

SKRIPSI

**PENGARUH CAMPURAN ABU BATUBARA DAN
PUPUK KANDANG TERHADAP AKTIVITAS
MIKROORGANISME TANAH**

***THE EFFECT OF THE MIXTURE OF COAL ASH AND
CATTLE MANURE TO THE ACTIVITY OF SOIL
MICROORGANISM***



**ANDY CHRISTIAN BARUS
05081002033**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2014**

S.
631.407.

And.

p.
2014.

37760/28342

SKRIPSI



**PENGARUH CAMPURAN ABU BATUBARA DAN
PUPUK KANDANG TERHADAP AKTIVITAS
MIKROORGANISME TANAH**

***THE EFFECT OF THE MIXTURE OF COAL ASH AND
CATTLE MANURE TO THE ACTIVITY OF SOIL
MICROORGANISM***



**ANDY CHRISTIAN BARUS
05081002033**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2014**

SUMMARY

Barus, Andy Christian. The effect of the mixture of coal ash and cattle manure to the activity of soil microorganism (Supervised by **Adipati Napolen** and **Dwi Probowati Sulistiyani**).

This research aims to find out the amount of respiration and population of soil microorganism on various dosage of the mixture of the coal dust and manure. This study was held in the laboratory of chemical, biology, and fertility of soil (farmland) Department, Faculty of Agriculture, The University of Sriwijaya. This study was held on May to July 2013. The writer used an observation method by using 10 samples of different dosage with 3 times repetition. The dosage of proportion of coal dust and manure are : AP1 90:10%, AP2 80:20%, AP3 70:30%, AP4 60:40%, AP5 50:50%, AP6 40:60%, AP7 30:70%, AP8 20:80%, AP9 10:90%, AP 10 100% manure. The calculation of population and respiration of microorganism used (iron sheet melted) method and (titrasi) method. After the data had been collected, the writer carried out an experiment by (variety investigation) and they were shown in picture and graph.

The result of the test indicates that the increasing of coal dust and manure dosage is not followed by the increasing of respiration and population of soil microorganism. Supplying the mixture of coal dust and manure doesn't have a real effect to respiration and population of soil microorganism. The factor that influence the decrease of population and respiration amount of soil microorganism is caused by the decrease of oxigent content in incubation jar, so that the growth of aerob bacteria will be hampered and died.

RINGKASAN

ANDY CHRISTIAN BARUS. Pengaruh Campuran Abu Batubara Dan Pupuk Kandang Terhadap Aktivitas Mikroorganisme Tanah (Dibimbing oleh **ADIPATI NAPOLEON** dan **DWI PROBOWATI SULISTIYANI**).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah respirasi dan jumlah populasi mikroorganisme tanah pada berbagai dosis campuran abu batubara dan pupuk kandang. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia, Biologi dan Kesuburan Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan bulan Juli 2013. Penelitian ini menggunakan metode pengamatan, dengan 10 sampel dosis yang berbeda dan dengan 3 kali perulangan. Adapun perbandingan dosis abu batubara dan pupuk kandang adalah sebagai berikut: AP1 90:10%, AP2 80:20%, AP3 70:30%, AP4 60:40%, AP5 50:50%, AP6 40:60%, AP7 30:70%, AP8 20:80%, AP9 10:90%, AP10 100% pupuk kandang. Perhitungan jumlah populasi dan respirasi mikroorganisme menggunakan metode pengenceran plat dan metode titrasi. Data yang diperoleh diuji dengan sidik ragam dan disajikan dalam bentuk gambar dan grafik.

Hasil penelitian menunjukkan peningkatan dosis abu batubara dan pupuk kandang tidak diikuti oleh peningkatan respirasi dan populasi mikroorganisme tanah. Pemberian campuran abu batubara dan pupuk kandang tidak berpengaruh nyata terhadap respirasi dan populasi mikroorganisme tanah. Faktor yang mempengaruhi berkurangnya jumlah populasi dan respirasi mikroorganisme tanah tersebut karena berkurangnya kandungan oksigen didalam toples inkubasi sehingga pertumbuhan bakteri aerob akan menjadi terhambat dan mati.

SKRIPSI

**PENGARUH CAMPURAN ABU BATUBARA DAN
PUPUK KANDANG TERHADAP AKTIVITAS
MIKROORGANISME TANAH**

***THE EFFECT OF THE MIXTURE OF COAL ASH AND
CATTLE MANURE TO THE ACTIVITY OF SOIL
MICROORGANISM***

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian**



**ANDY CHRISTIAN BARUS
05081002033**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2014**

LEMBAR PENGESAHAN
PENGARUH CAMPURAN ABU BATUBARA DAN
PUPUK KANDANG TERHADAP AKTIVITAS
MIKROORGANISME TANAH

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Pertanian

OLEH

ANDY CHRISTIAN BARUS

05081002033

Indralaya, September 2014

Pembimbing I

Pembimbing II

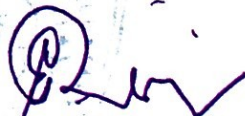


Dr. Ir. Adipati Napoleon, M.P.
NIP 196204211990031002



Dra. Dwi Probawati Sulistyani, M.S.
NIP 19580918198403200

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian

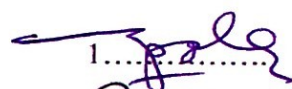

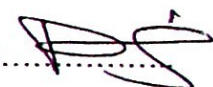

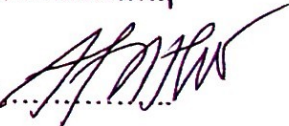


Dr. Ir. Erizal Sodikin
NIP 196002111985031002


Skripsi dengan judul “Pengaruh Campuran Abu Batubara dan Pupuk Kandang Terhadap Aktivitas Mikroorganisme Tanah” oleh Andy Christian Barus telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim penguji.

Komisi Penguji

- | | |
|--|---------------|
| 1. Dr. Ir. Adipati Napoleon, M.P.
NIP 196204211990031002 | Ketua |
| 2. Dra. Dwi Probowati Sulistyani, M.S.
NIP 195809181984032001 | Sekretaris |
| 3. Prof. Dr. Ir. Dedik Budianta, M.S.
NIP 196306141989031003 | Penguji Utama |
| 4. Dr. Agus Hermawan, M.T.
NIP 196808291993031002 | Penguji Utama |
| 5. Dr. Ir. A. Madjid, M.S.
NIP 196110051987031023 | Penguji Utama |

1. 
2. 
3. 
4. 
5. 

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya


Dr. Ir. Erizal Sodikin
NIP 196002111985031002

Indralaya, September 2014

Ketua Jurusan Ilmu Tanah


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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andy Christian Barus
NIM : 05081002033
Judul : Pengaruh campuran abu batubara dan pupuk kandang terhadap
Aktivitas mikroorganisme tanah.

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsure 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 2014



[Andy Christian Barus]

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 06 Oktober 1990 di Rampah, yang merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Orang tua bernama Robinson Barus Spd, dan Rosinta Br Tarigan Spd.

Pendidikan Sekolah Dasar diselesaikan di SDN Tambunan pada tahun 2002, Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2005 di SMPN 2 Barusjahe, Sinaman dan Sekolah Menengah Atas diselesaikan pada tahun 2008 di SMAN 1 Tigapanah. Pada tahun 2008 penulis tercatat sebagai mahasiswa di Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus dimana berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Pengaruh Campuran Abu Batubara dan Pupuk Kandang Terhadap Aktivitas Mikroorganisme Tanah”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Adipati Napoleon, M.P, dan Ibu Dra. Dwi Probawati Sulistiyani M.S, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak bimbingan dan saran selama menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini, serta semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan di setiap segi penilaian. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar dan berguna bagi kita semua.

Indralaya, September 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	3
1.3. Hipotesis.....	4
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Mikroorganisme Tanah	5
2.2. Abu Batubara	6
2.3. Pupuk Kandang.....	8
2.3.1. Pupuk Kandang Padat	9
2.3.2. Pupuk Kandang Cair	9
2.4. Aktivitas Mikroorganisme Tanah	10
2.4.1 Respirasi Mikroorganisme Tanah	10
2.4.2. Populasi Mikroorganisme Tanah	13
 BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN	
3.1. Tempat dan Waktu	15
3.2. Alat dan Bahan	15
3.3. Metode Penelitian.....	15
3.4. Cara Kerja	16
3.5. Perhitungan Populasi Mikroba Tanah Dengan Metode Pengenceran Plat	17
3.6. Perhitungan Respirasi Mikroba Tanah	17
 BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Karakteristik Abu Batubara.....	19

4.2. Karakteristik Pupuk Kandang	20
4.3. Pengaruh Campuran Abu Batubara dan Pupuk Kandang Terhadap Respirasi Mikroorganismc Tanah	22
4.4. Pengaruh Campuran Abu Batubara dan Pupuk Kandang Terhadap Populasi Mikroorganismc	26
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	30
5.2. Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	33

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Kandungan Hara Pupuk Kandang.....	10
2. Dosis Pupuk Kandang dan Abu Batubara.....	15
3. Hasil Analisis Abu Batubara Awal.....	20
4. Hasil Analisis Pupuk Kandang Awal.....	21
5. Hasil Analisis Sidik Ragam Respirasi Mikroorganisme Tanah.....	22
6. Pengaruh Campuran Abu Batubara dan Pupuk Kandang Terhadap Respirasi Mikroorganisme Tanah.....	24
7. Pengaruh Campuran Abu Batubara dan Pupuk Kandang Terhadap Populasi Mikroorganisme Tanah.....	27

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Campuran Abu Batubara dan Pupuk Kandang Terhadap Respirasi Mikroorganismen Tanah Pada Setiap Minggu Perlakuan.....	25
2. Campuran Abu Batubara dan Pupuk Kandang Terhadap Populasi Mikroorganismen Tanah Pada Setiap Minggu Perlakuan	28

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Peletakan Toples Inkubasi Pada Laboratorium.....	33
2. Proses Perhitungan Respirasi Mikroorganisme Tanah (Metode Titrasi).....	34
3. Proses Perhitungan Populasi Mikroorganisme Tanah (Metode Pengenceran Plat).....	35

BAB 1

PENDAHULUAN



1.1. Latar Belakang

Tanah merupakan sebuah komponen dari keseluruhan ekosistem. Di bidang pertanian, tanah yang sehat memiliki kondisi fisik, kimia dan biologis optimal untuk produksi tanaman dan memiliki kesanggupan untuk menjaga kesehatan tanaman serta kualitas ekosistem yang mencakup air dan tanah. Tanah yang sehat mungkin saja tidak berfungsi sebagai komponen ekosistem yang sehat karena adanya penambahan komponen tanah yang tidak sehat dari luar tanah itu sendiri, misalnya penambahan bahan kimia yang berlebihan atau pembuangan limbah toksik (Aditirta, 2007).

Tanah yang sehat dan subur merupakan sistem hidup dinamis yang dihuni oleh berbagai organisme (mikro flora, mikro fauna, serta meso dan makro fauna). Organisme tersebut saling berinteraksi membentuk suatu rantai makanan sebagai manifestasi aliran energi dalam suatu ekosistem untuk membentuk tropik rantai makanan (Rao, 1994).

Dalam ekosistem tanah, siklus rantai makanan dimulai dari siklus level pertama, yaitu kelompok organisme (tanaman dan bakteri) produsen yang mampu memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energinya. Selanjutnya diikuti oleh siklus kedua hingga ke tingkat siklus yang tertinggi. Hal ini berarti, bahwa kehadiran suatu organisme mempengaruhi keberadaan organisme lain secara langsung ataupun tidak langsung. Kesehatan tanah dapat dievaluasi secara kualitatif maupun kuantitatif dengan menggunakan indikator seperti kemampuan tanah sebagai media tumbuh tanaman, mikrobanya, dan unsur haranya (Kimberly *et al*, 2001).

Mikroba tanah merupakan organisme yang memiliki ukuran mikroskopis yang mendiami tubuh tanah. Mikroba tanah sangat berperan dalam menentukan tingkat kesuburan tanah. Tanah sangat kaya akan keragaman mikrobanya, seperti bakteri, aktinomicetes, fungi, protozoa, alga dan virus. Tanah pertanian yang subur mengandung lebih dari 100 juta mikroba per gram tanah (Rao, 1994).

Produktivitas dan daya dukung tanah tergantung kepada aktivitas mikroba tanah tersebut. Sebagian besar mikroba tanah memiliki peranan besar yang menguntungkan bagi pertanian, yaitu berperan dalam menghancurkan limbah organik, *re-cycling* hara tanaman, fiksasi biologis nitrogen, pelarut fosfat, merangsang pertumbuhan, biokontrol patogen dan membantu penyerapan unsur hara. Bioteknologi berbasis mikroba dikembangkan dengan memanfaatkan peranan penting mikroba tanah tersebut (Sutedjo *et al*, 1991).

Ketersediaan bahan organik adalah sebagai sumber makanan bagi organisme tanah baik dalam bentuk organik maupun anorganik, selain itu, pH dan iklim juga sangat menentukan tingkat populasi, keanekaragaman dan juga aktifitas organisme tanah (Nurida, 2001). Organisme-organisme yang berkedudukan di dalam tanah sanggup mengadakan perubahan-perubahan besar di dalam tanah, terutama dalam lapisan atas (*top soil*), dimana terdapat akar-akar tanaman dan perolehan bahan makanan yang mudah.

Abu batubara merupakan residu mineral dalam butiran halus yang dihasilkan dari pembakaran batubara pada suatu pusat pembangkit listrik. Abu batubara terdiri dari bahan non organik terdapat didalam batubara yang telah mengalami fusi selama pembakarannya (Tekmira, 2009). Secara fisik abu batubara merupakan partikel yang sangat kecil, dengan diameter rata-rata 10 mm dan luas permukaan yang besar. Sifat kimia dan mineralogi abu batubara bergantung kepada komposisi batubara asal, kondisi selama pembakaran batubara, penyimpanan dan penanganan abu batubara serta iklim. Secara kimia abu batubara mengandung unsur Fe, Ca, Al, Si, K, dan Mg dengan persentase yang tinggi. Juga mengandung unsur Zn, B, Mn, dan Cu dalam jumlah sedang, serta sejumlah kecil unsur C dan N. Unsur-unsur tersebut terdapat dalam bentuk silikat, oksida, sulfat dan karbonat. Abu batubara dapat bersifat sangat asam (pH 3-4) tetapi pada umumnya bersifat basa (pH 10-12). Abu terbang yang merupakan limbah padat hasil proses pembakaran di dalam furnace pada PLTU yang kemudian terbawa keluar oleh sisa-sisa pembakaran serta ditangkap dengan menggunakan elektrostatic precipitator. Menurut laporan teknik PT PLN (Persero) 1997, Di Indonesia produksi limbah abu terbang dan abu dasar dari PLTU diperkirakan akan mencapai 2 juta ton pada tahun 2006, dan meningkat menjadi hampir 3,3

juta ton pada tahun 2009. Khusus untuk PLTU Bukit Asam, sejak tahun 2000 sampai 2006 diperkirakan ada akumulasi jumlah abu sebanyak 219.000 ton per tahun.

Berdasarkan sifat fisik dan kimia abu batubara tersebut, abu batubara digunakan untuk memperbaiki tanah asam dan basa serta memperkaya tanah. Dengan ukuran partikel yang kecil, abu batubara dapat memperbaiki tekstur tanah, dan meningkatkan porositas dan kapasitas penyimpanan air (Tekmira, 2009). Dampak pemberian abu batubara pada sistem biologi tanah relatif sedikit yang diketahui, Adanya beberapa kekhawatiran dikarenakan pembakaran batubara sering mengandung logam berat, garam terlarut, dan elemen seperti B yang berpotensi membahayakan bagi tanaman dan organisme tanah (Carlson and Adriano, 1983; McCarty *et al.*, 1994). Beberapa penelitian laboratorium jangka pendek melakukan penelitian dimana tanah dicampur dengan abu batubara segar dan di inkubasi selama beberapa minggu menemukan bahwa abu batubara menurunkan respirasi dan aktivitas enzim mikroba tanah.

Secara fisik abu batubara merupakan partikel yang sangat kecil, dengan diameter rata-rata 10 μ m. Sifat kimia dan mineralogi abu batubara bergantung kepada komposisi batubara asal, kondisi selama pembakaran batubara, penyimpanan dan penanganan abu batubara serta iklim. Abu batubara dapat bersifat sangat asam (pH 3-4) tetapi pada umumnya bersifat basa (pH 10-12). Secara fisika, abu batubara tersusun dari partikel berukuran *silt* yang mempunyai karakteristik kapasitas pengikat air dari sedang sampai tinggi, sifat-sifat pembentuk semen yang dapat menghambat perkembangan akar tanaman

1.2. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui respirasi mikroorganisme tanah pada berbagai dosis campuran abu batubara dan pupuk kandang.
2. Untuk mengetahui populasi mikroorganisme tanah pada berbagai dosis campuran abu batubara dan pupuk kandang.

1.3. Hipotesis

1. Diduga dengan pemberian abu batubara dan pupuk kandang dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah.
2. Diduga dosis terbaik dari penyampuran abu batubara dan pupuk kandang adalah pada perlakuan pertama dengan kombinasi 10 % pupuk kandang dan 90 % abu batubara.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditirta, K. N. 2007. Keanekaragaman Komunitas Mikroba pada Berbagai Agroekosistem di Lahan Rawa Lebak. Skripsi tidak di terbitkan FP Unsri.
- Alexander, M. 1977. Introduction to Soil Microbiology. 2nd ed. Wiley Eastern Limited. New Delhi.
- Andre. 2010. Pengukuran Respirasi Mikroorganisme Tanah dan Peubah Kesuburan Tanah. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Annisa. 2008. Respirasi Mikroorganisme Tanah. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Carlson, C. L, and D. C Adriano. 1993. Environmental Impacts Of Coal Combustion Residues. *J. Environ. Qual.* 22:227-247.
- Foth, H. D. 1991. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Terjemahan E. D. Purbayanti, D. W. Lukiwati, R. Trumulatsih. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- _____.1994. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Edisi Pertama. Terjemahan S. Adisoemarto. Erlangga, Jakarta
- Hadioetomo. 1990. Metode Pengenceran Dalam Perhitungan Populasi Mikroorganisme Tanah. Erlangga, Jakarta.
- Hermawan, A., Sabaruddin, Marsi, Hayati. R. 2014. Perubahan Jerapan P Pada Ultisol Akibat Pemberian Campuran Abu Terbang Batubara - Kotoran Ayam. *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi – Sains Tanah.* *In press.*
- Iswandi, 1989. A. Biologi Tanah Dalam Praktek. IPB. Bogor.
- Jutono. 1980. Perhitungan Jumlah Bakteri Secara Langsung. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Kimberly A. W, D. M. Pavuk, J. L. Worchuck, R. K. Oates, and J. L. Fisher. 2001. Thershold Effects Of Landscape Sructure On Biological Control In Agroecosystems. Department Of Biological Sciences, Abstrak at Ecological Applications: 12 (1): 52-65.
- Lynch, J. M. 1983. Soil Biotechnology, Microbiologycol Factors in Crop Production. Blackwell Scientific Publication. Oxford. London.
- Matarirano, L. 1994. Liquid Manure is Good Fertilizer. Developing Countries Farm Radio Network. Oktober 1994, Paket 34, Naskah 3 (Tidak di Publikasikan).
- Maulana. 2005. Respirasi dan Populasi Mikroorganisme tanah. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

- Muhammad, B. C. 2004. Aplikasi Indeks Biokimia Dalam Penentuan Karakteristik dan Kesuburan Tanah yang Diberi Bahan Organik Terinkubasi. *J. Agroland* 11(1): 65-72.
- Nurinda, N. L. 2001. Permukaan Lahan Bakar dan Hubungannya Dengan Tingkat Populasi dan Aktivitas Organisme Tanah. <http://www.mma.ipb.co.id>.
- Nyakpa, M. Y., A. M. Lubis, M. A. Pulung, A. G. Amrah, A. Munahar, Go Ban Hong dan N. Hakim. 1988. *Kesuburan Tanah*. Universitas Lampung, Lampung.
- Parameswari, S. W. 2011. Pengaruh Abu Batubara dan Bahan Organik Terhadap Ketersediaan Hara dan Aktivitas Mikroba Pada Ultisol. Indralaya. Skripsi Universitas Sriwijaya (tidak dipublikasikan).
- Rao, S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Sarief, S. 1989. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. CV. Pustaka Buana. Bandung.
- Situmorang, R. dan U. Sudadi. 2001. *Tanah Sawah*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Stanier, R., E. Adelberg. dan J. Ingkraham. 1984. *Dunia Mikrob II*. Bhratara. Karya Aksara. Jakarta.
- Sugito Y, Nuraini Y, Nihayati E. 1995. *Sistem Pertanian Organik*. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Suin, N. M. 1997. *Ekologi Fauna Tanah*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Sutedjo, M. M., A. G. Kartasapoetra dan RD. S. Sastroatmodjo. 1996. *Mikrobiologi Tanah*. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Tan, K. H. 1993. *Environmental Soil Science*. Marcel Dekker. Inc. New York.
- Tekmira. 2009. Pemanfaatan Abu Batubara Sebagai Bahan Pembenh Tanah atau Soil Conditioner di Daerah Penimbunan Tailing Pengolahan Emas. www.tekmira.esdm.go.id, Di akses 20-03-2013.
- Volk, W. A. dan M. F. Wheeler. 1988. *Mikrobiologi Dasar Jilid 1*. Terjemahan 5th Ed. Adisoemarto. Erlangga. Jakarta.
- Waluyo. 2004. *Perhitungan Populasi Melalui Metode Pengenceran*. CV. Pustaka Buana. Bandung.
- Zinder, S. H and T. D. Brock. 1978. *Microbial Transformation of Sulfur In The Environment*. Jhon Willey and Sons. New York