

Kajian Sifat Fisika Kimia Tanah Inceptisol di Berbagai Kelerengan dan Kedalaman Tanah pada Areal Pertanaman Kakao

Study of Physical and Chemical Properties of Inceptisols on Various Slopes and Soil Depths in Cocoa Plantation Area

Ida Suryani*, Juni Astuti, Nurul Muchlisah

*) Email korespondensi: idasuryani1906@gmail.com

Faculty of Agriculture and Technology, Cokroaminoto University, Jl. Perintis Kemerdekaan KM. 10 Tamalanrea, Makassar 90245, Indonesia

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji beberapa karakteristik sifat fisika dan kimia tanah inceptisol di berbagai kelerengan dan kedalaman tanah pada areal pertanaman kakao. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan melakukan survei dan pengambilan sampel tanah berdasarkan posisi lahan yaitu kelerengan 3%, 15%, dan 40% pada masing masing kedalaman 0-25 cm dan 25-50 cm. Hasil penelitian menunjukkan tekstur tanah pada semua kelerengan dan kedalaman tanah adalah tekstur liat. Persentase liat pada lapisan atas (0-25 cm) lebih tinggi dibanding lapisan bawah (25-50 cm) pada kelerengan 3 dan 40 %, sedangkan pada kelerengan 15% terjadi sebaliknya. Nilai pH dari tiap kelerengan dan kedalaman berkisar antara 4.52-5.35 dengan kriteria masam. *Bulk density* pada kelerengan 3% dan 40 % pada lapisan atas (0-25 cm) lebih rendah dibanding lapisan bawahnya (25-50 cm), kecuali pada kelerengan 15%. *Bulk density* pada lapisan atas dan bawah berada pada kisaran yang sama. Porositas dan permeabilitas tanah menurun seiring dengan tingginya kelerengan baik pada tingkat kedalaman tanah atas (0-25 cm) maupun pada kedalaman bawah (25-50 cm). C- organik, N- total, P-tersedia dan K-tersedia dari masing-masing kelerengan (3%, 15%, dan 40%) menurun dari lapisan atas (0- 25 cm) ke lapisan bawah (25-50 cm)

Kata kunci: inceptisol; tekstur; pH; *Bulk Density*.

ABSTRACT

This study aims to examine some of the physical and chemical characteristics of the inceptisol soil on various slopes and soil depths in the cocoa planting area. The method used in this research is descriptive method by conducting surveys and taking soil samples based on land position, namely slopes of 3%, 15%, and 40% at depths of 0-25 cm and 25-50 cm, respectively. The results showed that the soil texture on all slopes and soil depths was clay texture. The percentage of clay in the upper layer (0-25 cm) was higher than that in the lower layer (25-50 cm) on the 3 and 40% slopes, while on the 15% slope the opposite occurred. The pH value of each slope and depth ranges from 4.52-5.35 with acid criteria. Bulk density on the slope of 3% and 40% on the top layer (0-25 cm) is lower than the bottom layer (25-50 cm), except for the 15% slope. The bulk density of the top and bottom layers is in the same range. Porosity and soil permeability decrease with the slope height both at the top soil depth (0-25 cm) and at the bottom depth (25-50 cm). Organic C, total N, available P and available K of each slope (3%, 15%, and 40%) decreased from the upper layer (0-25 cm) to the lower layer (25 50 cm).

Keywords: inceptisols; texture; pH; bulk density.

I. PENDAHULUAN

Inceptisol adalah tanah muda dan mulai berkembang. Profilnya mempunyai horison yang dianggap pembentukannya agak lamban sebagai hasil alterasi bahan induk. Keberadaan

inceptisol merupakan hasil dari dua keadaan yaitu (1) tanah berkembang dari endapan-endapan atau bentang alam muda dan (2) tanah berkembang di wilayah-wilayah pada kondisi lingkungan menghambat proses pembentukan tanah (Lopulisa, 2004). Inceptisol dapat berkembang dari bahan induk batuan beku, sedimen dan metamorf. Biasanya mempunyai tekstur yang beragam dari kasar hingga halus, dalam hal ini bergantung pada tingkat pelapukan bahan induknya. Bentuk wilayah beragam dari berombak hingga bergunung. Inceptisol mempunyai kandungan liat yang rendah, yaitu $< 8\%$ pada kedalaman 20-50 cm. Tanah Inceptisol, digolongkan ke dalam tanah yg mengalami lapuk sedang dan tercuci. Tanah jenis ini menempati hampir 4% dari luas keseluruhan wilayah tropika atau 207 juta hektar. Inceptisol memiliki epipedon umbrik serta memiliki horison bawah penciri kambik. Sub Ordo Udept memiliki ciri Inceptisol lain dengan regim kelembaban tanah udik, memiliki bulan kering 270 mm, suhu tanah tahunan rata-rata $< 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan suhu tanah pada musim dingin dan musim panas rata-rata pada kedalaman 50 cm dari permukaan tanah berbeda $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ atau lebih. (Samuel Evans Ketaren, *et al*, 2014).

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran penting bagi perekonomian nasional, khususnya sebagai penyedia lapangan kerja, sumber pendapatan, dan devisa negara. Kakao juga berperan dalam mendorong pengembangan wilayah dan pengembangan agroindustri. Kualitas kakao Indonesia tidak kalah dengan kakao dunia. Bila dilakukan fermentasi dengan baik dapat mencapai cita rasa setara dengan kakao yang berasal dari Ghana. Kakao Indonesia mempunyai kelebihan yaitu tidak mudah meleleh. Dengan kata lain, potensi untuk menggunakan industri kakao sebagai salah satu pendorong pertumbuhan dan distribusi pendapatan cukup terbuka (Departemen Perindustrian, 2007).

Produktivitas kakao di Sulawesi Barat dengan 1,15 ton/ha/tahun telah lebih tinggi dibandingkan produktivitas kakao nasional yang hanya 0,90 ton/ha/tahun. Potensi lahan yang masih sangat luas dan belum dimanfaatkan adalah sekitar 291.767 ha yang merupakan peluang bagus untuk memperluas areal tanam kakao di Sulawesi Barat (Disbun Sulbar, 2011). Selain itu peningkatan produksi dapat pula dilakukan dengan melakukan ekstensifikasi atau perluasan areal tanam, dimana tanah Inceptisol merupakan salah satu jenis tanah yang tersebar di Sulawesi Barat. Hal ini yang mendasari perlunya kajian sifat fisik dan kimia tanah Inceptisol yang merupakan peluang bagus untuk memperluas areal tanam kakao di Sulawesi Barat.

II. METODE PENELITIAN

1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Papalang, Kabupaten Mamuju Propinsi Sulawesi Barat berlangsung pada Oktober hingga Desember 2018. Penelitian ini menggunakan metode survey dan analisis fisika dan kimia tanah dilaksanakan di Laboratorium Universitas Hasanuddin.

Lokasi penelitian ditentukan dari hasil overlay dengan kelerengan yang berbeda yakni pada koordinat $02^{\circ} 25' 55''$ LS dan $119^{\circ} 09' 37,8''$ BT ketinggian 7 m dpl dan kelerengan 3 %; koordinat $02^{\circ} 25' 54,3''$ LS dan $119^{\circ} 10' 10,18''$ BT, ketinggian 17 m dpl dengan kelerengan

15%; koordinat 02° 26' 2,2" LS dan 119° 11' 1,5" BT, ketinggian 36 m dpl dengan kelerengan 40%. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada bulan Oktober hingga Desember 2018. Penelitian dimulai dengan pengumpulan data sekunder meliputi peta Land System, Peta Penutupan Lahan, Peta Kemiringan Lereng, Peta Tanah Kabupaten Mamuju. Selanjutnya keempat peta tersebut di *overlay* untuk mendapatkan satuan lahan berdasarkan kemiringan lereng yang berbeda yaitu kemiringan lereng 3%, 15 % dan 40 %. yang selanjutnya setiap posisi lereng sub areal seluas 10 m x 10 m pada setiap posisi lereng dan dilakukan pengambilan sampel secara acak pada setiap posisi lereng yang terdiri dari 2 kedalaman (0-25 cm) dan (25-50 cm).

Peralatan yang digunakan adalah: GPS, meteran, ring sampel, buku Munsell Soil Colour Chart, kantong plastik, kertas label, cangkul, parang, pisau pandu, spidol, alat tulis serta peralatan laboratorium untuk analisis fisika dan kimia tanah.

2. Metode Analisis

Pengambilan sampel tanah dilakukan secara komposit untuk parameter tekstur tanah, bahan organik tanah, pH tanah, permeabilitas dan porositas tanah serta kadar N,P,K. Pengambilan sampel tanah dengan cara mengambil menggali dan mengambil contoh tanah terganggu masing-masing pada kedalaman 0-25 cm dan 25-50 cm.

Tabel 1. Parameter pengamatan dan metode analisis.

No	Parameter Pengamatan	Metode/ Alat Analisis
<i>Sifat Kimia</i>		
1	pH tanah (H ₂ O) dan (KCl)	Ekstraksi (1 : 2.5)
2	C-Organik	Walkley and Black
3	N-Total	Kjeldahl
4	P-tersedia	Bray I /Olsen
5	Kalium –dapat tukar	Ekstrak Ammonium Acetat pH 7
<i>Sifat Fisik</i>		
1	Tekstur	Gravimetri
2	<i>Bulk Density</i>	Gravimetri
3	Porositas	Gravimetri
4	Permeabilitas	Gravimetri

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanah pada semua kelerengan dan kedalaman tanah mempunyai tekstur liat. Persentase liat pada lapisan atas (0-25 cm) lebih tinggi dibanding lapisan bawah (25-50 cm) pada kelerengan 3 dan 40 %, sedangkan pada kelerengan 15% terjadi sebaliknya (Tabel 1).

Meningkatnya liat yang tidak terkait dengan keberadaan horison argilik yang oleh Fauck dalam Hakim (1986) disebut sebagai pori-pori pengayaan atau akumulasi liat. Menurutnya ada 3 mekanisme yang bertanggung jawab yaitu (1) pergerakan selektif dari partikel halus oleh erosi dan sedimentasi khususnya pada tanah-tanah di daerah berlereng; (2) iluviasi liat dan (3) pergerakan produk-produk dari permukaan liat utamanya dari horison bagian atas dari profil tanah. Tren distribusi liat yang berkurang dengan meningkatnya kedalaman terkait dengan tingkat pelapukan. Tingkat atau derajat pelapukan menurun dengan meningkatnya kedalaman yang disebabkan meningkatnya kandungan debu dan berkurangnya pori.

Tabel 1. Hasil analisis tekstur tanah inceptisol berdasarkan kelerengan dan variasi kedalaman tanah.

Kemiringan lereng (%)	Kedalaman tanah (cm)	Fraksi (%)			Tekstur
		Pasir	Debu	Liat	
3	0-25	11	26	63	Liat
	25-50	13	35	52	Liat
15	0-25	32	19	49	Liat
	25-50	19	29	52	Liat
40	0-25	12	26	62	Liat
	25-50	23	32	45	Liat

Tabel 2. Nilai *bulk density*, porositas, dan permeabilitas pada berbagai kelerengan dan variasi kedalaman tanah.

Kelerengan (%)	Kedalaman tanah (cm)	BD (gr cm ⁻³)	Porositas (%)	Permeabilitas (cm jam ⁻¹)
3	0-25	1.22	53.61	1.34 (AL)
	25-50	1.30	50.19	1.32 (AL)
15	0-25	1.25	52.65	1.31 (AL)
	25-50	1.25	52.47	1.25 (AL)
40	0-25	1.35	48.30	1.23 (AL)
	25-50	1.45	44.65	1.22 (AL)

Keterangan: AL (Agak lambat).

Tabel 2 menunjukkan *bulk density* pada kelerengan 3% dan 40%, di lapisan atas (0-25 cm) lebih rendah dibanding lapisan bawahnya (25-50 cm). Kecuali pada kelerengan 15%, *bulk density* pada lapisan atas dan bawah berada pada kisaran yang sama. Meningkatnya *bulk density* dari lapisan atas ke lapisan bawah karena adanya vegetasi dan serasah pada lapisan atas yang mendorong terbentuknya struktur tanah yang lebih gembur yang mengakibatkan nilai *bulk density* pada lapisan atas yang lebih rendah (Hakim, dkk 1986). Disamping itu, juga dapat disebabkan karena kadar liat di lapisan bawah lebih tinggi sehingga tanah pada lapisan tersebut lebih padat. Salah satu faktor penyebab meningkatnya *bulk density* tanah adalah adanya pengelolaan yang intensif untuk mendapatkan hasil nyang maksimal (Iqbal *et al*, 2006).

Pengelolaan lahan yang dilakukan secara regular seperti mengolah tanah, menyiang, memupuk, pencegahan hama/penyakit, mengairi, panen dan sebagainya mengakibatkan terjadinya pemadatan tanah. Menurut Baskoro dan Tarigan (2007), tanah yang berbahan organik tinggi cenderung mempunyai agregat yang baik dan stabil. Tanah yang memiliki agregat yang baik dan berbahan organik tinggi akan memiliki bobot isi yang rendah karena tanah lebih sarang (*porous*).

Hasil analisis menunjukkan porositas dan permeabilitas tanah menurun seiring dengan tingginya kelerengan, baik pada tingkat kedalaman tanah atas (0-25 cm) maupun pada kedalaman bawah (25-50 cm). Penurunan porositas dan permeabilitas menurut kedalaman ini disebabkan oleh adanya tanaman kakao dan serasah pada permukaan tanah, serta adanya aktivitas jasad hidup tanah, khususnya bakteri. Mikroorganisme yang berperan dalam

perombakan bahan organik sehingga stabilitas agregat tanah dan pori dapat dipertahankan. Intersepsi akar pohon kakao akan menciptakan granulasi tanah yang baik dan mendorong peningkatan permiabilitas tanah (Baver et al, 1983). Hal yang senada juga dikemukakan oleh Sutanto (2005) bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap permiabilitas tanah adalah tekstur, struktur dan porositas tanah.

Tabel 3. Nilai pH, C- Organik N-total, P-tersedia K tersedia berdasarkan kelerengan dan kedalaman tanah.

Kelerengan (%)	Kedalaman tanah (cm)	pH	C- org (%)	N-total (%)	P-tersedia (ppm)	K-tersedia cmol (kg ⁻¹)
3	0-25	4.91 (Masam)	2.10 (Rendah)	0.22 (Sedang)	15.42 (Rendah)	0.16 (Rendah)
	25-50	4.52 (Masam)	1.52 (Rendah)	0.21 (Rendah)	15.12 (Rendah)	0.13 (Rendah)
15	0-25	4.64 (Masam)	1.38 (Rendah)	0.20 (Rendah)	15.42 (Rendah)	0.11 (Rendah)
	25-50	4.61 (Masam)	1.33 (Rendah)	0.11 (Rendah)	15.24 (Rendah)	0.11 (Rendah)
40	0-25	5.35 (Masam)	1.32 (Rendah)	0.16 (Rendah)	15.00 (Rendah)	1.22 (Rendah)
	25-50	5.03 (Masam)	0.78 (Rendah)	0.14 (Rendah)	14.78 (Rendah)	0.12 (Rendah)

(Kriteria berdasarkan penilaian sifat tanah Balai Penelitian Tanah Bogor, 2005).

Hasil peneliatian menunjukkan bahwa semakin tinggi kelerengan, pH tanah semakin tinggi dengan bertambahnya kedalaman tanah dengan kriteria masam, dan termasuk ordo Inceptisol. Menurut Damanik *et al.* (2011), reaksi tanah Inseptisol ada yang masam sampai agak masam (pH 4,6-5,5) dan agak masam sampai netral (pH 5,6-6,8). Hal inilah yang memungkinkan beberapa tanaman perkebunan yang diusahakan masyarakat setempat masih dapat tumbuh seperti kakao, durian, rambutan, langsung, mangga, kelapa, dan pisang. Hal sebaliknya terjadi pada C-organik yang mengalami penurunan dari 2,10 menjadi 0.78 dengan meningkatnya kelerengan dan bertambahnya kedalaman tanah.

Kadar karbon organik yang relatif lebih rendah di lapisan atas (0-25 cm) kemungkinan besar terkait dengan kondisi iklim dan drainase tanah. Iklim yang panas pada tanah-tanah berdrainase baik menunjukkan suhu yang sesuai untuk tingkat dekomposisi bahan organik yang tinggi oleh mikroorganisme aerob (Suryani, I, 2013).

Salah satu faktor yang mempengaruhi C-organik yaitu kemiringan lereng. Kemiringan lereng yang curam menyebabkan energi kinetik aliran permukaan menjadi besar. Energi yang besar ini digunakan untuk melepaskan dan mengangkut lapisan atas tanah yang menjadi penyebab erosi pada satu tempat (Septianugraha, 2014). Kadar bahan organik di di lereng bawah lebih tinggi dibandingkan dengan di lereng tengah dan lereng atas. Posisi topografi yang berbeda mempengaruhi pertumbuhan vegetasi dan biomassa yang dirombak oleh mikroorganisme, sehingga kadar bahan organik di kawasan hutan menjadi tinggi. Young dan Hammer (2000) menemukan bahwa sebagian besar sifat-sifat tanah sama pada posisi atas dan tengah. Walaupun pada penelitian ini tidak ada keteraturan keragaman pada

setiap posisi lereng, namun terdapat proses geomorfik pada setiap posisi lereng yang menyebabkan karakteristik tanah yang berbeda-beda.

Tabel 3 menunjukkan N- total pada tanah lapisan atas berkisar antara 0,16%-0,22% dan lapisan bawah berkisar 0,11%-0,21% dengan kriteria rendah hingga sedang. Tanah lapisan atas memiliki nilai N yang lebih tinggi dibandingkan tanah lapisan bawah. Hal ini dapat terjadi karena pada tanah lapisan atas dipengaruhi oleh adanya dekomposisi bahan organik yang berasal dari sisa-sisa tanaman maupun hewan. Menurut Damanik *et al.* (2011, bahan organik mengandung protein (N organik). Selanjutnya dalam dekomposisi bahan organik protein akan dilapuki oleh jasad-jasad renik menjadi asam-asam amino, kemudian menjadi ammonium (NH₄) dan nitrat (NO₃) yang larut di dalam tanah. Bakteri yang berperan dalam dekomposisi ini adalah bakteri-bakteri nitrifikasi. Kadar N-total tanah pada umumnya berkorelasi positif dengan kadar bahan organik tanah, makin tinggi kadar bahan organik tanah makin tinggi pula kadar N-total tanah (Suryani, I, 2013).

Hasil analisis menunjukkan semakin tinggi kelerengan, nilai P-tersedia semakin menurun dengan bertambahnya kedalaman tanah. (15.42 ppm menjadi 14.78 ppm) dengan kriteria rendah. Hal ini diduga terjadi karena tanah yang terdapat pada areal perkebunan kakao ini memiliki sifat andik, yang dapat dilihat dari ketebalan lapisan bahan organiknya. Tanah yang memiliki sifat andik terdapat mineral amorf (mineral Alofan dan Imagolit) yang dapat meretensi fosfat dalam jumlah besar sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Menurut Prasetyo *et al* (2009), tanah-tanah yang bersifat andik umum dijumpai di dataran volkan di Indonesia. Bahan piroklastis yang kaya akan gelas volkan apabila melapuk akan membentuk tanah yang didominasi oleh bahan amorf yang dapat berupa alofan, imogolit atau kompleks aluminium humus, sehingga menyebabkan tanah yang dibentuknya mempunyai sifat andik. Tanah yang demikian biasanya diklasifikasikan sebagai Andisol. Akan tetapi tanah yang sudah lebih berkembang seperti Inceptisol, Ultisol dan Oksisol, sering masih mempunyai sifat andik dengan kriteria yang sedikit berbeda dari Andisol. Mukhlis *et al* (2011) menambahkan bahwa Alofan dan Imagolit dapat mengadsorpsi spesifik sejumlah komponen anorganik dan organik, misalnya meretensi P dalam jumlah yang besar (>85%) sehingga tidak tersedia bagi tanaman.

Tabel 3 menunjukkan data K-tukar tanah pada tanah lapisan atas (0-25 cm) lebih tinggi dibanding lapisan bawah (25-50 cm) pada semua kelerengan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kalium yang merupakan kation monovalen yang diadsorpsi dengan gaya tarik permukaan koloid yang relatif lemah, terutama pada tanah-tanah yang didominasi oleh mineral liat tipe 1:1 yang tidak mengembang. Kalium dalam keadaan tersebut bersifat relatif mobil dalam tanah (Suryani, I, *et al*, 2021). Curah hujan yang cukup tinggi di lokasi penelitian memungkinkan kalium dapat tercuci ke dalam lapisan tanah yang lebih dalam dan meninggalkan lapisan atas dengan kadar kalium yang rendah.

IV. KESIMPULAN

Tekstur tanah pada areal pertanaman kakao cenderung liat, pH tergolong masam pada kelerengan 3%, 15%, dan 40%, dengan persentase liat pada lapisan atas (0-25 cm) lebih tinggi dibanding lapisan bawah (25-50 cm) pada kelerengan 3 dan 40%, sedangkan pada kelerengan 15% terjadi sebaliknya. Permeabilitas tanah menurun seiring dengan tingginya

kelerengan baik pada tingkat kedalaman tanah atas (0-25 cm) maupun pada kedalaman bawah (25-50 cm), *bulk density* pada kelerengan 3% dan 40% pada lapisan atas (0-25 cm) lebih rendah dibanding lapisan bawahnya (25-50 cm), kecuali pada kelerengan 15% *bulk density* pada lapisan atas dan bawah berada pada kisaran yang sama. Porositas dan permeabilitas tanah menurun seiring dengan tingginya kelerengan baik pada semua tingkat kedalaman tanah atas. Nilai pH dari tiap kelerengan dan kedalaman berkisar antara 4.52-5.35 dengan kriteria masam. Kadar C- organik, N- total, P-tersedia, dan K-tersedia dari masing-masing kelerengan yang semakin menurun dari lapisan atas (0- 25 cm) ke lapisan bawah (25-50 cm).

V. REFERENSI

- Balai Penelitian Tanah (2005). *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman Air, dan Pupuk*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Bogor.
- Banuwa, I.S., N. Sinukaban, S.D. Tarigan, dan D. Darusman (2008). Evaluasi kemampuan lahan DAS Sekampung Hulu. *Jurnal Tanah Tropika*, 13: 145-153.
- Baskoro, D.P.T. dan S.D. Tarigan., (2007). Soil moisture characteristics on several soil types. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 9: 77-81.
- Damanik, M.M.B., E.H. Bachtiar., Fauzi., Sarifuddin, dan H. Hamidah (2011). *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. USU Press, Medan.
- Departemen Perindustrian (2007). *Gambaran Sekilas Industri Kakao*. Jakarta (ID): Deperindag.
- Disbun Sulbar (2011). *Produksi dan Luas Areal Tanaman Perkebunan Propinsi Sulawesi Barat*. Dinas Perkebunan Propinsi Sulawesi Barat. Mamuju.
- Hardjowigeno, S. (2007). *Ilmu Tanah*. Jakarta: Penerbit Pusaka Utama.
- Iqbal, T., Mandang, dan E.N. Sembiring., (2006). Pengaruh lintasan traktor dan pemberian bahan organik terhadap pepadatan tanah dan keragaan tanaman kacang tanah. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) dan Departemen Teknik Pertanian (FATETA) IPB, Bogor. 20:225-234.
- Lopulisa C. 2004. *Tanah-tanah Utama Dunia Ciri, Genesa dan Klasifikasinya*. ISBN : 979-530-067-9. Cetakan pertama, Lembaga Penerbitan UNHAS.
- Mukhlis., Sarifuddin., dan H. Hamidah. 2011. *Kimia Tanah Teori dan Aplikasi*. USU Press, Medan.
- Prasetyo, B.H., N. Suharta dan E. Yatno. 2009. Karakteristik Tanah-Tanah Bersifat Andik dari Berbagai Bahan Piroklastis Masam di Dataran Tinggi Toba. *Jurnal Tanah dan Iklim* 29:1.
- Samuel Evans Ketaren, Posma Marbun, Purba Marpaung. 2014. Klasifikasi Inceptisol Pada Ketinggian Tempat yang Berbeda di Kecamatan Lintong Nihuta Kabupaten Hasundutan *Jurnal Online Agroekoteknologi* . ISSN No. 2337- 6597 Vol.2, No.4 : 1451-1458.
- Septianugraha, R. 2014. Pengaruh Penggunaan dan Kemiringan Lereng Terhadap C- organik dan Permeabilitas Tanah di Sub Das Cisangkuy Kecamatan Pangalengan, Kabupaten

Bandung. Departemen Ilmu Tanah, Fakultas pertanian, Universitas Padjadjaran . J. Agrin vol 18.

Suryani, I. 2013. Dinamika C-organik pada areal pertanaman kakao di Papalang –Kabupaten Mamuju. Jurnal Bertani, Vol. VIII Edisi 1 Januari 2013.ISSN No. 1907- 6894, Kopertis Wilayah IX Sulawesi.

Suryani, I. 2013. Pengaruh vegetasi terhadap kandungan Nitrogen total pada berbagai kedalaman tanah pada areal pertanaman kakao di Papalang, Kabupaten Mamuju. Agrisistem, Nomor 9.Vol. 1 Edisi Juni 2013 Seri Hayati, STTP Gowa Sulawesi-Selatan.

Suryani, I, C Lopulisa and A Ahmad. 2021. The Potential estimation of soil fertility based mineral types in Papalang areas, Mamuju Regency, West Sulawesi. IOP Publishing , IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science **807** 04206.

Sutanto, R. 2005. Dasar-dasar Ilmu Tanah, Konsep dan Kenyataan. Kanisius, Yogyakarta.

Young, F.J. and R.D. Hammer. 2000. Soil-landform relationships on a loess mantled Upland Landscape in Missouri. *Soil Science Society of America Journal*, 64: 1443-1454.