbeda nyata dengan  $L_3$  (0,8 g). Ketersediaan nutrisi tanaman sangat berkaitan dengan pH tanah. Berdasarkan tabel diketahui bahwa pemberian limbah padat pabrik kertas rokok berpengaruh nyata dalam meningkatkan pH tanah, dimana pH tertinggi pada taraf  $L_2$  (4,812) dan terendah pada taraf  $L_0$  (4,518). Analisa awal limbah padat kertas rokok yaitu  $\text{CaCO}_3$  limbah tersebut 70,81 % dan pH awal tanah Ultisol 4,51. Tingginya kandungan utama limbah yaitu  $\text{CaCO}_3$  berpotensi memperbaiki beberapa sifat kimia tanah dalam mengatasi masalah kemasaman tanah akibat tingginya  $\text{Al}^{3+}$ . Berdasarkan dinamika pH tanah, kenaikan pH tanah Ultisol disebabkan kandungan unsur hara Ca dalam limbah padat kertas rokok selama proses inkubasi. Kandungan  $\text{Ca}^{2+}$  dalam limbah mengakibatkan ion Ca aktif bertukar tempat dengan ion hidrogen dalam kompleks pertukaran. Ion hidrogen yang berasal dari larutan tanah dinetralkan oleh ion  $\text{Ca}^{2+}$ , sehingga perubahan pH yang terjadi hanya sedikit. Menurut Torkashvan (2010), limbah kertas pabrik menyebabkan pH tanah meningkat selama waktu inkubasi tetapi tidak meningkat melebihi pH 8,5. Berdasarkan Rastija *et al.* (2014), nilai pH tanah menunjukkan respon yang berbeda meskipun jumlah bahan kapur sama. Kelarutan dan ketersediaan nutrisi sangat tergantung pada pH tanah.

### Aluminium Dapat Dipertukarkan Tanah

Berdasarkan hasil uji beda rata-rata pada Tabel 1 menunjukkan bahwa aplikasi limbah padat pabrik kertas rokok pada taraf  $L_0$  (0 g) berbeda nyata dengan taraf  $L_1$  (0,4 g) dan  $L_3$  (0,8 g) tetapi tidak berbeda nyata dengan taraf

$L_2$  (0,6 g). Taraf  $L_1$  (0,4 g) tidak berbeda nyata dengan taraf  $L_2$  (0,6 g) dan  $L_3$  (0,8 g). Pemberian limbah padat pabrik kertas rokok berpengaruh nyata dalam menurunkan Al-dd tanah, dimana Al-dd tertinggi pada taraf  $L_0$  (1,827 me/100 g) dan terendah pada taraf  $L_3$  (0,428 me/100 g). Kandungan Al-dd menurun dikarenakan pH tanah meningkat, limbah padat yang dihasilkan oleh industri kertas rokok yang mengandung  $\text{Ca}^{2+}$  dapat mengadsorpsi  $\text{Al}^{3+}$  pada tanah Ultisol. Limbah padat kertas rokok berpotensi mengurangi resiko keracunan aluminium (Al) yaitu netralisasi aluminium. Berdasarkan Damanik *et al.* (2011), ion  $\text{CO}_3^{2-}$  dari kapur dibutuhkan untuk menghasilkan OH yang dapat menarik Al dari misel (kompleks jerapan), sehingga terbentuk  $\text{Al}(\text{OH})_3$  yang tidak aktif. Setelah itu, ion  $\text{Ca}^{2+}$  dapat menempati misel. Pada reaksi tersebut  $\text{CO}_3^{2-}$  dari kapur mempunyai kekuatan untuk menarik ion  $\text{H}^+$  dan membentuk  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , misel yang telah bebas dari ion H segera ditempati oleh ion  $\text{Ca}^{2+}$ . Berdasarkan Dedik and Jan (1998), jumlah Al tukar menurun secara drastis dengan penambahan  $\text{CaCO}_3$  dari 2,43 me/100 g menjadi 2,03 me/100 g. Oleh sebab itu, pengapuran untuk menekan toksisitas Al.

### Fosfat Tersedia Tanah

Berdasarkan hasil uji beda rata-rata pada Tabel 1 menunjukkan bahwa aplikasi limbah padat pabrik kertas rokok pada taraf  $L_0$  (0 g) berbeda nyata pada taraf  $L_1$  (0,4 g) tetapi tidak berbeda nyata dengan taraf  $L_2$  (0,6 g) dan  $L_3$  (0,8 g). Taraf  $L_1$  (0,4 g) berbeda nyata dengan taraf  $L_0$  (0 g) dan  $L_3$  (0,8 g) namun tidak berbeda nyata pada taraf  $L_2$  (0,6 g). Taraf  $L_2$  (0,6 g) berbeda nyata dengan taraf  $L_3$  (0,8 g). Pemberian limbah padat pabrik kertas rokok menunjukkan pengaruh nyata terhadap peningkatan P-tersedia tanah dimana P-tersedia tertinggi pada taraf  $L_3$  (11,034 ppm) dan terendah pada taraf  $L_1$  (5,463 ppm). Hal ini dikarenakan pengaruh P terhadap peningkatan pH tanah karena pelepasan sejumlah ion  $\text{OH}^-$  ke dalam larutan akibat adsorpsi sebagian anion fosfat ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ). Jenis P-tersedia yang mendominasi pada

tanah masam yaitu  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ . Oleh sebab itu, meningkatnya P-tersedia masih dalam kriteria rendah. Adanya pelarutan P dari Fe-P dan Al-P yang dapat mengurangi konsentrasi  $\text{H}^+$  dapat meningkatkan ketersediaan P tanah Ultisol. Selain itu, ion  $\text{Ca}^{2+}$  yang terkandung dalam limbah padat pabrik kertas rokok akan menggantikan ion  $\text{H}^+$  dan  $\text{Al}^{3+}$  pada kompleks adsorpsi, maka konsentrasi ion  $\text{H}^+$  meningkat. Berdasarkan Kaya (2012), Ion  $\text{H}^+$  akan tersuspensi dengan senyawa  $\text{FePO}_4$  dan  $\text{AlPO}_4$  sehingga  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  tersedia dalam larutan tanah. Peningkatan pH tanah karena adanya pelepasan sejumlah  $\text{OH}^-$  ke dalam larutan akibat adsorpsi sebagian anion fosfat ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) oleh oksida-hidrat Al dan Fe sehingga pH tanah meningkat. Menurut Torkashvand (2010), Limbah pabrik kertas adalah senyawa kapur dengan pH tinggi yang awalnya meningkat pH tanah, adanya kapasitas penyangga tanah menyebabkan pH tanah meningkat sewaktu inkubasi. Efek dari pH tanah dan waktu inkubasi secara significant dapat meningkatkan pH tanah dikarenakan aplikasi kapur menyebabkan beberapa pelarutan P dari Fe-P dan Al-P kompleks sehingga meningkatkan ketersediaan P.

### Kalsium tukar Tanah

Berdasarkan hasil uji beda rata-rata pada Tabel 1 menunjukkan bahwa aplikasi limbah padat pabrik kertas rokok pada taraf  $L_0$  (0 g) tidak berbeda nyata dengan taraf  $L_1$  (0,4 g) dan  $L_2$  (0,6 g) tetapi berbeda nyata pada taraf  $L_3$  (0,8 g). Kalsium tukar tanah maksimum yaitu pada taraf  $L_3$  (3,2 me/100 g) dan terendah pada taraf  $L_0$  (0,408 me/100 g). Hal ini terjadi karena adanya reaksi pertukaran antara  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{H}^+$  maka semakin tinggi pH tanah, Ca-tukar tanah semakin akan meningkat berdasarkan Nduwumuremyi *et al.* (2013), dengan penambahan kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) meningkatkan Ca-tukar tanah 68 % di tanah asam. Sebagian besar Ca berada dalam bentuk larut, namun Ca-tukar berkurang dengan menurunnya pH tanah. Torkashvand (2010), hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh limbah padat pabrik kertas sebagai amandemen tanah yaitu sludge yang

inkubasikan pada tanah masam sebagai sumber kapur untuk meningkatkan pH tanah. Berdasarkan Dedik and Jan (1998) menunjukkan tingkat  $\text{CaCO}_3$  3,6 ton/ha dapat meningkatkan pH dan menurunkan Al tukar dan kejenuhan Al hingga dibawah 10 %. Hal ini membuktikan kapastitas tukar kation yang efektif secara signifikan meningkat ketika pH tanah naik.

### Kalium tukar Tanah

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa aplikasi limbah padat pabrik kertas rokok tertinggi pada taraf  $L_1$  (0,3 me/100 g) dan terendah pada taraf  $L_2$  (0,276 me/100 g). Pemberian limbah padat pabrik kertas rokok berpengaruh tidak nyata terhadap K-tukar tanah dengan taraf tertinggi  $L_1$  (0,3 me/100 g) sedangkan taraf terendah  $L_2$  (0,276 me/100g). Hal ini karena tidak dipengaruhi oleh pengapuran. Adanya fiksasi kalium yang tinggi di dalam tanah sebagai kendala dalam ketersediaan kalium. Kadar K rendah dengan bahan induknya miskin K dan temperatur yang tinggi dapat mempercepat pelepasan mineral dan pencucian K di tanah tropik. Rendahnya K-tukar tanah dikarenakan hanya tersedia 1-2% dari seluruh jumlah unsur kalium dalam tanah mineral, berada dalam kesetimbangan dalam bentuk larutan yang dapat diserap tanaman dan peka terhadap pencucian. Damanik, *et al.* (2011) menyatakan kalium dapat diserap oleh tanaman dan peka terhadap pencucian. Serapan kalium dari larutan hara menyebabkan keseimbangan terganggu, dimana bentuk keseimbangan yaitu K-dapat diertukarkan bereaksi setimbang dengan K-larutan tanah. Untuk mengembalikan keseimbangan tersebut, sebagian dari kalium dapat ditukar segera bergerak ke dalam larutan tanah sehingga keseimbangan semula tercipta. Berdasarkan Nduwumuremyi *et al.* (2013), kalium tidak signifikan apabila dipengaruhi oleh aplikasi kapur. Berdasarkan Winarso (2005) dan Hasibuan (2004), tanah dengan kondisi masam (pH rendah) mempunyai gugus antar lapisan yang mendesak lapisan menjadi terpisah. Fiksasi kalium yang tinggi di dalam tanah merupakan salah satu kendala dalam

usaha meningkatkan ketersediaan kalium di dalam tanah.

### Karbon Organik Tanah

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan limbah padat pabrik kertas rokok tertinggi pada perlakuan  $L_1$  (0,4 g) dengan rata-rata 0,93 % dibandingkan perlakuan lainnya dan perlakuan terendah pada perlakuan  $L_2$  (0,6 g) dengan rata-rata 0,844 %. Pemberian limbah padat kertas rokok berpengaruh tidak nyata dalam meningkatkan C-organik tanah dengan taraf tertinggi  $L_1$  (0,93 %) dan taraf terendah  $L_2$  (0,844 %). Hal ini disebabkan karena rendahnya analisa awal C-organik limbah padat kertas rokok yaitu 14,84 % tidak mendukung potensi peningkatan C-organik tanah. Limbah padat pabrik kertas rokok didominasi  $\text{CaCO}_3$  yang tinggi, meskipun limbah padat kertas rokok tersebut berasal dari serat selulosa yang termasuk bahan organik. Hal ini membuktikan bahwa limbah padat kertas rokok berpengaruh tidak nyata meningkatkan C-organik tanah. Oleh sebab itu, limbah kertas rokok sebagai kapur dan bukan sebagai bahan organik. Pemberian limbah padat pabrik kertas rokok berupa kapur bertujuan untuk meningkatkan pH tanah dari sangat masam atau masam ke pH agak netral atau netral, serta menurunkan kadar Al. Pengapuran tampaknya akan dapat mengatasi masalah kejenuhan Al dan keasaman pada Ultisol. Pemberian kapur selain meningkatkan pH tanah juga dapat meningkatkan kadar Kalsium (Ca). Hal ini yang menyebabkan bahwa dengan pemberian kapur tidak meningkatkan C-organik tanah. Supriyanto (2001) menjelaskan bahwa serat selulosa adalah bahan organik yang dapat mempengaruhi sifat-sifat tanah dengan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang cukup tinggi.

### Kejenuhan Al Tanah

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa pengaruh aplikasi limbah padat pabrik kertas rokok tertinggi pada taraf  $L_0$  (12,869 %) dibandingkan perlakuan lainnya dan terendah pada taraf  $L_2$  (11,244 %). Pemberian limbah padat kertas rokok

berpengaruh tidak nyata terhadap penurunan kejenuhan Al dengan taraf tertinggi  $L_0$  (12,869 %) dan taraf terendah  $L_1$  (11,244 %). Peningkatan pH tanah Ultisol masih dalam kriteria masam yang disebabkan kemampuan  $\text{Al}^{3+}$  cukup tinggi yang dapat menyebabkan fitotoksisitas dan pengaruh sisa asam dari bahan kapur membuktikan limbah padat kertas rokok tidak berpengaruh terhadap penurunan kejenuhan Al. Berdasarkan Nduwumuremyi *et al.* (2013), kejenuhan basa rendah (<25%) merupakan indikasi dari tanah yang memiliki keasaman yang tinggi dan mengakibatkan kemampuan  $\text{Al}^{3+}$  cukup tinggi dapat menyebabkan fitotoksisitas. Kapur di aplikasi pada tingkat dosis yang terendah 4,2 ton/ha dan 2,8 ton/ha dapat mengurangi kejenuhan Al. Berdasarkan Chimdi *et al.* (2012), penerapan kapur pertanian ke dalam tanah memberikan kontribusi untuk mengurangi keasaman yang melekat pada tanah melalui kemampuannya untuk menetralkan keasaman.

### SIMPULAN

Aplikasi limbah padat pabrik kertas rokok meningkatkan pH, P-tersedia dan Ca-tukar tanah namun tidak meningkatkan K-tukar dan C-organik tanah Ultisol Tambunan A.

Aplikasi limbah padat pabrik kertas rokok menurunkan Al-dd tanah dan tidak menurunkan kejenuhan Al tanah Ultisol Tambunan A.

### DAFTAR PUSTAKA

- Chimdi, A., H. Gebrekidan., K. Kibret and A.Tadesse.2012.Effects of Liming on Acidity-Related Chemical Properties of Soils of Different Land Use Systems in Western Oromia, Ethiopia. *World Journal of Agricultural Sciences* 8 (6): 560-567.
- Damanik,M.M.B.,B.E Hasibuan.,Fauzi, Sarifuddin, dan H.Hanum.2011. Kesuburan Tanah dan

- Pemupukan. USU press. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Darwawijaya, M. I. 1997. Klasifikasi Tanah. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Dedik, B. and V. Jan. 1998. Exchangeable Aluminium as an Indicator for Lime Requirement Prediction in a Humid Tropic Ultisol L'aluminium échangeable Comme Indicateur Pour La Prediction des besoins en chaux dans un Ultisol en Milieu Tropical Humide. Sriwijaya University and University of Ghent. 1-6.
- Fitriatin, B. N., A. Yuniarti., T. Turmuktini., dan F. K. Kuswandi. 2014. The Effect of Phosphate Solubilizing Microbe Producing Growth Regulators on Soil Phosphate, Growth and Yield of Maize and Fertilizer Efficiency on Ultisol. *Eurasian J. of Soil Sci.* Indonesia. 101-107.
- Hasibuan, B. E., 2004. Pupuk dan Pemupukan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara, Medan. 77.
- Kaya, E. 2012. Pengaruh Pupuk Kalium dan Fosfat Terhadap Ketersediaan dan Serapan Fosfat Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Pada Tanah Brunizem. Skripsi Universitas Pattimura, Ambon.
- Kuswandi. 1993. Pengapuran Tanah Pertanian. Kanisius. Yogyakarta.
- Nduwumuremyi, A., V. Ruganzu., J. N. Mugwe and A. C. Rusanganwa. 2013. Effects of Urburned Lime on Soil pH and Base Cations in Acidic Soil. Kenyatta University. Vol. 2013. 1-7 pages.
- Prasetyo, B. H. dan D. A. Suriadikarta. 2006. Karakteristik dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Untuk Pengembangan Lahan Kering di Indonesia. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Rastija, D., V. Zebec and M. Rastija. 2014. Impacts Of Liming With Dolomite On Soil Ph And Phosphorus And Potassium Availabilities. Faculty of Agriculture in Osijek, University.
- Supriyanto, A. 2001. Aplikasi Wastewater Sludge untuk Proses Pengomposan Serbuk Gergaji. [http://sinergyforum.net/zoa/paper/html/paper Agus Supriyanto.htm](http://sinergyforum.net/zoa/paper/html/paper%20Agus%20Supriyanto.htm) (diakses 28 Agustus 2009).
- Torkashvand, M. A. 2010. The effect of paper mill sludge on chemical properties of acid soil. *African Journal of Agricultural Research*. 5(22). 3082-3087.
- Winarso, S. 2005. Kesuburan Tanah Dasar Kesehatan Dan Kualitas Tanah. Penerbit Gava Media. 45-58.