

**IDENTIFIKASI SIFAT FISIK TANAH ALIH FUNGSI LAHAN  
HUTAN MENJADI PERKEBUNAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.)  
DI DESAPARIGIMPU'UKECAMATAN PARIGI BARAT  
KABUPATEN PARIGI MOUTONG**

**Identification of Physical Characteristics of Soil under Forest Land and  
Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Plantation in Parigimpu'u Village  
West Parigi Sub District Parigi Moutong District**

*Sutrisno Jasmin<sup>1)</sup>, Ramlan<sup>2)</sup>, Anthon Monde<sup>2)</sup>*

<sup>1)</sup> Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu E-mail : sutrisno.jasmin@yahoo.com

<sup>2)</sup> Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu Jl. Soekarno-Hatta Km 9, Tondo-Palu 94118, Sulawesi Tengah Telp. 0451-429738 E-mail : anthonmonde@yahoo.com E-mail : iss-palu@yahoo.com

**ABSTRACT**

This study aimed to determine the physical properties of the soil under forest land and that under forest land converted into plantations of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Parigimpu'u village, West Parigi sub district, Parigi Moutong district. Soil analysis was carried out in the Laboratory of Soil Science of the Faculty of Agriculture, Tadulako University. Survey method used in this research was through observing and determining the research location. Three undisturbed and three disturbed soil samples were collected from each land use (forest and cacao plantation). The undisturbed soil samples were taken from 0 – 20 cm soil depth using soil rings while the disturbed soil sample were obtained compositely from the same depth. The research results showed that the soil characteristics in the cacao plantation tended to decreased compared to that in the forest land. Soil bulk density ranged from light to heavy with porosity varied from less to good. Soil texture was dominated by sand fractions in the forest land with relatively low soil C-organic.

**Keywords:** Cocoa plantation, forest land and soil physical properties.

**PENDAHULUAN**

Lahan adalah suatu wilayah permukaan bumi mencakup semua komponen biosfir yang dianggap tetap atau yang bersifat siklis yang berada di atas dan di bawah wilayah tersebut, termasuk atmosfer, tanah, batuan induk, relief, hidrologi, tumbuhan dan hewan. Lahan juga merupakan ekosistem karena mencerminkan adanya hubungan interaksi antara unsur-unsur pembentuknya yang menghasilkan sesuatu keseimbangan ekologis tertentu (Arsyad, 2000).

Menurut Hardjowigeno (1993), pengolahan tanah adalah setiap usaha manipulasi usaha secara mekanis. Secara

terperinci, tujuan pengolahan tanah adalah menyiapkan media untuk pertumbuhan benih atau bibit, memperbaiki sifat kesuburan tanah, memberantas gulma dan memotong daur hama dan penyakit tanaman.

Pemadatan tanah yang terjadi menyebabkan pertumbuhan akar tanaman terhambat dan menghambat pergerakan air dan unsur hara yang terdapat di dalam tanah. Pemadatan tanah terlihat dari bertambahnya bobot isi tanah dan berkurangnya porositas yang terdapat didalam tanah (Harsono, 1995).

Menurut Monde *et al.* (2008) konversi lahan hutan menjadi lahan pertanian oleh masyarakat di sekitar hutan atau kawasan lindung masih terus

barlangsung hingga sekarang ini. Konversi lahan hutan ini salah satunya didorong oleh keinginan masyarakat untuk menambah luas areal pertanian yang dikuasainya digarap dalam rangka meningkatkan produksi hasil pertanian dan kemudian dapat meningkatkan pendapatan keluarga tani. Selain itu sebagian petani khususnya penduduk lokal beranggapan bahwa lahan pertanian yang telah digunakan atau lahan ditanami kakao dalam kurun waktu yang lebih dari sepuluh tahun sudah tidak produktif lagi, sehingga kebanyakan dari mereka menjual lahan tersebut kepada petani lain (umumnya pendatang). Sebagai gantinya petani tersebut mencari lahan baru yakni membuka lahan hutan yang ada di sekitar desanya atau ketempat lain yang dianggapnya lebih baik.

Pengalihan fungsi hutan tropis menjadi lahan pertanian menyebabkan penurunan kapasitas infiltrasi tanah yang disebabkan oleh faktor-faktor berikut :

- 1). Tersingkapnya permukaan tanah yang gundul terhadap pukulan butir-butir air hujan secara langsung;
- 2). Menurunnya transpirasi karena tanaman pertanian tidak mempunyai tajuk secara terus-menerus;
- 3). Pemadatan tanah lapisan atas;
- dan 4). Lenyapnya aktifitas fauna secara perlahan (Rahim, 2003).

Berdasarkan uraian tersebut dan dalam kaitannya dengan kepentingan pembangunan pertanian berkelanjutan yang mengacu pada penggunaan sumberdaya lahan secara lestari, maka dirasakan penting untuk mempelajari degradasi beberapa sifat fisik tanah akibat alih guna lahan menjadi lahan perkebunan kakao (*Theobroma cacao L.*) di Desa Parigimpu'u, Kecamatan Parigi Barat, Kabupaten Parigi Moutong

## METODE PENELITIAN

Penelitian lapang dilakukan di Perkebunan Kakao dan Lahan Hutan, Desa Parigimpu'u, Kecamatan Parigi Barat, Kabupaten Parigi Moutong. Analisis tanah

dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan Juni 2016.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah yang berasal dari lahan kakao dan hutan, serta seperangkat zat kimia yang merupakan bahan pendukung dari analisis sifat fisika tanah.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perlengkapan survei tanah dilapangan (ring sampel, kertas label, plastik transparan ukuran 1kg, cangkul, linggis, parang, karet gelang, mistar), GPS, alat tulis-menulis, dan kamera digital

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu survei. Pengamatan dan pengambilan sampel tanah ditentukan lokasinya berdasarkan teknik *purposive sampling*, yaitu pengamatan dan pengambilan sampel tanah yang lokasinya berdasarkan pertimbangan peneliti terhadap kondisi tanah, kelerengan, penggunaan lahan yang dominan serta kakao yang terdapat di tempat penelitian.

Survei dimulai dengan melakukan survei pendahuluan di lapangan yaitu meninjau dan menentukan lokasi serta melakukan pengambilan titik. Pengambilan sample tanah utuh dengan menggunakan ring sample sampai kedalaman 0-20 cm dari lapisan tanah bagian atas. Pada lahan hutan dilakukan pengambilan sampel tanah di 3 titik yang berbeda, yang disesuaikan dengan kondisi tempat pengambilan pada lahan kakao. Sementara di lahan kakao, pengambilan sampel tanah dilakukan pada 3 tempat yang diulang sebanyak 3 kali, masing-masing pengambilan sampel memiliki perbedaan ketinggian tempat/kelerengan, maka jumlah sampel tanah utuh yang didapatkan adalah 12. Sampel-sampel tanah tersebut dimasukkan ke dalam kantong plastik yang berbeda-beda lalu diberi label berdasarkan tempat pengambilannya, kemudian membawa sampel-sampel tanah tersebut ke laboratorium untuk dianalisis sesuai dengan kebutuhan yang diteliti.

**Analisis Sampel Tanah.** Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah

mendeskripsikan masing-masing variabel sifat fisik tanah, pada masing-masing penggunaan lahan. Data hasil analisis diinterpretasi dengan melihat kecenderungan nilai data.

### Analisis Data

a. **Bobot Volume Tanah.** Dengan menggunakan metode *Gravimetric* ditentukan berdasarkan persamaan :

$$BD = \frac{((Btko + Brg) - Brg) \text{ g/cm}^3}{V_{total}}$$

Dimana :

BD = bulk density  
 Btko = berat tanah kering oven ( $\text{g/cm}^3$ )  
 Brg = berat ring ( $\text{g/cm}^3$ )  
 $V_{total}$  = volume total

**Permeabilitas.** Menggunakan alat permeameter menggunakan metode *Constant head permeameter* (yaitu metode tinggi tekanan air) Permeabilitas:

$$(K) = \left( \frac{Q}{t} \times \frac{l}{h} \times \frac{1}{A} \right) \text{ Cm/jam}^{-1}$$

Dimana:

Q = Banyaknya air yang mengalir setiap pengukuran (ml)  
 T = Waktu pengukuran  
 I = Tebal contoh tanah  
 H = Tinggi permukaan air dari permukaan contoh tanah/head cm

**Porositas.** (*ruang pori tanah*) ditentukan berdasarkan persamaan :

$$Po = \left( 1,0 - \frac{BD(\text{g/cm}^3)}{\text{Partikeldensity} (\text{g/cm}^3)} \right) 100 \%$$

Dimana :

BD = bulk density/kerapatan massa ( $\text{g/cm}^3$ )  
 Partikel density  
 = kerapatan partikel ( $\text{g/cm}^3$ )

**Tekstur.** Dilakukan dengan menggunakan metode pipet dengan rumus :

$$V = \frac{2/9 (d_p - d) gr^2}{n}$$

Dimana :

V = kecepatan jatuh partikel dalam cm/detik  
 g = percepatan karena gravitasi,  
 $d_p$  = kerapatan partikel  
 d = kerapatan cairan  
 r = radius partikel dalam cm,  
 n = viskositas mutlak cairan.

**Organik,** Dilakukan dengan menggunakan metode walkley dengan rumus:

$$\% \text{C-Organik} = \frac{\text{ml FeSO}_4 \text{ (Blanko-contoh)}}{\text{Berat Contoh Tanah}} \times \text{N FeSO}_4 \times \frac{0,30}{0,77}$$

### Analisis Data

**Bobot Volume Tanah.** Dengan menggunakan metode *Gravimetric* ditentukan berdasarkan persamaan :

$$BD = \frac{((Btko + Brg) - Brg) \text{ g/cm}^3}{V_{total}}$$

Dimana :

BD = bulk density  
 Btko = berat tanah kering oven ( $\text{g/cm}^3$ )  
 Brg = berat ring ( $\text{g/cm}^3$ )  
 $V_{total}$  = volume total

**Permeabilitas.** Menggunakan alat permeameter menggunakan metode *Constant head permeameter* (yaitu metode tinggi tekanan air) Permeabilitas :

$$(K) = \left( \frac{Q}{t} \times \frac{l}{h} \times \frac{1}{A} \right) \text{ Cm/jam}^{-1}$$

Tabel 1. Hasil Analisis Bobot Volume Tanah ( $G.Cm^{-3}$ ) Pada Lahan Kakao Dan Hutan.

Penggunaan lahan	lereng	Bulk density ( $g.cm^{-3}$ )	Kriteria (Sarief, 1984)
Lahan Kakao	8%	1,17	Ringan
Lahan Kakao	15%	1,46	Berat
Lahan Kakao	25%	1,34	Sedang
Hutan	8%	1,17	Ringan
Hutan	15%	1,30	Sedang
Hutan	25%	1,15	Ringan

Tabel 2. Hasil Analisis Permeabilitas ( $cm.jam^{-1}$ ) Pada Lahan Kakao Dan Hutan.

Penggunaan lahan	lereng	Permeabilitas ( $cm.jam^{-1}$ )	Kriteria (Rahim, 2003)
Lahan Kakao	8 %	20,95	Cepat
Lahan Kakao	15 %	33,35	Sangat Cepat
Lahan Kakao	25 %	70,36	Sangat Cepat
Hutan	8 %	69,82	Sangat Cepat
Hutan	15 %	28,71	Sangat Cepat
Hutan	25 %	49,47	Sangat Cepat

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan lahan suatu wilayah dapat merubah nilai bulk densitynya yang dimiliki. Proses pemadatan itu sendiri dapat dihubungkan dengan intensitas aktivitas manusia jauh lebih tinggi, yang terjadi pada lahan kakao.

Hasanah (2008), menyatakan bahwa peningkatan berat volume tanah menyebabkan menurunnya daya hantar air tanah, sebaliknya pada tanah-tanah yang kurang mengalami pemadatan maka berat volume tanah menjadi relative rendah dan daya hantar air tanah menjadi cepat.

Bobot volume tanah menunjukkan perbandingan antara berat tanah kering dengan volume tanah termasuk volume pori-pori tanah, biasanya dinyatakan dalam  $g.cm^{-3}$ . Makin padat suatu tanah makin tinggi bobot isi tanahnya, yang berarti semakin sulit meneruskan air atau ditembus akar tanaman. Bobot volume merupakan petunjuk kepadatan tanah. Semakin padat suatu tanah maka semakin tinggi bobot volumenya yang berarti semakin sulit

meneruskan air atau ditembus akar tanaman. Pada umumnya bobot isi/volume tanah mineral berkisar antara 1,1-1,6  $g.cm^{-3}$  (Munir, 1996).

**Permeabilitas.** Hasil analisis permeabilitas pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel2.

Permeabilitas merupakan kecepatan Bergeraknya suatu cairan pada suatu media dalam keadaan jenuh. Hal ini berartikeadaan jenuh, di hutan mampu mengalirkan air ke lapisan bawah tergolong sebanding dengan lahan hutan.

Struktur, tekstur serta unsur organik lainnya ikut ambil bagian dalam menaikkan laju permeabilitas tanah. Tanah dengan permeabilitas tinggi menaikkan laju infiltrasi, menurunkan laju larian. Koefisien permeabilitas terutama tergantung pada ukuran pori-pori yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, bentuk partikel dan struktur tanah. Secara garis besar, makin kecil partikel, makin kecil pula ukuran pori dan makin rendah koefisien permeabilitasnya. Berarti suatu lapisan tanah berbutir kasar yang mengandung

butiran-butiran halus yang lebih rendah dan pada tanah ini koefisien permeabilitas merupakan fungsi angka pori. Kalau tanahnya berlapis-lapis, permeabilitas untuk aliran sejajar lebih besar dari pada permeabilitas untuk aliran tegak lurus. Lapisan permeabilitas lempung bercelah lebih besar dari pada lempung yang tidak bercelah (Rahim, 2003).

Pada umumnya nilai permeabilitas meningkat dengan semakin porousnya tanah. Demikian pula semakin basah (lembab) suatu tanah maka nilai permeabilitasnya juga semakin tinggi. Pada tanah yang lebih kering, sebagian pori-pori terisi oleh udara yang menghambat aliran air (Aryana, 2002).

**Porositas.** Hasil analisis porositas pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Hasil analisis porositas pada lahan hutan yaitu kisaran (rata-rata) 54,49 % yang tergolong baik, sedangkan pada lahan kakao

kisaran (rata-rata) 49,96 % yang tergolong kurang baik. Hal ini menunjukkan bahwa, pada lahan hutan memiliki nilai yang lebih poros daripada lahan kakao. Pada lahan kakao, perubahan tingkat kelerengan menyebabkan perubahan nilai porositasnya. Porositas di areal lahan kakao jika di rata-ratakan lebih kecil dibandingkan lahan hutan berdasarkan hasil penelitian, yang disebabkan oleh padatnya tanah pada lahan kakao.

Dalam keadaan air yang lama terserap (hingga tergenang) sementara tanaman yang ditanam tidak membutuhkan banyak air justru akan menjadikan kondisi lingkungan mikro di sekitar tanaman menjadi lembab akibatnya akan mempengaruhi perkembangan penyakit tanaman. Selain itu, tanaman akan mudah rusak bila tergenang air terlalu lama (Khaeriyah, 2012).

**Tekstur.** Hasil analisis tekstur pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Analisis Porositas (%) Pada Lahan Kakao Dan Hutan.

Penggunaan lahan	lereng	Porositas (%)	Kriteria (Brady, 1990)
Lahan Kakao	8 %	55,80	Baik
Lahan Kakao	15 %	44,68	Kurang Baik
Lahan Kakao	25 %	49,42	Kurang Baik
Hutan	8 %	55,90	Baik
Hutan	15 %	50,80	Baik
Hutan	25 %	56,77	Baik

Tabel 4. Hasil Analisis Tekstur (%) Pada Lahan Kakao Dan Hutan.

Penggunaan Lahan	Lereng	Tekstur (%)			Kelas Tekstur (Hardjowigeno, 1993)
		Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	
Lahan Kakao	8 %	63,32	15,26	21,5	Lempung Berpasir
Lahan Kakao	15 %	65,56	20,46	13,93	Lempung Berpasir
Lahan Kakao	25 %	87,9	5,3	6,8	Pasir Berlempung
Hutan	8 %	40,30	40,20	19,50	Lempung Berpasir
Hutan	15 %	65	30,7	4,3	Lempung Berpasir
Hutan	25 %	46,44	31,1	22,5	Liat Berpasir

Tabel 5. Hasil Analisis C-Organik (%) Pada Lahan Kakao Dan Hutan.

Penggunaan lahan	lereng	C-Organik (%)	Kriteria (Syafira, 2012)
Lahan Kakao	8 %	0,34	Sangat Rendah
Lahan Kakao	15 %	0,62	Sangat Rendah
Lahan Kakao	25 %	0,75	Sangat Rendah
Hutan	8 %	1,24	Rendah
Hutan	15 %	1,69	Rendah
Hutan	25 %	1,03	Rendah

Hasil analisis tekstur tanah pada lahan kakao dan lahan hutan memiliki tekstur berbeda. Tekstur tanah pada lahan kakao (8%), memiliki kelas tekstur lempung berpasir, lahan kakao (15%) memiliki kelas tekstur lempung berpasir dan lahan kakao (25%) memiliki kelas tekstur pasir berlempung. Sedangkan pada lahan hutan (8%) memiliki kelas tekstur lempung berpasir, lahan hutan (15%) memiliki kelas tekstur lempung berpasir dan lahan hutan (25%) memiliki kelas tekstur liat berpasir.

Tekstur tanah penting diketahui karena komposisi dari ketiga fraksi partikel tersebut diatas akan menunjukkan sifat-sifat tanah baik fisika, kimia, dan biologi. Pada lahan kakao memiliki tekstur lempung liat berpasir dan pasir berlempung, maka peran dalam mengatur sifat fisika kimia tanah relative sedang, karena kondisi tersebut tidak terlalu kuat mengikat air dan hara. Lain halnya pada lahan hutan yang bertekstur lempung berpasir. Kisaran tersebut menandakan system aerasi yang baik karena memiliki ruang pori yang berukuran besar sehingga daya hantar air cepat namun daya hantar menahan air rendah.

Tanah yang renggang berpori-pori bobot kecil persatuan volume dan tanah yang padat berbobot tinggi persatuan volume. Tanah yang bertekstur halus mempunyai porositas tinggi dan berat isi lebih rendah daripada tanah berpasir (Hanafiah, 2005).

Tekstur tanah adalah perbandingan kandungan partikel-partikel tanah primer

berupa fraksi liat, debu dan pasir dalam suatu massa tanah. Partikel-partikel tanah ini mempunyai bentuk dan ukuran yang berbeda dan dapat digolongkan kedalam tiga fraksi. Ada yang berdiameter besar sehingga dengan mudah dapat dilihat dengan mata telanjang, tetapi ada pula sedemikian halusanya, seperti koloidal sehingga tidak bisa dilihat dengan mata telanjang (Sarief, 1990).

**C-Organik.** Hasil analisis C-Organik pada lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel Tabel 5.

Hasil analisis C-organik dari tipe lahan hutan dan lahan kakao menunjukkan bahwa tipe lahan hutan dan lahan kakao memiliki tipe C-organik yang berbeda. C-organik terdapat pada lahan kakao (rata-rata) 0,57 % yang tergolong sangat rendah dan pada lahan hutan (rata-rata) yaitu sebesar 1,32 % tergolong rendah.

Hal ini terjadi karena terdapatnya sisa-sisa tanaman mati dan gugur dalam berbagai tahap dekomposisi dan menumpuk pada lahan hutan jauh lebih besar, sehingga akan menjadi kandungan C-organik tanah.

Menurut Anna *et al.* (1985) pada daerah hutan sebagian besar bahan organik berada dalam bagian atas muka tanah, sedangkan pada rumputan hamper 90% dari bahan organik tumbuhan berada dalam tanah. Apabila hutan dibuka sebagian besar tegakan pohon digunakan manusia ataupun dibakar sehingga sumbangan pada bahan organik rendah.

Pemadatan tanah yang terjadi pada areal budidaya kakao telah menyebabkan

memburuknya daya hantar air tanah dan meningkatnya limpasan permukaan yang kebiasaan masyarakat untuk membersihkan seresah pada permukaan lahan budidaya kakao telah menyebabkan kandungan bahan organik tanah yang rendah. (Monde et al., 2008).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Sifat fisik tanah pada Kakao sangat bervariasi memiliki Bobot Tanah, ringan sedang dan berat. Permeabilitas cepat, hingga sangat cepat. Porositas relatif kurang baik hingga baik. Tekstur pada lahan kakao memiliki tekstur

lempung berpasir dan pasir berlempung. C-Organik tergolong sangat rendah.

2. Sifat fisik tanah pada lahan Hutan bervariasi, memiliki Bobot Tanah yang sedang. permeabilitas sangat cepat, porositas relatif baik. Tekstur pada lahan kakao memiliki tekstur lempung berpasir. C-Organik tergolong rendah.
3. Perbedaan tempat pada lahan hutan dan lahan kakao menyebabkan perbedaan Bobot Tanah, permeabilitas, porositas, dan C-organik.

### Saran

Pada penelitian ini perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mempelajari lebih jauh mengenai sifat fisik tanah pada alih fungsi lahan hutan menjadi perkebunan kakao.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adyana, 2002. Pengembangan *Sistem Usaha Tani Pertanian Berkelanjutan*. Forum Penelitian Agro Ekonomi, 19 (2): 38-49.
- Arsyad S., 2000 *Konservasi Tanah dan Air*. UPT Produksi Media Informasi Lembaga Sumber Daya Informasi Institut Pertanian Bogor. IPB Press, Bogor.
- Anna, K., Yulius, A.K.P., J.L, Nenere, Arifin, S.S.R Samosir, R. Tangkaisari, I.R Lalopua, Ibbrahim, dan H Asmadi. 1985. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri Indonesia Bagian Timur, Ujung Pandang..
- Brady N. C., 1990. *The Nature and Properties of Soil*. 10 ed. MacMilan Publishing Co., New York.
- Hanafiah A. K. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Hardjowigeno S., 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akademika Pressindo, Jakarta.
- Harsono, 1995. *Erosi dan Sedimentasi. Hand Out*. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Hasanah, U, 2008. Influence of Matric Suction on Soil Aggregate Coalescence. *J. Agroland* 15 (2) : 6-10
- Khaeriyah. 2012. Laporan-porositas. <http://blogspot.com>. Diakses pada Tanggal 9 November 2012.

- Munir. 1996. *Tanah-tanah Utama Indonesia. Karakteristik, Kelas, dan Pemanfaatannya*. Pustaka Jaya, Jakarta.
- Monde A., N. Sinukaban, K. Murtilaksono, dan N. H. Pandjaitan., 2008. *Dinamika Kualitas Tanah, Erosi, dan Pendapatan Petani Akibat Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Kakao di Das Napu, Sulawesi Tengah*. Jurnal Forum Pasca Sarjana Vol. 31 No. 3 Juli 2008 : 215-225.
- Rahim S. E. 2003. *Pengendalian Erosi Tanah Dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Sarief S., 1984. *Ilmu Tanah Pertanian*. Pustaka Buana. Bandung.
- \_\_\_\_\_1990. *Sifat Fisik-Kimia Tanah Pertanian*. Pustaka Buana. Bandung.
- Syafira, I. L. 2012. *Pembuatan Pupuk Bokashi Dari Limbah Organik dan Analisis Kandungan Unsur Nitrogen, Karbon, Fospor dan Kalium*. Universitas Negeri Medan.