

SKRIPSI

**UJI POROSITAS DAN DAYA HANTAR LISTRIK PUPUK
BRIKET ABU TERBANG BATUBARA-BIOMASSA AZOLLA-
UREA SERTA PELEPASAN NITRAT (NO_3^-) PADA ULTISOL**

***TEST OF POROSITY AND ELECTRICAL CONDUCTIVITY
BRIQUETTES FERTILIZER COAL FLY ASH-AZOLLA
BIOMASS-UREA AND NITRATE (NO_3^-) RELEASE
ON ULTISOL***



**Febri Saputra
05071181419004**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

SUMMARY

FEBRI SAPUTRA. Test of Porosity and Electrical Conductivity Briquettes Fertilizer Coal Fly Ash-Azolla Biomass-Urea and Nitrate (NO_3^-) Release on Ultisol. (Supervised by **MUH BAMBANG PRAYITNO** and **AGUS HERMAWAN**).

This research aimed to find out the influence of porosity and electrical conductivity to briquette fertilizer and nitrate (NO_3^-) release on Ultisol. This research was conducted in House of Soil Preparation, Department of Soil Science, Agriculture Faculty of Sriwijaya University and analysis of porosity in Physics and Soil Conservation Laboratory, and analysis electrical conductivity, pH (H_2O), and total nitrate (NO_3^-) release was done in Chemistry, Biology and Soil Fertility Laboratory, Department of Soil Science, Agriculture Faculty of Sriwijaya University. The implementation of this study began in October 2017 until April 2018. This research uses Completely Randomized Factorial Design with the composition of coal fly ash and azolla biomass as treatment factor 1 and percent of urea fertilizer composition as treatment factor 2 then made into 9 combination and 3 replications so that there are 27 experimental units. The results showed that coal fly ash and azolla biomass had no significant effect on porosity of briquette, but has a significant effect on electrical conductivity and total nitrate release, while urea has significant effect on porosity, electric conductivity and total nitrate release of briquette. BR-8 briquette with a combination of 80 % (60 % ATB : 40 % AZ): 20 % Urea is showed at the level of lowest porosity, slowest electrical conductivity and BR-9 briquette with a combination of 70 % (60 % ATB : 40 % AZ): 30 % Urea is highest total nitrate release.

Keywords: Urea, Briquettes Fertilizer, Coal Fly Ash, Azolla Biomass

RINGKASAN

FEBRI SAPUTRA. Uji Porositas dan Daya Hantar Listrik Pupuk Briket Abu Terbang Batubara-Biomassa Azolla-Urea serta Pelepasan Nitrat (NO_3^-) pada Ultisol. (Dibimbing oleh **MUH BAMBANG PRAYITNO** dan **AGUS HERMAWAN**).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui porositas dan daya hantar listrik pupuk briket serta pelepasan nitrat (NO_3^-) pada Ultisol. Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Preparasi Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya dan analisis porositas dilakukan di Laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah, serta pengamatan daya hantar listrik, pH (H_2O), dan total pelepasan nitrat (NO_3^-) dilakukan di Laboratorium Kimia, Biologi dan Kesuburan Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Pelaksanaan penelitian ini dimulai pada Oktober 2017 sampai dengan April 2018. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan komposisi abu terbang batubara dan biomassa azolla sebagai faktor perlakuan 1 dan persen komposisi pupuk urea sebagai faktor perlakuan 2 kemudian dibuat menjadi 9 kombinasi yang diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 27 unit percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan abu terbang batubara dan biomassa azolla berpengaruh tidak nyata terhadap porositas briket, tetapi berpengaruh nyata terhadap daya hantar listrik dan total pelepasan hara nitrat, sedangkan perlakuan urea berpengaruh nyata terhadap porositas, daya hantar listrik dan pelepasan hara nitrat briket. Briket BR-8 dengan kombinasi 80 % (60 % ATB : 40 % AZ) : 20 % Urea menunjukkan tingkat porositas terendah, dan daya hantar listrik yang lambat, sedangkan briket BR-9 kombinasi 70 % (60 % ATB : 40 % AZ) : 30 % Urea menunjukkan total pelepasan nitrat yang paling tinggi.

Kata Kunci: Urea, Pupuk Briket, Abu Terbang Batubara, Biomassa Azolla

SKRIPSI

UJI POROSITAS DAN DAYA HANTAR LISTRIK PUPUK BRIKET ABU TERBANG BATUBARA-BIOMASSA AZOLLA- UREA SERTA PELEPASAN NITRAT (NO₃⁻) PADA ULTISOL

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



Febri Saputra
05071181419004

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

UJI POROSITAS DAN DAYA HANTAR LISTRIK PUPUK BRIKET ABU TERBANG BATUBARA-BIOMASSA AZOLLA- UREA SERTA PELEPASAN NITRAT (NO₃) PADA ULTISOL

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

Febri Saputra
05071181419004

Indralaya, Agustus 2018
Pembimbing II

Pembimbing I




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



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

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian




Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.
NIP 196012021986031003

Skripsi dengan Judul “Uji Porositas dan Daya Hantar Listrik Pupuk Briket Abu Terbang Batubara-Biomassa Azolla-Urea serta Pelepasan Nitrat (NO₃⁻) pada Ultisol” oleh Febri Saputra telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 27 Juli 2018 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Dr. Muh Bambang Prayitno, M.Agr.,Sc. Ketua
NIP 196109201990011001

(.....)

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

Sekretaris

(.....)

3. Ir. H. Marsi, M.Sc., Ph.D.
NIP 196007141985031005

Anggota

(.....)

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

Anggota

(.....)

Ketua Jurusan
Budidaya Pertanian



Dr. Ir. Firdaus Sulaiman, M.Si.
NIP 195908201986021001

Indralaya, Agustus 2018
Koordinator Program Studi
Agroteknologi



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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Febri Saputra
NIM : 05071181419004
Judul : Uji Porositas dan Daya Hantar Listrik Pupuk Briket Abu Terbang
Batubara-Biomassa Azolla-Urea serta Pelepasan Nitrat (NO_3^-)
pada Ultisol.


Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam laporan praktik lapangan ini merupakan hasil pengamatan saya sendiri dibawah supervisi pembimbing lapangan, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam laporan praktik lapangan 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, Agustus 2018




Febri Saputra

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Febri Saputra dan dipanggil dengan Febri. Penulis dilahirkan pada hari Minggu tanggal 04 Februari 1996 di Desa Sumber Baru, Kecamatan Mesuji Raya, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Provinsi Sumatera Selatan. Penulis merupakan anak tunggal dari pernikahan Bapak Sabar dan Ibu Suprihatin.

Penulis menempuh pendidikan pertama di SD Negeri 1 Sumber Baru yang diselesaikan pada tahun 2008, kemudian melanjutkan studinya di SMP Negeri 2 Mesuji Raya yang diselesaikan pada tahun 2011, dan melanjutkan di SMA PGRI 2 Palembang yang diselesaikan pada tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis diterima pada jalur SNMPTN sebagai mahasiswa di Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya yang kemudian mengambil skripsi di bidang Kimia, Biologi dan Kesuburan Tanah di Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Pada periode tahun 2015/2016 penulis pernah menjadi Anggota Medinfo (Media dan Informatika) di Himpunan Mahasiswa Agroekoteknologi (HIMAGROTEK), dan pada periode tahun 2016/2017 penulis juga menjadi Anggota Medinfo (Media dan Informatika) pada Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah (HIMILTA), penulis juga menjadi asisten praktikum pada tahun 2017/2018.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunia yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Uji Porositas dan Daya Hantar Listrik Pupuk Briket Abu Terbang Batubara-Biomassa Azolla-Urea serta Pelepasan Nitrat (NO_3^-) pada Ultisol”. Penulis sangat berterima kasih kepada bapak **Dr. Ir. Muh Bambang Prayitno, M.Agr.,Sc.** dan bapak **Dr. Ir. Agus Hermawan, M.T.** selaku pembimbing skripsi atas kesabaran dan perhatiannya dalam memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis sejak perencanaan, pelaksanaan, dan analisis hasil penelitian sampai penyusunan dan penulisannya kedalam bentuk laporan skripsi ini.

Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini, oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat dibutuhkan penulis agar nantinya dapat dijadikan pedoman pada masa yang akan datang. Mudah-mudahan skripsi ini dapat memberikan sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi yang membaca.

Indralaya, Agustus 2018

Penulis

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	3
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Hipotesis Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Nitrogen	4
2.2.1. Hara Nitrat (NO_3^-).....	5
2.2. Abu Terbang Batubara	6
2.3. Biomassa Azolla.....	8
2.4. Ultisol	9
2.5. Porositas	10
2.6. Daya Hantar Listrik.....	11
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN	13

3.1. Tempat dan Waktu	13
3.2. Alat dan Bahan	13
3.3. Metode Penelitian.....	13
3.4. Cara Kerja	14
3.4.1. Persiapan Penelitian	14
3.4.2. Kegiatan Penelitian	14
3.4.2.1. Pengambilan dan Pengayakan Abu Terbang Batubara	15
3.4.2.2. Pengambilan dan Pengayakan Azolla	15
3.4.2.3. Pengambilan dan Pengayakan Tanah Ultisol.....	15
3.4.2.4. Pembuatan Briket dan Analisis Kandungan Briket.....	15
3.4.3. Analisa di Laboratorium	15
3.4.3.1. Uji Porositas	16
3.4.3.2. Uji Daya Hantar Listrik.....	16
3.4.3.3. Uji Total Pelepasan Nitrat pada Tanah	16
3.5. Peubah Pengamatan	17
3.6. Analisis Data	17
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1. Analisis Pupuk Briket	18
4.2. Tingkat Porositas dan Daya Hantar Listrik Briket	19
4.2.1. Tingkat Porositas Pupuk Briket	19
4.2.2. Nilai Daya Hantar Listrik Briket.....	21
4.3. Karakteristik Tanah Percobaan	23

4.4. Perubahan pH dan Nitrat tanah	24
4.4.1. Reaksi Tanah (pH H ₂ O)	24
4.4.2. Kadar Nitrat Tanah.....	28
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1. Kesimpulan	33
5.2. Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1. Inkubasi Briket pada Toples.....	17
Gambar 4.1. Tingkat Porositas Briket.....	20
Gambar 4.2. Grafik Daya Hantar Listrik Briket.....	22
Gambar 4.3. Perubahan pH Tanah Briket 10 % Urea.....	25
Gambar 4.4. Perubahan pH Tanah Briket 20 % Urea.....	26
Gambar 4.5. Perubahan pH Tanah Briket 30 % Urea.....	27
Gambar 4.6. Total Pelepasan Nitrat Briket 10 % Urea.....	29
Gambar 4.7. Total Pelepasan Nitrat Briket 20 % Urea.....	30
Gambar 4.8. Total Pelepasan Nitrat Briket 30 % Urea.....	31

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Komposisi Abu Terbang Batubara-Biomassa Azolla-Urea.....	14
Tabel 4.1. Hasil Analisis Briket.....	18
Tabel 4.2. Hasil Analisis Tanah Penelitian.....	23

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kriteria Sifat Kimia Tanah Balai Penelitian Tanah (2009).....	39
Lampiran 2. Hasil Analisis Keragaman Porositas Briket.....	40
Lampiran 3. Hasil Analisis Keragaman Daya Hantar Listrik (DHL).....	41
Lampiran 4. Hasil Analisis Keragaman pH Tanah.....	51
Lampiran 5. Hasil Analisis Keragaman Pelepasan Nitrat (NO_3^-).....	56
Lampiran 6. Foto-foto selama penelitian.....	61

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Nitrogen merupakan salah satu nutrisi yang penting dalam pertumbuhan tanaman. Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan nitrogen suatu tanaman yaitu dengan penambahan pupuk urea. Pupuk urea memiliki kandungan nitrogen sebesar 46 %. Urea memiliki sifat higroskopis yang tinggi sehingga mudah terlindi saat diaplikasikan pada tanaman memiliki efisiensi serapan yang rendah yaitu berkisar 30-50 % (Balai Penelitian Tanah, 2005; Sany, 2010).

Nitrogen dalam bentuk nitrat yang berlebihan dapat menurunkan kualitas air tanah. Suatu upaya diperlukan untuk dapat mengurangi kelarutan pupuk dan memperlambat pelepasan nitrogen pada pupuk urea (Ningtias, 2017). Usaha memperlambat pelepasan nitrogen dari pupuk tersebut dapat menurunkan pencemaran lingkungan karena nitrogen dalam bentuk nitrat yang masuk ke perairan merupakan salah satu sumber pencemar air. Nitrogen dalam bentuk anorganik (nitrat, nitrit, dan amoniak) merupakan indikator pencemaran air. Nitrifikasi banyak berpengaruh terhadap kualitas lingkungan karena oksidasi dari NH_4^+ yang stabil menjadi NO_3^- yang mudah larut dapat menyebabkan pencemaran nitrat terhadap air tanah (Hardjowigeno, 2003; Hikmah, 2006).

Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah dengan membuat pupuk urea dalam bentuk briket. Pupuk briket dibuat dengan harapan dapat melepaskan unsur hara yang dikandungnya sedikit demi sedikit sesuai dengan kebutuhan tanaman, sehingga manfaat yang dirasakan dari satu kali aplikasi akan lebih lama (Trenkel, 2010; Lubkowski, 2014).

Pola pelepasan hara dari pupuk yang berpelapis atau mengalami penyalutan secara langsung dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti tipe pelapis, jenis pelapis, proses pelapisan dan kualitas lapisan misalnya ketebalan dan karakteristik permukaan lapisan (Ali dan Danafar, 2015). Bahan pelapis secara umum dibedakan menjadi dua tipe yaitu mineral anorganik dan polimer organik. Penggunaan bahan mineral anorganik lebih sering digunakan dalam pembuatan

sebagai bahan penyalut pupuk dibandingkan dengan polimer organik yang harganya mahal. Mineral anorganik yang sering digunakan tersebut adalah sulfur, gipsum, kapur, semen, zeolit, dan abu terbang (*fly ash*) (Kishor *et al.*, 2010; Singh *et al.*, 2011).

Penggunaan abu terbang batubara dan kotoran ayam pada penelitian sebelumnya dengan perbandingan 50:50 % dapat memperbaiki sifat kimia pada tanah. Penggunaan abu terbang batubara sebagai bahan baku pembuatan briket karena abu terbang batubara mempunyai sifat *pozzolan* (seperti semen), berukuran halus (0,01-100 μm) dan mengandung berbagai oksida basa seperti Ca, Mg, dan K (Kishor *et al.*, 2010; Singh *et al.*, 2011). Keberadaan abu terbang batubara yang melimpah dan jarang dimanfaatkan dapat meningkatkan nilai ekonomis dari abu terbang batubara.

Bahan organik berasal dari biomassa azolla juga ditambahkan pada penelitian ini karena bahan organik dapat mengikat hara ke dalam struktur senyawa organik melalui reaksi kimia secara langsung atau tidak langsung (Tan, 2003; Teixeira *et al.*, 2016; Hermawan *et al.*, 2018). Azolla memiliki nilai C/N ratio yang rendah yaitu sebesar 10,4 (Putra *et al.*, 2013) dengan ketersediaannya yang juga melimpah dan mudah untuk dibudidayakan.

Penggunaan abu terbang batubara dan biomassa azolla sebagai bahan pembuatan pupuk briket ini belum memiliki banyak informasi, sehingga peneliti mencoba membuat briket dari bahan abu terbang batubara dan biomassa azolla sebagai bahan pelapis pupuk urea dengan formulasi yang telah ditentukan. Pupuk briket dengan formulasi yang telah ditentukan kemudian diuji dengan menggunakan uji porositas untuk melihat tingkat porositas pada briket dan daya hantar listrik untuk melihat kadar ion yang dapat dilepaskannya serta menguji total pelepasan nitrat (NO_3^-) pada Ultisol.

1.2. Tujuan

1. Untuk mengetahui tingkat porositas dan daya hantar listrik pada briket abu terbang batubara-biomassa azolla-urea.
2. Untuk mengetahui pengaruh briket abu terbang batubara-biomassa azolla-urea terhadap total pelepasan nitrat (NO_3^-) pada Ultisol.

1.3. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini dilakukan adalah sebagai sumber informasi mengenai bagaimana tingkat porositas dan daya hantar listrik pupuk briket abu terbang batubara-biomassa azolla-urea serta pelepasan nitrat pada Ultisol. Hasil dari penelitian dapat dijadikan sebagai acuan dasar dalam pembuatan pupuk berpelepasan lambat (*slow release fertilizer*).

1.4. Hipotesis

1. Diduga peningkatan persentase abu terbang batubara berpengaruh terhadap penurunan porositas briket.
2. Diduga peningkatan urea berpengaruh terhadap peningkatan porositas dan daya hantar listrik briket.
3. Diduga pupuk briket kombinasi 80 % (60 % ATB : 40 % AZ) : 20 % Urea lebih baik pada total pelepasan hara nitrat dibandingkan dengan kombinasi pupuk briket lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, S dan Mulyadi., 1993. Alternatif teknik rehabilitasi dan pemanfaatan lahan alang-alang. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian.
- Adiningsih, S., 2005. *Peranan bahan organik tanah dalam meningkatkan kualitas dan produktivitas lahan kering*. Workshop dan Kongres Nasional II Maporina Sekretariat Maporina, Jakarta (Tidak Dipublikasikan).
- Agusni dan Satriawan, H., 2012. Perubahan kualitas tanah ultisol akibat penambahan berbagai sumber bahan organik. *Lentera (Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi)*, 12(3), 32-36.
- Agustina, W., 2015. *Pengaruh pemberian pupuk cair terhadap kadar nitrogen tanah dan produksi tanaman padi utama serta ratun di tanah pasang surut*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. (Tidak Dipublikasikan).
- Ali, S dan Danafar, F., 2015. Controlled-release fertilizers: advances and challenges. *Life Science Journal*, 12(11), 33-45.
- Asririni, A.W.D., 2006. *Kelarutan $N-NH_4^+$ dan $N-NO_3^-$ dari kombinasi pupuk urea-zeolit pada tanah sawah inceptisol Ciomas dan vertisol Ciranjang*. Skripsi. Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Balai Penelitian Tanah, 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Air, Tanaman dan Pupuk*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Balai Penelitian Tanah, 2009. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Bhattacharya, S.S. and Chattopadhyay, G.N., 2004. Transformation of nitrogen during vermicomposting of fly ash. *Waste Manag Res.* 22, 488.
- Budianta, D. dan Ristiani, D., 2013. *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Palembang: Sriwijaya University Press.
- Dahlianah, I., 2013. Lamanya pembenaman paku air (*Azolla pinnata* l.) sebagai pupuk hijau untuk meningkatkan produksi tanaman sawi (*Brassica rafa* l.) Jurusan Biologi FMIPA Universitas PGRI Palembang. *Sainmatika*, 10(1), 16-20.

- FAO., 2007. *Water, mineral and protein content and productivity of aquatic plant*. <http://www.fao.org/docrep/003/x6862e/x6862e04.htm>. [Diakses 20 Juni 2018].
- Febrian, A.N., Wahyuni, M.G.S., dan Satiawati, L., 2015. Studi laboratorium pengaruh penggunaan fluida kompleks CaBr_2 terhadap sifat fisik batuan sandstone sintetik. Prodi Teknik Perminyakan Universitas Trisakti. *Seminar Nasional Cendekiawan* ISSN: 2460-8696.
- Halaliyah, S.N., 2013. *Penggunaan metode potensiometri dan spektrometri untuk mengukur kadar spesi nitrogen (Nitrat: NO_3^- dan Ammonium NH_4^+) dalam tanah pertanian dengan tiga ekstraktn*. Skripsi. FMIPA Universitas Jember.
- Hanafiah, K.A., 2007. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: Raja Grafindo
- Hardjowigeno, S., 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo
- Hardjowigeno, S., 2007. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo
- Hermawan, A., Napoleon, A., dan Bakri., 2018. *Formulasi pupuk berpelepasan lambat berbahan baku abu terbang batubara dan bahan organik untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk pada Ultisol*. Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- 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 "Intensifikasi Pengelolaan Lahan Suboptimal dalam Rangka Mendukung Kemandirian Pangan Nasional"*, Palembang 20-21 September 2013 ISBN 979-587-501-9, Ilmu Pertanian, Universitas Sriwijaya.
- Hikmah, N., 2006. *Peranan zeolit dalam pelepasan nitrogen dari pupuk tersedia lambat (slow release fertilizers)*. Skripsi. Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Kishor, P., Ghosh, A.K., and Kumar, D., 2010. Use of fly ash in Agriculture: A way to improve soil fertility and its productivity. *Asian J. Agric*, 4, 1-14.
- Leiwakabessy, F.M., 1988. *Kesuburan Tanah*. Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- Lubkowski, K., 2014. Coating fertilizer granules with biodegradable materials for controlled fertilizer release. *Environmental Engineering and Management Journal*, 13(10), 2573-2581.

- Mitra, B.N., Karmakar, S., Swain, D.K., and Ghosh, B.C., 2003. Fly ash - a potential source of soil amendment and a component of integrated plant nutrient supply system. 2003 Internasional Ash Utilization Symposium. University of Kentucky, Paper #28.
- Muliawan, N.R.E., Sampurno, J., dan Jumarang, M.I., 2016. Identifikasi nilai salinitas pada lahan pertanian di daerah Jungkat berdasarkan metode daya hantar listrik (DHL). *Prisma Fisika*, 4(2), 69 – 72.
- Munthe, F.K., 2017. Aplikasi pupuk kandang dan cairan hasil fermentasi azolla untuk perbaikan kadar N-Total, ketersediaan P, K pada Ultisol dan produksi caisim (*Brassicca juncea* L.). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya (Tidak Dipublikasikan).
- Nadiah, A., 2015. *Prospek azolla sebagai pupuk hijau penghasil nitrogen*. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Perkebunan Surabaya. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/bbpptpsurabaya/tinymcpuk/gambar/file/prospek%20azolla%20sebagai%20sumber%20nitrogen%20dalam%20tanah.pdf> [Diakses 02 April 2018].
- Nainggolan, G.D., 2010 *Pola pelepasan nitrogen dari pupuk tersedia lambat (slow release fertilizer) urea-zeolit-asam humat*. Skripsi. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Nainggolan, G.D., Suwardi dan Darmawan., 2009. Pola pelepasan nitrogen dari pupuk tersedia lambat (*slow release fertilizer*) urea-zeolit-asam humat. *Jurnal Zeolit Indonesia*, 8(2), 2.
- Neck, M., 2010. *Pemanfaatan abu batubara*. Seputar Informasi tentang Tambang. www.pemanfaatan-abu-batubara.html [Diakses Tanggal 20 Agustus 2017].
- Ningtias, D.R., 2017. *Campuran zeolit dan pati sagu sebagai bahan penyalut pupuk urea dan aplikasinya sebagai pelepas-lambat pupuk nitrogen*. Skripsi. FMIPA Institut Pertanian Bogor.
- Nugraha, P., dan Antoni, 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- Prakoso, T.G., 2006. *Studi “slow release fertlizer” (SRF): uji efisiensi formula pupuk tersedia lambat campuran urea dengan zeolit*. Skripsi. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Prasetyo, B.H. dan Suriadikarta, D.A., 2006. Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. *J. Litbang Pertanian*, 25(2), 39-46.

- Putra, D.F., Soenaryo dan Tyasmoro, S.Y., 2013. Pengaruh pemberian berbagai bentuk azolla dan pupuk N terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* Var. *Saccharata*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 1(4), 2338-3976.
- Ramadhani, R., 2015. *Distribusi bakteri nitrifikasi (nitrosomonas dan nitrobacter) di Muara Sungai Tallo Kota Makassar*. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanudin Makassar.
- Retnosari, A., 2013. *Ekstraksi dan penentuan kadar silika (SiO₂) hasil ekstraksi dari abu terbang (fly ash) batubara*. Skripsi. Universitas Jember.
- Rhoades, J.D., Chanduvi, F., and Lesch, S., 1999. *Soil Salinity Assesment : Method And Interpretation of Electrical Conductivity Measurement*. Roma (IT): FAO United Nations.
- Rusd, A.M.I., 2011. *Pengujian toleransi padi (Oryza sativa L.) terhadap salinitas pada fase perkecambahannya*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Sanchez, P.A., 1979. *Properties and Management of Soil in Tropics*. New York: Jhon Wileyand Sons.
- Sany, G.F., 2010. *Slow release N-Urea dalam bentuk NH₄⁺ dan NO₃⁻ setelah aplikasi arang aktif pada tanah andisol*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Setyawan, A., 2009. Rekayasa unit pengolah limbah batubara dan pemanfaatannya sebagai pengganti semen pada pembuatan bahan bangunan guna mengendalikan pencemaran lingkungan. *Jurnal Sains*.
- Singh, S., Gond, D.P., Pal, A., Tewary, B.K., and Sinha, A., 2011. Performance of Several Crops Grown in Fly Ash Amended Soil. World of Coal Ash (WOCA) Conference. Denver, CO, USA.
- Situmorang, R., dan Sudadi, U., 2001. *Tanah Sawah*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, 105.
- Suryati, D., Sampurno dan Edison, A., 2015. Uji beberapa konsentrasi pupuk cair azolla (*Azolla pinnata*) pada pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Pembibitan Utama. *JOM FAPERTA*, 2(1).
- Suud, H.M., 2015. *Pengembangan model pendugaan kadar hara tanah melalui pengukuran daya hantar listrik*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Tan, K.H., 2003. *Humic Matter in the soil and the environment; Principles and Controversies*. New York: Marcel Dekker.

- Teixeira, R.S., Silva, I.R., Sousa, R.N., Edson., Mattiello, M., and Soares, E.M.B., 2016. Organic acid coated-slow-release phosphorus fertilizers improve P availability and maize growth in a tropical soil. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 16(4), 1097-1112.
- Tekmira, 2009. *Pemanfaatan Abu Terbang PLTU Suralaya*. <http://www.tekmira.esdm.go.id/pemanfaatan-abu-terbangpltusuralaya.html> [Diakses Tanggal 1 Juni 2018]
- Tisdale, S.L., Nelson, W.L., and Beaton, 1985. *Soil Fertility and Fertilizers*. New York: The Mac Millan Publ.
- Trenkel, M.E., 2010. Controlled-release and stabilized fertilizers in agriculture. Improving Fertilizers Use Efficiency. Second edition, International Fertilizers Industry Association (IFA), FAO, Paris. 160 pp.
- Wardhani, E., Sutisna, M., dan Dewi, A.H., 2012. Evaluasi pemanfaatan abu terbang (*fly ash*) batubara sebagai campuran media tanam pada tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*). *Jurnal Itenas*, 16(1).
- Yan, D dan Wang, Z., 2007. Release characteristics of different N forms in an uncoated slow/controlled release compound fertilizer. *Agricultural Sciences in China*, 6(3), 330-337.