

SKRIPSI

**DINAMIKA pH, Al-dd dan SiO₂ ULTISOL AKIBAT
PEMBERIAN ABU TERBANG BATUBARA dan
KAPUR PERTANIAN**

***THE DYNAMICS OF pH, exchangeable-Al and SiO₂
ULTISOL DUE TO APPLICATION OF COAL
FLY ASH and AGRICULTURAL LIME***



**Vira Addriyati Achmad
05121007086**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2016**

SUMMARY

VIRA ADDRIYATI ACHMAD. The Dynamics of pH, exchangeable-Al and SiO₂ Ultisol Due To Application of Coal Fly Ash and Agricultural Lime (Supervised by **AGUS HERMAWAN** and **DWI PROBOWATI SULISTIYANI**).

This research aims to study the effect of coal fly ash and agricultural lime application towards the dynamics of pH, exchangeable-Al and SiO₂ contained in the soil. The method used in this research was completely randomized design (CRD) with eight treatment and three replications, so there are 24 pots of treatment. The parameters observed were pH (H₂O) at time intervals of 7 days, Al-dd and SiO₂ after 30 days of incubation. The results of this research show that coal fly ash and agricultural lime significantly affect soil pH compared with untreated. The LSD at the level of 5% of the soil pH show that KAP-3 is the best dose. Results of regression test of exchangeable-Al after 30 days of incubation show that coal fly ash affect exchangeable-Al Ultisol as much as 50,7 %, while the agricultural lime affect exchangeable-Al Ultisol as much as 77,14 %. Results of regression test of SiO₂ after 30 days of incubation show that coal fly ash affect SiO₂ as much as 3,81 %, while the agricultural lime affect SiO₂ as much as 42,07%.

Keywords : Coal fly ash, pH (H₂O), SiO₂, exchangeable-Al

RINGKASAN

VIRA ADDRIYATI ACHMAD. Dinamika pH, Al-dd dan SiO₂ Ultisol Akibat Pemberian Abu Terbang Batubara dan Kapur Pertanian (Dibimbing oleh **AGUS HERMAWAN** dan **DWI PROBOWATI SULISTIYANI**).

Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh pemberian abu terbang batubara (*fly ash*) dan kapur pertanian terhadap dinamika pH, Al-dd dan SiO₂ yang terkandung di dalam tanah. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan delapan perlakuan dan tiga ulangan, sehingga terdapat 24 pot perlakuan. Parameter yang diamati meliputi sifat kimia tanah pH (H₂O) pada interval waktu 7 hari, Al-dd dan SiO₂ selama 30 hari inkubasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian abu terbang batubara dan kapur pertanian berpengaruh nyata terhadap pH Ultisol dibandingkan dengan tanah yang tidak diberi perlakuan. Hasil uji BNT dengan taraf 5% terhadap pH tanah menunjukkan bahwa perlakuan KAP-3 merupakan dosis terbaik. Hasil uji regresi Al-dd setelah 30 hari inkubasi menunjukkan bahwa pemberian abu terbang batubara memberikan pengaruh terhadap Al-dd Ultisol sebesar 50,7 %, sedangkan pemberian kapur pertanian memberikan pengaruh terhadap Al-dd Ultisol sebesar 77,14 %. Hasil uji regresi SiO₂ setelah 30 hari inkubasi menunjukkan bahwa pemberian abu terbang batubara memberikan pengaruh terhadap kandungan SiO₂ sebesar 3,81 %, sedangkan pemberian kapur pertanian memberikan pengaruh terhadap kandungan SiO₂ sebesar 42,07 %.

Kata kunci : Abu terbang batubara, pH (H₂O), SiO₂, Al-dd

SKRIPSI

**DINAMIKA pH, Al-dd dan SiO₂ ULTISOL AKIBAT
PEMBERIAN ABU TERBANG BATUBARA dan
KAPUR PERTANIAN**

***THE DYNAMICS OF pH, exchangeable-Al and SiO₂
ULTISOL DUE TO APPLICATION OF COAL
FLY ASH and AGRICULTURAL LIME***

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian**



**Vira Addriyati Achmad
05121007086**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2016**

LEMBAR PENGESAHAN

**DINAMIKA pH, Al-dd dan SiO₂ ULTISOL AKIBAT
PEMBERIAN ABU TERBANG BATUBARA dan
KAPUR PERTANIAN**

SKRIPSI

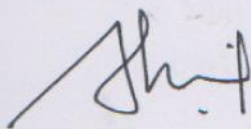
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian

Oleh:

Vira Addriyati Achmad
05121007086

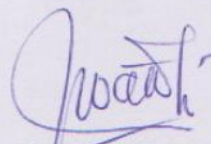
Indralaya, September 2016

Pembimbing I,



Dr. Ir. Agus Hermawan, M.T.
NIP. 196808291993031002

Pembimbing II,



Dra. Dwi Probowati Sulistivani, M.S.
NIP. 195809181984032001

Mengetahui,

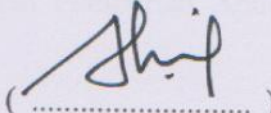

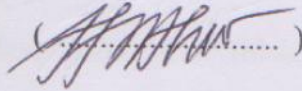
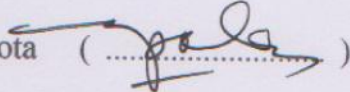
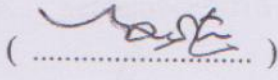
Dekan Fakultas Pertanian




Dr. Ir. Erizal Sodikin
NIP. 196002111985031002

Skripsi dengan judul “Dinamika pH, Al-dd dan SiO₂ Ultisol Akibat Pemberian Abu Terbang Batubara dan Kapur Pertanian” oleh Vira Addriyati Achmad telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 05 September 2016 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim penguji.

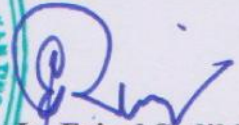
Komisi Penguji

1. Dr. Ir. Agus Hermawan, M.T. Ketua ()
NIP. 196808291993031002
2. Dra. Dwi Probawati Sulistyani, M.S. Sekretaris ()
NIP. 195809181984032001
3. Dr. Ir. Abdul Madjid Rohim, M.S. Anggota ()
NIP.196110051987031023
4. Dr. Ir. Adipati Napoleon, M.P. Anggota ()
NIP. 196204211990031002
5. Dr.Ir. Muh Bambang Prayitno, M.Agr.Sc. Anggota ()
NIP. 196109201990011001


Indralaya, September 2016

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya


Dr. Ir. Erizal Sodikin
NIP. 196002111985031002

Ketua Program Studi
Agroteknologi


Dr. Ir. Munandar, M.Agr.
NIP. 196012071985031005



PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Vira Addriyati Achmad
NIM : 05121007086
Judul : Dinamika pH, Al-dd dan SiO₂ Ultisol Akibat Pemberian Abu Terbang Batubara dan Kapur Pertanian

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini, merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, September 2016



[Vira Addriyati Achmad]

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Vira Addriyati Achmad lahir di Kota Jambi pada tanggal 26 Februari 1995 merupakan anak pertama dari dua bersaudara, penulis merupakan anak dari pasangan Drs. Ahmad Abas dan Dra. Juryati Kastomo. Penulis bertempat tinggal di Wisma Amanah, KM.32 Indralaya Ogan Ilir, Sumatera Selatan.

Penulis memulai pendidikan di TK Handayani Kota Jambi pada usia 4 tahun sampai usia 5 tahun, kemudian melanjutkan sekolah dasar di SDIT Al-Azhar Kota Jambi (2000-2006). Setelah itu melanjutkan sekolah menengah pertama di SMP YKP Pertamina Kota Jambi (2006), pada tahun kedua bersekolah di sekolah tersebut, penulis pindah ke SMPIT Al-Azhar Kota Jambi (2007-2009), dan kemudian penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di SMAN 3 Kota Jambi lulus pada tahun 2012.

Pada tahun 2012 penulis melanjutkan pendidikan pada salah satu perguruan tinggi negeri yaitu Universitas Sriwijaya sebagai salah seorang Mahasiswa Fakultas Pertanian dengan Program Studi Agroekoteknologi sejak tahun 2012 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Pada Tahun 2013, penulis memperoleh kesempatan sebagai penerima beasiswa AIMS (*Asean International Mobility Students*) untuk pertukaran pelajar selama satu semester di Universiti Putra Malaysia.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim. Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas nikmat kesehatan jasmani dan rohani yang telah diberikan oleh Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Dinamika pH, Al-dd dan SiO₂ Ultisol Akibat Pemberian Abu Terbang Batubara dan Kapur Pertanian” sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada kepada Ayahanda Drs. Ahmad Abas dan Ibunda Dra. Juryati Kastomo atas dukungan dan doa yang selalu diberikan tiada henti. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak **Dr. Ir. Agus Hermawan, M.T.** dan Ibu **Dra. Dwi Probowati Sulistiyani, M.S.** selaku dosen pembimbing atas segala kesediaan dan keikhlasan dalam memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada staf analis Laboratorium Jurusan Tanah, kepada adikku Gallant Dwi Pangestu Nugroho Akbar, seluruh teman-temanku Agroekoteknologi angkatan 2012, sahabat-sahabatku di wisma amanah Nanda, Dini, Sarah, Bunga, Likes atas bantuan dan dukungannya,

Tulisan ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Penulis berharap mudah-mudahan penelitian ini bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, September 2016

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiii |
| BAB.1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Tujuan | 2 |
| 1.3. Manfaat Penelitian | 2 |
| 1.4. Hipotesis | 3 |
| BAB.2 TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1. Ultisol | 4 |
| 2.1.1. Sifat Fisika Ultisol | 4 |
| 2.1.2. Sifat Kimia Ultisol..... | 5 |
| 2.1.3. Sifat Biologi Ultisol | 6 |
| 2.2. Abu Terbang Batubara. | 7 |
| 2.3. Dinamika pH, Al-dd, SiO ₂ | 9 |
| BAB.3 PELAKSANAAN PENELITIAN..... | 11 |
| 3.1. Tempat dan Waktu | 11 |
| 3.2. Alat dan Bahan | 11 |
| 3.3. Metode Penelitian | 11 |
| 3.4. Cara Kerja | 12 |
| 3.4.1. Persiapan | 12 |
| 3.4.2. Kegiatan Lapangan | 12 |
| 3.4.3. Karakterisasi Abu Terbang Batubara dan Ultisol | 12 |
| 3.4.4. Persiapan Media Tanam dan Pemberian Perlakuan..... | 13 |
| 3.4.5. Percobaan Inkubasi | 13 |
| 3.4.6. Analisis Tanah Setelah Inkubasi | 13 |
| 3.4.7. Kegiatan di Laboratorium | 14 |

| | Halaman |
|---|---------|
| 3.4.8. Analisis Data | 14 |
| 3.5. Peubah yang Diamati | 14 |
| BAB.4 HASIL DAN PEMBAHASAN | 15 |
| 4.1. Karakteristik Tanah Awal | 15 |
| 4.2 Karakteristik Abu Terbang Batubara | 16 |
| 4.3. Dinamika pH, Al-dd dan SiO ₂ Setelah Perlakuan..... | 18 |
| 4.3.1. Reaksi Tanah (pH H ₂ O)..... | 18 |
| 4.3.2. Al-dd | 21 |
| 4.3.2. SiO ₂ (Silika) | 23 |
| BAB.5 KESIMPULAN DAN SARAN | 26 |
| 5.1. Kesimpulan | 26 |
| 5.2. Saran | 26 |
| DAFTAR PUSTAKA | |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 4.1. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan Al-dd Ultisol pada masa inkubasi hari ke-30 | 21 |
| Gambar 4.2. Hubungan antara perlakuan dengan kandungan Al-dd Ultisol pada masa inkubasi hari ke-30 | 22 |
| Gambar 4.3. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan SiO ₂ Ultisol pada masa inkubasi hari ke-30 | 23 |
| Gambar 4.4. Hubungan antara perlakuan dengan kandungan SiO ₂ Ultisol pada masa inkubasi hari ke-30 | 24 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 4.1. Hasil analisis tanah awal | 15 |
| Tabel 4.2. Hasil analisis abu terbang batubara | 17 |
| Tabel 4.3. Pengaruh perlakuan abu terbang batubara dan kapur pertanian terhadap pH tanah selama penelitian | 19 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| Lampiran 1. Denah penelitian | 31 |
| Lampiran 2. Perhitungan kapur pertanian dan abu terbang batubara | 32 |
| Lampiran 3. Perhitungan berat kering mutlak tanah | 39 |
| Lampiran 4. Kriteria penilaian sifat-sifat tanah | 40 |
| Lampiran 5. Reaksi tanah (pH H ₂ O) minggu ke 1 inkubasi | 41 |
| Lampiran 6. Reaksi tanah (pH H ₂ O) minggu ke 2 inkubasi | 42 |
| Lampiran 7. Reaksi tanah (pH H ₂ O) minggu ke 3 inkubasi | 43 |
| Lampiran 8. Reaksi tanah (pH H ₂ O) minggu ke 4 inkubasi | 44 |
| Lampiran 9. Hasil analisis Al-dd dan SiO ₂ setelah perlakuan | 45 |
| Lampiran 10. Foto-foto penelitian | 46 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ultisol merupakan salah satu tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas, mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25 % dari total luas daratan Indonesia (Prasetyo *et al.*, 2006). Ultisol merupakan tanah yang umumnya diusahakan sebagai lahan pertanian baik itu pertanian lahan basah maupun pertanian lahan kering. Akan tetapi Ultisol mempunyai beberapa permasalahan yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman dan pengaruh kemasaman tanah, diantaranya yaitu terakumulasinya ion H^+ pada tanah sehingga menghambat pertumbuhan tanaman, tingginya kandungan Al^{3+} sehingga beracun bagi tanaman, berkurangnya unsur mikroorganisme tanah sehingga proses fotosintesis terganggu, dan keracunan unsur mikro yang memiliki kelarutan yang tinggi pada tanah masam. Berdasarkan berbagai masalah tanah masam tersebut, maka prinsip utama pengelolaan tanah masam adalah menurunkan kemasaman tanah dan mengurangi kejenuhan Al yang meracun, serta meningkatkan ketersediaan hara.

Kemasaman tanah dapat diturunkan dengan mengaplikasikan bahan pembenah tanah berupa kapur pertanian. Namun penggunaan kapur pertanian ini relatif masih terbatas, akibat harga dan biaya transportasi yang relatif tinggi (Baligar dan Fageria, 2006). Pertimbangan biaya, terutama pengangkutan yang menyebabkan mahalnya harga kapur. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengganti kapur pertanian yang lebih murah, lebih tersedia serta lebih ramah lingkungan (Kuswandi, 2005). Abu terbang batubara sebagai produk samping pembakaran batubara dinilai sebagai salah satu alternatif paling potensial menggantikan kapur pertanian sebagai bahan pembenah tanah (Hermawan *et al.*, 2013).

Abu terbang batubara tersedia dalam jumlah yang melimpah. Umumnya abu terbang batubara bersifat alkalis dengan pH 8 – 12 (Damayanti, 2003). Produksi batubara di Indonesia pada tahun 2012 tercatat sebesar 443 juta ton (WOCA, 2012). Pembakaran batubara menghasilkan sekitar 5 % polutan padat yang berupa abu (*fly ash* dan *bottom ash*), di mana sekitar 10-20 % adalah abu

dasar (*bottom ash*) dan sekitar 80-90 % abu terbang (*fly ash*) dari total abu yang dihasilkan (Wardani, 2008). Berdasarkan persentase tersebut maka didapat jumlah abu terbang yang dihasilkan sebanyak 9,92 juta ton. Berdasarkan percobaan lapangan yang dilakukan Kruger dan SurrIDGE (2009) menunjukkan bahwa abu terbang (baik sendiri atau bersama dengan bahan organik dan/atau pupuk) dapat meningkatkan kualitas tanah, diantaranya perbaikan tekstur tanah, retensi air dan status hara tanah dengan mengubah regim pH. Abu terbang batubara umumnya bersifat basa dan memiliki karakteristik kimia yang potensial untuk meningkatkan pH pada tanah masam (Mittra *et al.*, 2003 dalam Hermawan *et al.*, 2013).

Informasi mengenai pemanfaatan abu terbang batubara sebagai alternatif pengganti kapur pertanian pada Ultisol di Sumatera Selatan relatif masih sedikit. Oleh karena itu penelitian mengenai abu terbang batubara sebagai bahan amelioran perlu dilakukan. Penelitian dilakukan sebagai usaha untuk mengetahui pengaruh pemberian abu terbang batubara terhadap dinamika pH Ultisol pada tiap minggu selama 4 minggu, serta Al-dd dan SiO₂ setelah 30 hari inkubasi.

Inkubasi dilakukan selama 30 hari karena pada waktu tersebut dianggap baik untuk melihat reaksi bahan amelioran terhadap tanah. Dengan mengetahui dinamika pH maka dapat diketahui tingkat perubahan yang terjadi selama penelitian karena pH sangat mempengaruhi ketersediaan kandungan mineral makro dan mikro dalam tanah. Nilai pH berhubungan dengan Al-dd dalam tanah, sedangkan SiO₂ merupakan salah satu komponen yang paling dominan jumlahnya pada abu terbang batubara.

1.2. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh pemberian abu terbang batubara dan kapur pertanian terhadap dinamika pH, Al-dd dan SiO₂ yang terkandung di dalam tanah.

1.3. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menambahkan informasi untuk arahan pemanfaatan abu terbang batubara untuk meningkatkan kualitas tanah berdasarkan pH tanah, Al-dd dan SiO₂ yang terkandung dalam tanah yang telah diberi

perlakuan abu terbang batubara, serta arahan pengelolaan abu terbang batubara sebagai amelioran untuk menurunkan beban pencemaran lingkungan.

1.4. Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini yaitu diduga pemberian abu terbang batubara dapat meningkatkan pH tanah, menurunkan kelarutan Al-dd tanah serta meningkatkan kandungan SiO_2 dalam tanah seiring dengan meningkatnya dosis yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriano, D.C., Page, A.L., Elseewi, A.A., Chang, A.C. and Straugham, I. 1980. Utilization and disposal of fly-ash and coal residues in terrestrial ecosystem : a review. *J. Environ. Qual.* 9.333-334.
- Affandi, A. 2001. *Pengaruh Cara Inkubasi, Pengapuran dan Pemupukan Fosfor terhadap Tanaman Jagung (Zea mays L.) pada Tanah Hapludult (Podsolik)*. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Aggarwal, S., Singh, G.R., and Yadav, B.R. 2009. Utilization of fly ash for crop production: effect on the growth of wheat and sorghum crops and soil properties. *Journal of Agricultural Physics*. Vol.9, pp.20-23.
- Aktar, M. W. 2008. Fly ash use in agriculture: a perspective. *Amazines*. Sunday April 25, 2010. p. 1-12. File://F:\fly%20ash%20for%20agriculture.mht (Diakses 27 Juni 2016).
- Andreita, R.R. 2011. *Dampak Debu Vulkanik Gunung Sinabung Terhadap Perubahan Sifat Kimia Tanah Inceptisol*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Arini, Endang. 2011. Pemberian kapur (CaCO₃) untuk perbaikan kualitas tanah tambak dan pertumbuhan rumput laut *Gracillaria Sp.* *Jurnal Saintek Perikanan Vol. 6, No. 2, 2011, 23 - 30*
- Baligar V.C. and Fageria N.K. 2006. *Physiology of crop production*. The Haworth Press, New York.
- Damayanti, R. 2003. *Pemanfaatan abu batubara sebagai bahan pembenah tanah atau soil conditioner di daerah penimbunan tailing pengolahan emas*. Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Darmawijaya, I. 1992. *Klasifikasi tanah, dasar teori bagi peneliti tanah dan pelaksana pertanian di Indonesia*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Evangelou, V. P. 1996. Coal ash chemical properties and potential influence on water quality. *Proceedings of coal combustion by-products associated with coal mining: Interactive Forum. Southern Illinois University at Carbondale*.
- Gonzales, J.M., Hernandez, E. Fernandes, and Herbillon A.J. 1982. Influence of silica content on surface charge characteristics of allophanic clays. *Clay and Minerlas*. 2:103-119.

- Hanafiah, K.A. 2005. *Dasar-dasar ilmu tanah*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Hardjowigeno, S.J. 1993. *Klasifikasi tanah dan pedogenesis*. Akademika Pressindo, Jakarta
- Hermawan, A., Sabaruddin, Marsi and Hayati, R. 2013. Status jerapan dan ketersediaan P abu terbang batubara akibat penambahan kotoran ayam. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*. Palembang. Hal 245-255.
- Hermawan, A., Sabaruddin, Marsi dan Hayati, R. 2014. Perubahan jerapan P pada ultisol akibat pemberian campuran abu terbang batubara – kotoran ayam. *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi – Sains Tanah*. Vol. 11 No.1.
- Indrasari, A. dan Syukur, A. 2006. Pengaruh pemberian pupuk kandang dan unsur hara mikro terhadap pertumbuhan jagung pada ultisol yang dikapur. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan Vol 6 (2) (2006) p: 116-123*
- Kruger, R.A. and Surridge, A.K. 2009. Predicting the efficacy of fly ash as a soil ameliorant. *World of Coal Ash (WOCA) Conference*. Lexington, KY, USA. May 4-7, 2009.
- Kuswandi. 2005. *Pengapuran tanah pertanian (Edisi revisi)*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Landman, AA. 2003. *Aspect of Solid-state Chemistry of Fly Ash and Ultramarine Pigments*. University of Pretoria, Pretoria.
- Makarim, A.K, Suhartatik, E. dan Kartohardjono, A. 2007. Silikon: Hara Penting pada sistem produksi padi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*, Vol. 2 No. 2 - 2195-204
- Munir, M. 2008. *Pemanfaatan abu batubara (Fly Ash) untuk hollow block yang bermutu dan aman bagi lingkungan*, Tesis Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- Notohadiprawiro, T. 2006. *Ultisol, fakta, dan implikasi pertaniannya* Repro: Ilmu Tanah Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Noviardi, R. 2013. Limbah batubara sebagai pembenah tanah dan sumber nutrisi: studi kasus tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus*). *Jurnal Geologi dan Pertambangan. Pusat Penelitian Geoteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*, Vol. 23, No.1, Juni 2013 (67-78).
- Pandey, C.V. and Singh, N. 2010. Impact of fly ash incorporation in soil systems. *Journal Agriculture, Ecosystems and Environment* 136(2010):16-27.
- Prasetyo, B.H. dan Suriadikarta. D.A. 2006. Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 25(2):39-46.

- Retnosari, A. 2013. *Ekstraksi dan penentuan kadar silika (SiO₂) hasil ekstraksi dari abu terbang (Fly Ash) batubara*. Universitas Jember. Jember.
- Rosmarkam A. dan Yuwono N.W, 2002. *Ilmu kesuburan tanah*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Rukmana, R. 2002. *Usaha tani kentang mulsa plastik*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Rusdiana, O. dan Lubis R.S. 2012. Pendugaan korelasi antara karakteristik tanah terhadap cadangan karbon (carbon stock) pada hutan sekunder. *Jurnal Silvikultur Tropika*. Vol. 03 No. 01 April 2012, Hal. 14 – 21.
- Subagyo, H., Suharta, N. dan Siswanto. A.B. 2004. *Tanah-tanah pertanian di Indonesia*. hlm. 21-66. Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Sumner, M.E. and Farina, M.P.W. 1986. *Phosphorus Interaction with Other Nutrients and Lime in Field Cropping Systems*. Dalam B.A. Stewart (ed.). *Advances in Soil Science*. (5). Springer, Verlag.
- Tan, K.H. 1991. *Dasar – Dasar Kimia Tanah*. Diterjemahkan oleh Didick Hadjar Goemadi. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Thivahary, V. 2004. Fly ash-A potential soil amendment for increasing crop yields. *Daily News*, 17 Februari 2004. (<http://www.dailynews.lk/2004/02/17/fea0.html>, diunduh pada 20 September 2015).
- Wardani, S.P. 2008. Pemanfaatan Limbah Batubara (Fly Ash) untuk Stabilitas Tanah maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan. *Pidato Pengukuhan Upacara Penerimaan Jabatan Guru Besar*, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Wikana, M.R. 2015. *Pengaruh kombinasi pupuk kandang sapi dan abu terbang batubara terhadap pertumbuhan dan serapan logam Cr oleh padi gogo pada alfisol, banyumas*, Skripsi. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- WOCA. 2012. *World coal asociation*. (<http://www.worldcoal.org/resources/coal-statistics/> diakses 29 Agustus 2015)
- Wong. J.W.C. 1995. The production of artificial soil mix from coal fly ash and sewage sludge. *Environ. Tech*. 16:741-751
- Yukamgo, E. dan Yuwono, N.W. 2007. Peran silikon sebagai unsur bermanfaat pada tanaman tebu. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* Vol. 7 No.2 hal: 103-116