

SKRIPSI

**PERUBAHAN pH, SiO₂, Al-dd TANAH dan PERTUMBUHAN
TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) AKIBAT PEMBERIAN
ABU TERBANG BATUBARA PADA ULTISOL**

***THE CHANGES OF SOIL pH, SiO₂, *exch-Al* and GROWTH
OF CORN (*Zea mays* L.) DUE TO THE ADDITION OF
FLY ASH COAL ON ULTISOL***



**Koming Ayu Juliana Sari
05121007017**

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

SUMMARY

KOMING AYU JULIANA SARI. The Changes of Soil pH, SiO₂, exch-Al and Growth of Corn (*Zea mays* L.) Due to The Addition of Fly Ash Coal on Ultisol (Supervised by **AGUS HERMAWAN** dan **DWI PROBOWATI SULISTIYANI**).

This research has purpose to learn and chemical characterizing of fly ash coal, learn the changes of characteristics of soil chemistry (pH and exch-Al) and SiO₂ due to the addition of the fly ash coal based on it's dose and learn the influence of the addition of the fly ash coal based on it's dose to the growth of corn. This research was conducted in greenhouse of Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University in September 2015 until May 2016. This research using randomized complete design method with 7 treatment and 3 repetition, so that there were 21 polybag trial. The mixture dose of the fly ash coal and agricultural lime applied is equivalent dose of 1,5 x exch-Al. The treatment dose of the fly ash coal was set based on the power of it's netralitation (equivalent CaCO₃/CCE). The results of CaCO₃/CCE on the analysis of the fly ash coal is 27,40 %. The parameters that observed consists of 1) pH H₂O, 2) SiO₂, 3) soil exch-Al and 4) height of corn plant. The data obtained in the analysis using the analysis of variance (ANOVA) and continue with different real smallest test level of 5 %. The results showed that the provision of the fly ash coal and agricultural lime can improve the soil pH, SiO₂ and lower the soil exch-Al on ultisol as well as improve the height of corn plant (*Zea mays* L.) on a variety of treatment compared to control. The applications fly ash coal and agricultural lime has real influential effect to the soil pH, soil exch-Al, plant height and has not ral influence against SiO₂.

Key words : fly ash coal, corn, ultisol

RINGKASAN

KOMING AYU JULIANA SARI. Perubahan pH, SiO₂, Al-dd Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Akibat Pemberian Abu Terbang Batubara pada Ultisol (Dibimbing oleh **AGUS HERMAWAN** dan **DWI PROBOWATI SULISTIYANI**).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dan melakukan karakterisasi kimia abu terbang batubara, mempelajari perubahan beberapa karakteristik kimia tanah (pH dan Al-dd) dan SiO₂ akibat pemberian abu terbang batubara berdasarkan dosisnya dan mempelajari pengaruh pemberian abu terbang batubara berdasarkan dosisnya terhadap pertumbuhan tanaman jagung. Penelitian ini dilakukan di Rumah Kaca Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya pada bulan September 2015 sampai Mei 2016. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 3 ulangan, sehingga terdapat 21 polybag percobaan. Dosis campuran abu terbang batubara dan kapur pertanian yang diterapkan adalah dosis setara 1,5 x Al-dd. Perlakuan dosis abu terbang batubara ditetapkan berdasarkan daya netralisasinya (setara CaCO₃/CCE). Hasil CaCO₃/CCE pada analisis abu terbang batubara adalah 27,40 %. Peubah yang diamati terdiri dari 1) pH H₂O, 2) SiO₂, 3) Al-dd tanah dan 4) tinggi tanaman jagung. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) taraf 5 %. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian abu terbang batubara dan kapur pertanian dapat meningkatkan pH tanah, SiO₂ dan menurunkan Al-dd tanah pada ultisol serta meningkatkan tinggi tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada berbagai perlakuan dibandingkan dengan kontrol. Aplikasi abu terbang batubara dan kapur pertanian berpengaruh nyata terhadap pH tanah, Al-dd tanah, tinggi tanaman dan berpengaruh tidak nyata terhadap SiO₂.

Kata Kunci : abu terbang batubara, jagung, ultisol.

SKRIPSI

**PERUBAHAN pH, SiO₂, Al-dd TANAH dan PERTUMBUHAN
TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) AKIBAT PEMBERIAN
ABU TERBANG BATUBARA PADA ULTISOL**

***THE CHANGES OF SOIL pH, SiO₂, exch-Al and GROWTH
OF CORN (*Zea mays* L.) DUE TO THE ADDITION OF
FLY ASH COAL ON ULTISOL***

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



**Koming Ayu Juliana Sari
05121007017**

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

LEMBAR PENGESAHAN

PERUBAHAN pH, SiO₂, Al-dd TANAH dan PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) AKIBAT PEMBERIAN ABU TERBANG BATUBARA PADA ULTISOL

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pertanian

Oleh
Koming Ayu Juliana Sari
05121007017

Indralaya, September 2016

Pembimbing I



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

Pembimbing II



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

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian



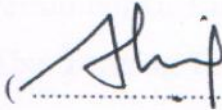

Dr. Ir. Erizal Sodikin
NIP. 196002111985031002

Skripsi dengan judul “Perubahan pH, SiO₂, Al-dd Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Akibat Pemberian Abu Terbang Batubara pada Ultisol” oleh Koming Ayu Juliana Sari 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.
NIP. 196808291993031002

Ketua

()

2. Dra. Dwi Probawati Sulistyani, M.S.
NIP. 195809181984032001

Sekretaris

()

3. Dr. Ir. Abdul Madjid Rohim, M.S.
NIP.196110051987031023

Anggota

()

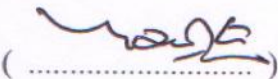
4. Dr. Ir. Adipati Napoleon, M.P.
NIP. 196204211990031002

Anggota

()

5. Dr.Ir. Muh Bambang Prayitno, M.Agr.Sc.
NIP. 196109201990011001

Anggota

()

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 dibawah ini :

Nama : Koming Ayu Juliana Sari

NIM : 05121007017

Judul : Perubahan pH, SiO₂, Al-dd Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Akibat Pemberian Abu Terbang Batubara pada Ultisol

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

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



Indralaya, September 2016



[Koming Ayu Juliana Sari]

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 04 Juli 1994 di Jambi, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Orang tua bernama dr. Ahmad Ramadhan, M.KM dan Ni Nyoman Tamin, S.Pd.

Pendidikan sekolah dasar diselesaikan pada tahun 2006 di SD Negeri 64 Kota Jambi, sekolah menengah pertama pada tahun 2009 di SMP Negeri 17 Kota Jambi dan sekolah menengah atas tahun 2012 di SMA Negeri 05 Kota Jambi. Sejak Agustus 2012 penulis tercatat sebagai mahasiswa di Program Studi Agroekoteknologi dan tahun 2014 penulis tercatat sebagai mahasiswa Peminatan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Tahun 2014/2015 penulis dipercaya menjadi salah satu pengurus Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Tahun 2015 penulis dipercaya menjadi asisten untuk mata kuliah Kimia Tanah.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perubahan pH, SiO₂, Al-dd Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Akibat Pemberian Abu Terbang Batubara pada Ultisol”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan semangat serta doanya kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Agus Hermawan, M.T. dan Ibu Dra. Dwi Probowati Sulistyani, M.S. selaku dosen pembimbing atas kesabaran dan perhatiannya dalam memberikan arahan kepada penulis sejak perencanaan, pelaksanaan, analisis hasil penelitian sampai penyusunan dan penulisannya ke dalam bentuk laporan skripsi ini. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya juga penulis sampaikan kepada seluruh analis laboratorium dan teman-teman angkatan 2012 serta pihak-pihak lain atas waktu dan tenaga yang telah dicurahkan dalam membantu menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini berguna bagi penulis khususnya dan para pembaca pada umumnya, guna meningkatkan pengetahuan.

Indralaya, September 2016

Penulis

Universitas Sriwijaya

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Hipotesis	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Abu Terbang Batubara (<i>Fly Ash Coal</i>)	4
2.1.1. Komposisi Kimia Abu Terbang Batubara (<i>Fly Ash Coal</i>)	5
2.2. Ultisol	8
2.3. Tanaman Jagung (<i>Zea mays</i> L.)	11
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN	14
3.1. Tempat dan Waktu	14
3.2. Alat dan Bahan	14
3.3. Metode Penelitian	14
3.4. Cara Kerja	15
3.4.1. Persiapan Penelitian	15
3.4.2. Kegiatan Lapangan	15
3.4.3. Persiapan Media Tanam dan Pemberian Perlakuan.....	16
3.4.4. Seleksi Benih	16
3.4.5. Penanaman Benih	16
3.4.6. Pemeliharaan	17
3.4.7. Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Jagung	17
3.4.8. Kegiatan di Laboratorium	17
3.4.9. Analisis Data	17

3.5. Peubah yang Diamati.....	18
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1. Karakteristik Tanah Awal.....	19
4.2. Karakteristik Abu Terbang Batubara	21
4.3. Karakteristik Sifat Kimia Tanah Setelah Perlakuan	22
4.3.1. Reaksi pH (H ₂ O)	23
4.3.2. SiO ₂	26
4.3.3. Al-dd Tanah	29
4.4. Tinggi Tanaman	31
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1. Kesimpulan	35
5.2. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1. Hasil rata-rata SiO ₂ tanah setelah diberi perlakuan abu terbang batubara dan kapur pertanian	27

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Komposisi kimia abu terbang batubara	6
Tabel 4.1. Hasil analisis tanah awal sebelum diberi perlakuan.....	19
Tabel 4.2. Hasil analisis abu terbang batubara yang digunakan pada penelitian.....	21
Tabel 4.3. Pengaruh pemberian abu terbang batubara dan kapur pertanian terhadap pH tanah selama penelitian	23
Tabel 4.4. Pengaruh pemberian abu terbang batubara dan kapur pertanian terhadap Al-dd tanah	29
Tabel 4.5. Pengaruh pemberian abu terbang batubara dan kapur pertanian terhadap tinggi tanaman jagung (<i>Zea mays</i> L.) umur 8 MST	32

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Denah penelitian	41
Lampiran 2. Perhitungan kapur pertanian dan abu terbang batubara.....	42
Lampiran 3. Perhitungan pupuk.....	46
Lampiran 4. Perhitungan berat kering mutlak tanah	48
Lampiran 5. Kriteria penilaian sifat kimia tanah	49
Lampiran 6. Reaksi pH (H ₂ O) tanah minggu ke 1 setelah diberi perlakuan....	50
Lampiran 7. Reaksi pH (H ₂ O) tanah minggu ke 2 setelah diberi perlakuan....	51
Lampiran 8. Reaksi pH (H ₂ O) tanah minggu ke 3 setelah diberi perlakuan....	52
Lampiran 9. Reaksi pH (H ₂ O) tanah minggu ke 4 setelah diberi perlakuan....	53
Lampiran 10. Reaksi pH (H ₂ O) tanah minggu ke 5 setelah diberi perlakuan....	54
Lampiran 11. Reaksi pH (H ₂ O) tanah minggu ke 6 setelah diberi perlakuan....	55
Lampiran 12. Reaksi pH (H ₂ O) tanah minggu ke 7 setelah diberi perlakuan....	56
Lampiran 13. Persen SiO ₂ tanah setelah diberi perlakuan	57
Lampiran 14. Persen Al-dd tanah setelah diberi perlakuan	58
Lampiran 15. Tinggi tanaman 2 MST setelah diberi perlakuan	59
Lampiran 16. Tinggi tanaman 4 MST setelah diberi perlakuan.....	60
Lampiran 17. Tinggi tanaman 6 MST setelah diberi perlakuan	61
Lampiran 18. Tinggi tanaman 8 MST setelah diberi perlakuan	62
Lampiran 19. Foto-foto penelitian	63

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ultisol merupakan jenis tanah di Sumatera Selatan yang berupa lahan kering marjinal yang berpotensi besar sebagai daerah pertanian. Kemasaman tanah yang tinggi merupakan kendala utama tercapainya produksi optimal jagung pada Ultisol. Kendala kemasaman tanah pada Ultisol menyebabkan ketersediaan unsur hara makro di dalam tanah terutama hara P, K, Ca, Mg dan S menjadi tidak tersedia sedangkan kadar ion Fe dan Al sangat tinggi (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Kadar ion Fe dan Al yang sangat tinggi di dalam tanah dapat meracuni tanaman dan ion Fe yang terlalu banyak diserap oleh tanaman dapat menghambat serapan hara-hara yang lain sehingga menyebabkan produksi tanaman menjadi tidak optimal.

Bahan-bahan yang digunakan dalam upaya menurunkan kemasaman tanah adalah dengan pemberian kapur pertanian. Namun penggunaan kapur pertanian masih sangat terbatas akibat harganya yang mahal dan biaya transportasi yang tinggi sehingga diperlukan bahan alternatif yang lebih murah. Pemberian kapur setara dengan 1,5 x Al-dd (1,5 ton CaCO_3 /ha setiap 1 me Al-dd/100 g tanah) yang dikombinasikan dengan 250 kg TSP dapat disarankan untuk meningkatkan produksi tanaman jagung (Sarief, 1993 *dalam* Hardjoloekito, 2009). Menurut Sondari (2005) *dalam* Syafitri *et al.*, (2012), abu terbang batubara dapat berfungsi sebagai bahan amelioran dan bahkan berfungsi sebagai alternatif pengganti kapur pertanian.

Abu terbang batubara berpotensi sebagai alternatif pengganti kapur pertanian karena bersifat alkalis yaitu pH 8-12. Pemberian abu terbang batubara pada tanah masam dapat meningkatkan pH karena kaya akan Ca dan Mg silikat, aluminosilikat dan oksida Ca dan Mg (Brouwers dan Van Eijk, 2003 *dalam* Hermawan *et al.*, 2014). Abu terbang batubara dapat meningkatkan pH tanah karena mengandung kation-kation basa yang dapat dipertukarkan seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ dan Al^{3+} yang terikat dalam kompleks serapan. Pemberian abu terbang

batubara pada tanah dapat meningkatkan pH pada tanah masam daripada tanah basa karena CO_2 akan bereaksi lebih reaktif dengan CaO dan menghasilkan CaCO_3 sehingga pH tanah cenderung menjadi netral (Thivahary, 2004 dalam Noviardi, 2013).

Abu terbang batubara berpotensi sebagai alternatif kapur pertanian karena tersusun oleh komponen utamanya adalah silika (SiO_2) (Chang dan Shih, 1998 dalam Murniati *et al.*, 2009). Menurut Jumaeri *et al.*, (2007), abu terbang batubara memiliki komposisi oksida SiO_2 sebesar 54,59 %. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa abu terbang batubara relatif aman untuk digunakan sebagai amelioran pada tanah pertanian karena tidak menimbulkan pencemaran lingkungan dan diketahui dapat meningkatkan produksi tanaman (Mitra *et al.*, 2003 dalam Hermawan *et al.*, 2014).

Berdasarkan hasil penelitian Hermawan *et al.*, (2013), campuran abu terbang batubara dan kotoran ayam dengan perbandingan 1:1 dan diinkubasi selama 45 hari memberikan karakteristik terbaik yaitu $\text{pH H}_2\text{O}=7,77$. Berdasarkan hasil penelitian Hermawan *et al.*, (2014), campuran abu terbang batubara dengan kotoran ayam dapat digunakan sebagai amelioran untuk menurunkan jerapan P dan meningkatkan ketersediaan P pada Ultisol melalui peningkatan pH dan muatan negatif tanah pada tanaman jagung. Berdasarkan hasil penelitian Prasetyo *et al.*, (2010), pemberian abu batubara sebesar 60 ton/ha dapat meningkatkan beberapa sifat kimia tanah seperti peningkatan pH, ketersediaan P, kation basa, Si tersedia dan penurunan kejenuhan Al dan serapan SiO_2 pada tanaman padi.

Informasi mengenai pengaruh pemanfaatan abu terbang batubara sebagai alternatif pengganti kapur pertanian pada Ultisol relatif masih sangat sedikit. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai perubahan pH, SiO_2 , Al-dd tanah dan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.) akibat pemberian abu terbang batubara pada Ultisol.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Mempelajari dan melakukan karakterisasi kimia abu terbang batubara.

2. Mempelajari perubahan beberapa karakteristik kimia tanah (pH dan Al-dd) dan SiO₂ akibat pemberian abu terbang batubara berdasarkan dosisnya.
3. Mempelajari pengaruh pemberian abu terbang batubara berdasarkan dosisnya terhadap pertumbuhan tanaman jagung.

1.3. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk menambah informasi dan menjadi salah satu database dalam pemanfaatan limbah abu terbang batubara untuk meningkatkan produktifitas tanah masam.
2. Penelitian ini diharapkan bermanfaat dalam kegiatan pengelolaan limbah yang dihasilkan dari proses pembakaran batubara di Sumatera Selatan dan nasional.
3. Penelitian ini diharapkan juga bermanfaat untuk meningkatkan potensi pemanfaatan abu terbang batubara sebagai bahan pengganti kapur pertanian beserta mekanisme yang terjadi dalam menurunkan kemasaman tanah.

1.4. Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Diduga perlakuan dengan dosis 60 % abu terbang batubara dan 40 % kapur pertanian (setara 1,5 x Al-dd) merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan pH tanah dan SiO₂ serta menurunkan kelarutan Al-dd tanah.
2. Diduga perlakuan dengan dosis 60 % abu terbang batubara dan 40 % kapur pertanian (setara 1,5 x Al-dd) merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, S., Singh, G.R. dan 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*. 9:20-23.
- Agusni dan Halus, S. 2012. Perubahan kualitas tanah ultisol akibat penambahan berbagai sumber bahan organik. *Jurnal Pertanian*. 12(3):32-36.
- Ansal A.A. 2014. *Dinamika Fosfor pada Tanah Ultisol yang Diberi Kompos dan Batuan Phosphat*, Skripsi (Tidak dipublikasikan). Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Arviandi, R., Rauf, A. dan Sitanggang, G. 2015. Evaluasi sifat kimia tanah inceptisol pada kebun inti tanaman gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) di kecamatan salak kabupaten pakkak bharat. *Jurnal Agroekoteknologi*. 3(4):1329-1334.
- Asmar., Emalinda, O. dan Vendra, D.H. 2012. Pengaruh rancangan barisan dan periode pangkas terhadap biomasa dan hasil unsur hara titonia (*Tithonia diversifolia*) pada ultisol. *Jurnal Solum*. 9(2):19-33.
- Fauzi, R. 2012. *Mempelajari Tingkat Kekerasan Biji Jagung Selama Pengeringan Lapisan Tipis*, Skripsi (Tidak dipublikasikan). Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Hardjoloekito, A.J.H.S. 2009. Pengaruh Pengapuran dan Pemupukan P Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) pada Tanah Latosol. 5(2):1-19.
- Hermawan A., Sabaruddin., Marsi. dan 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., Hayati, R. dan Warsito. 2013. Modifikasi titik muatan nol tanah bermuatan terubahkan melalui pemberian campuran abu terbang batubara-kotoran ayam. *Jurnal Agrista*. 17(3):93-102.
- Hermawan, A., Sabaruddin., Marsi., Hayati, R. dan Warsito. 2014. Perubahan jerapan P pada ultisol akibat pemberian campuran abu terbang batubara-kotoran ayam. *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*. 11(1):1-10.

- Hermawan, A., Sabaruddin., Marsi., Hayati, R. dan Warsito. 2014. Perubahan titik muatan nol dan muatan negatif abu terbang batubara akibat penambahan kotoran ayam dan waktu inkubasi. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 3(4):191-200.
- Jumaeri., Astuti, W. dan Lestari, W.T.P. 2007. Preparasi dan karakterisasi zeolite dari abu layang batubara secara alkali hidrotermal. *Jurnal Reaktor*. 11(1):38-44.
- Lestari Y.T. 2013. *Pemanfaatan Limbah Abu Terbang (Fly Ash) Batubara Sebagai Adsorben untuk Penentuan Kadar Gas NO₂ di Udara*, Skripsi (Tidak dipublikasikan). FMIPA Universitas Jember, Jember.
- Malik, A. and Thapliyal, A. 2009. Eco-friendly Fly Ash Utilization : Potential for Land Application. Critical Review In Environmental Science and Technology. 39:333-366.
- Ma'rifat., Didik, K., Khamidinal. dan Irwan, N. 2014. Sintesis zeolit dari abu dasar batubara dan aplikasinya sebagai adsorben logam merkuri (II). *Jurnal Kimia*. 9(1):73-83.
- Munawar, A. 2011. Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman. IPB Press, Bogor.
- Murniati., Nurul, H. dan Mudasir. 2009. Pemanfaatan limbah abu dasar batubara sebagai bahan dasar sintesis zeolit dan aplikasinya sebagai adsorben logam berat Cu (II). *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta*. Yogyakarta.
- Novia., Umi, A. dan Elfa, S. 2010. Pembuatan adsorben dari fly ash hasil pembakaran batubara untuk mengadsorpsi logam besi (Fe). *Jurnal Teknik Kimia*. 17(4):1-8.
- Noviardi, R. 2013. Limbah batubara sebagai pembenah tanah dan sumber nutrisi: studi kasus tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus*). *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*. 23(1):61-72.
- Prasetyo, B.H., Subardja, D. dan Kaslan, B. 2005. Ultisols dari bahan volkan andesitic di lereng bawah G. Ungaran. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 23:1-12.
- 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):39-47.

- Prasetyo, T.B., Syafrimen, Y. dan Edri, Y. 2010. Pengaruh pemberian abu batubara sebagai sumber silika (Si) bagi pertumbuhan dan produksi tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Solum*. 7(1):1-6.
- Rahma, M.Y., Marsi. dan Gofar, N. 2014. Pengaruh abu ketel asal pabrik gula terhadap ketersediaan P, Al-dd, pH tanah dan Si tanah pada ultisol dan histosol. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*. Palembang. Hal 1-10.
- Rinaldi., Milda, E. dan Yunis, M. 2014. Pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays* L.) yang ditumpangsarikan dengan kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Pertanian*. Hal 1-20.
- Sumarwoto. 2004. Pengaruh pemberian kapur dan ukuran bulbil terhadap pertumbuhan iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada tanah ber-Al tinggi. *Jurnal Pertanian*. 11(2):45-53.
- Suprihatin, E., Titin, A.Z. dan Nelly, W. 2015. pembuatan membran silika dari *fly ash* dan aplikasinya untuk menurunkan kadar COD dan BOD limbah cair kelapa sawit. *Jurnal Kimia*. 4(3):48-53.
- Syafitri, T.Y., Rita, H. dan Ismahan, U. 2012. Pengaruh penggunaan abu terbang (*fly ash*) dan beberapa jenis sawi terhadap kadar logam kadmium (Cd) dan produksi sawi di tanah gambut. *Jurnal Pertanian*. Hal 1-10.
- Veldria, G. 2011. *Peranan kapur, kandang sapi untuk mengurangi buatan dalam budidaya jagung titonia (Tithonia diversifolia) dan pemakaian pupuk (Zea mays) pada andisol*, Skripsi (Tidak dipublikasikan). Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang.
- Wahjudin, U. M. 2006. Pengaruh pemberian kapur dan kompos sisa tanaman terhadap aluminium dapat ditukar dan produksi tanaman kedelai pada tanah *Vertic Hapludult* dari Gajrug, Banten. *Jurnal Pertanian*. 34(3): 141-147.
- Wahyudi, I. 2009. Serapan N tanaman jagung (*Zea mays* L.) akibat pemberian pupuk guano dan pupuk hijau lamtoro pada ultisol wanga. *Jurnal Agroland*. 16(4):265–272.
- Wardhani, E., Mumu, S. dan Anggi, H.D. 2012. Evaluasi pemanfaatan abu terbang (*fly ash*) batubara sebagai campuran media tanam pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*). *Jurnal Itenas Rekayasa*. 16(1):44-56.

Widyaningsih, S., Ely, S. dan Tien, S. 2011. Karakterisasi abu terbang PLTU cilacap untuk menurunkan kesadahan air di desa darmakradenan kecamatan ajibarang kabupaten banyumas. *Jurnal Molekul*. 6(1):35-39.

Zulputra., Wawan. dan Nelvia. 2014. Respon padi gogo (*Oryza sativa* L.) terhadap pemberian silikat dan pupuk fosfat pada tanah ultisol. *Jurnal Agroteknologi*. 4(2):1-10.