e-J. **Agrotekbis 14 (3) : 791 - 797, Juni 2026** **ISSN : 2338-3011**
Published by Tadulako University **E-ISSN : 3030-9395**

ANALISIS KIMIA TANAH PADA LAHAN HUTAN SEKUNDER DAN AGROFORESTRI

Soil Chemical Analysis of Secondary Forest Land Agroforestry

Sukma[1)], Yosep S Pata'dungan[2)], Rezi Amelia[2)]

[1)] Alumni Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako. Palu.
[2)] Dosen Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako. Palu.
Jl. Soekarno-Hatta Km 9, Tondo-Palu 94118, Sulawesi Tengah. Telp. 0451-429738
E-mail: umalasapa@gmail.com, ypatadungan@yahoo.co.id, reziamelia@gmail.com

ABSTRACT

Soil is an important factor in supporting the growth of soil quality, secondary forests are forests that grow and develop naturally after damage to the first forest. Agroforestry land is a farm land combined with trees and agricultural crops. Sampling of land was carried out in Lero Village, Sindue District, Donggala Regency for the analysis of the chemical properties of the land carried out in the Laboratory of the Faculty of Agriculture Sciences at the University of Tadulako Palu. This study began in June 2022 to July 2022, using the survey method and supported by data on the results of soil analysis in the laboratory. Determination of the location of secondary forest land and agroforestry is carried out by means of purposive sampling. The soil sampling point is carried out at three points, namely the peak, middle, valleys. The results showed the C-organic content on agroforestry land had high criteria ranging from 3.12 - 3.60 %, whereas in secondary forest land with very high criteria with a value of around 5.41 - 5.85 %. The acidity of the soil (pH) on agroforestry land has a rather sour criterion with a value of 6.11-6.64 and in secondary forest land has a rather sour criterion where the soil pH value ranges from 6.43-6.79. Analysis of the land CEC in agroforestry land has very high criteria with a value of 32.38-51.26 ME/100g and in secondary forest land has very high criteria with a value of 41.06-47.31 ME/100G.

Keywords : Agroforestry, Comply, C-organic, Soil Reaction (pH), and Secondary Forests.

ABSTRAK

Tanah merupakan faktor penting dalam mendukung pertumbuhan kualitas tanah, Hutan Sekunder adalah hutan yang tumbuh dan berkembang secara alami sesudah terjadi kerusakan pada hutan yang pertama. Lahan Agroforestri merupakan lahan usaha tani yang dikombinasikan dengan pepohonan dan tanaman pertanian. Pengambilan sampel tanah dilakukan di Desa Lero, Kecamatan Sindue, Kabupaten Donggala untuk analisis Sifat Kimia Tanah dilaksanakan di Laboratorium Unit Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tadulako Palu. Penelitian ini dimulai dari bulan Juni 2022 hingga juli 2022, dengan menggunakan Metode survey dan didukung data hasil analisis tanah di Laboratorium. Penentuan lokasi Lahan hutan sekunder dan agroforestri dilakukan dengan cara *Purposive sampling*. Titik pengambilan sampel tanah dilakukan pada tiga titik yaitu puncak, tengah, lembah. Hasil penelitian menunjukkan kandungan C-organik pada lahan Agroforestri memiliki kriteria Tinggi berkisar 3,12 - 3,60 %, sedangkan pada lahan Hutan Sekunder dengan kriteria Sangat Tinggi dengan nilai berkisar 5,41 - 5,85 %. Kemasaman tanah (pH) pada lahan agroforestri memiliki kriteria agak masam dengan nilai 6,11-6,64 dan pada Lahan Hutan Sekunder memiliki kriteria agak masam di mana nilai pH tanahnya berkisar 6,43-6,79. Analisis KTK tanah pada lahan agroforestri memiliki kriteria Sangat Tinggi dengan nilai 32,38-51,26 me/100g dan pada Lahan Hutan Sekunder memiliki kriteria Sangat Tinggi dengan nilai sebesar 41,06 – 47,31 me/100g.

Kata Kunci : C-organik, Hutan Sekunder, KTK, Lahan, Agroforestri, dan Reaksi Tanah (pH).

PENDAHULUAN

Konversi hutan menjadi lahan pertanian berpengaruh terhadap penurunan kualitas tanah. Hal ini menyebabkan serasah dan bahan organik tanah berkurang karena deforestasi, yang biasanya dilakukan dengan cara tebas bakar. Konversi hutan menjadi lahan pertanian tanaman semusim melibatkan faktor-faktor yang kompleks, yaitu pengelolaan lahan, penanaman (Naharuddin *dkk.*, 2020).

Perubahan penggunaan lahan dari hutan menjadi lahan perkebunan, pertanian, pertambangan maupun pemukiman dapat mempengaruhi ekosistem tanah. Terganggunya ekosistem tanah dapat mempengaruhi kondisi kesuburan tanah. Kesuburan tanah potensi tanah untuk menyediakan unsur hara dalam jumlah yang cukup dalam bentuk yang tersedia dan seimbang untuk menjamin pertumbuhan tanaman yang maksimum (Yamani, 2010).

Tanah merupakan faktor penting dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan kualitas tanah, setiap tipe ekosistemnya dipengaruhi oleh proses pembentukan tanah yang berasal dari interaksi antara bahan induk, iklim, vegetasi, waktu dan bentang lahan. Perbedaan kualitas tanah dapat berpengaruh terhadap variasi laju pertumbuhan tanaman sehingga produktivitas yang dihasilkan beragam (Sadono, R., *dkk.*, 2019).

Tanah yang memenuhi syarat agar pertumbuhan tanaman bisa optimal harus memiliki kandungan unsur hara yang cukup, mengandung banyak bahan organik yang menguntungkan bagi tanaman. Salah satu penyusun kualitas tanah ialah sifat kimia tanah. Sifat kimia tanah erat kaitannya dengan ketersediaan unsur hara yang berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Jika unsur hara terpenuhi maka metabolisme dalam tubuh tanaman akan berjalan dengan baik (Kusumandaru W, *dkk.*, 2015).

Kesuburan tanah ditentukan oleh kondisi kimia, fisik dan biologinya yang seimbang, karena bisa saja tanah itu subur secara fisik tetapi secara kimia dan biologi tidak sebaliknya. Kondisi kimia tanah dapat ditentukan melalui analisis kimia tanah. Sifat kimia tanah sangat berpengaruh terhadap kesuburan tanah, semakin baik kondisi kimia tanah pada suatu lahan maka semakin baik pula kualitas tanah tersebut. Kandungan unsur kimia yang ada dalam tanah juga dipengaruhi oleh bentuk penggunaan lahannya seperti pada lahan agroforestri (Andi, *dkk.*, 2018).

De Foresta dkk. (1997) mengelompokkan agroforestri menjadi dua jenis yaitu: system agroforestri sederhana dan sistem agroforestri kompleks. Sistem agroforestri sederhana adalah suatu sistem pertanian di mana pepohonan ditanam secara tumpang sari dengan satu atau lebih tanaman semusim. Agroforestri dapat diartikan juga sebagai suatu sistem pengelolaan lahan secara intensif dengan mengkombinasikan tanaman kehutanan dan tanaman pertanian dengan maksud agar diperoleh hasil yang maksimal dari kegiatan pengelolaan hutan tersebut dengan tidak mengesampingkan aspek konservasi lahan serta budidaya praktis masyarakat lokal (Anggraini dan Wibowo, 2007).

Agroforestri merupakan salah satu sistem pencegahan akibat konversi lahan seperti kekeringan, banjir, erosi, dan penurunan kesuburan tanah (Rianse dan Abdi, 2010). Greigh-Smith (1983) menyatakan hutan sekunder merupakan pertumbuhan hutan kembali setelah dilakukannya proses tebang habis, sehingga dapat mencegah tanah longsor dan erosi.

Hutan sekunder merupakan hutan primer yang rusak akibat bencana alam seperti banjir dan bencana alam lainnya, atau perbuatan manusia yang disengaja dalam pemanfaatannya misalnya membuka lahan untuk berladang, dan memenuhi kebutuhan kayu. Secara alami hutan sekunder akan terbentuk kembali menjadi hutan baru, tetapi belum mencapai klimaks (Afronius *dkk.*, 2018).

Lero adalah salah satu Desa yang berada di Kecamatan Sindue Kabupaten

Donggala, Desa Lero sendiri memiliki potensi tinggi dalam sektor pertanian dan merupakan tumpuan kehidupan perekonomian seperti perkebunan kelapa, hutan dan agroforestri. Namun dalam kehidupan ekonomi masyarakat di Desa Lero belum maksimal, berdasarkan hal tersebut penulis tertarik melakukan penelitian terkait **"Analisis Kimia Tanah pada Lahan Hutan Sekunder dan Agroforestri"** agar dapat digunakan sebagai acuan dalam melakukan pengelolaan lahan.

Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk menentukan status kimia tanah pada lahan hutan sekunder dan agroforestri di Desa Lero Kecamatan Sindue Kabupaten Donggala.

Manfaat dari penelitian ini untuk memberikan informasi tentang bagaimana sifat kimia tanah pada lahan tersebut sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan pihak-pihak terkait untuk menentukan arah penggunaan lahan kedepanya di Desa Lero Kecamatan Sindue Kabupaten Donggala.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Desa Lero Kecamatan Sindue Kabupaten Donggala dan analisis sifat kimia tanah dilaksanakan di Laboratorium Unit Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tadulako. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni hingga Oktober 2022.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Global Posittioning System* (GPS), klinometer, linggis, karet, kamera, meteran, kantong plastik es, kertas label, dan alat tulis menulis.

Bahan yang digunakan yaitu; sampel tanah tidak utuh untuk bahan analisis laboratorium, bahan kimia digunakan dalam proses analisis Reaksi Tanah (pH), C-Organik, KTK.

Penelitian ini menggunakan metode survey dan pengambilan sampel dilakukan dengan cara *purposive sampling* pada kedalaman 0-20 cm. Setiap titik pengambilan sampel tanah dengan 2 lokasi yang berbeda yaitu pada lahan Hutan Sekunder dan Agroforestri.

Tahap Persiapan. Pada tahap ini peneliti melakukan pengurusan perizinan lokasi penelitian pada pemerintah setempat dan pemilik lahan, sekaligus melakukan survey pendahuluan terhadap lokasi pengambilan sampel tanah. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan dari masyarakat setempat pada proses pengambilan sampel dilapangan.

Survey. Lokasi penelitian dilaksanakan setelah mendapat perizinan pemerintah daerah setempat. Survei ini dilaksanakan untuk mengamati kondisi lokasi penelitian secara umum dan menentukan lokasi pengambilan sampel secara *purposive sampling*. Dalam menentukan titik lokasi pengambilan perlu mempertimbangkan letak atau lokasi titik sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan.

Pengambilan Sampel Tanah. Pengamatan dan Pengambilan sampel dilakukan pada kedalamann 0-20 cm, di mana pada masing-masing lahan diambil sebanyak 5 titik sampel sehingga total sampel tanah dari kedua lahan tersebut sebanyak 10 sampel tanah. Sampel tanah yang diambil di lapangan berupa contoh tanah tidak utuh. Kemudian contoh tanah tidak utuh yang diambil dimasukkan kedalam kantong plastik dan diberi label.

Analisis Tanah. Sampel tanah yang diambil kemudian dibawa ke Laboratorium Ilmu Tanah untuk dianalisis sifat kimianya. Prosedur analisis sifat kimia tanah yaitu pertama sampel tanah di keringanginkan. Setelah itu tanah dihaluskan dengan cara ditumbuk kemudian diayak dengan ayakan 0,5 mm dan ayakan 2 mm tujuannya untuk memisahkan partikel kasar dan halus.

Variabel Pengamatan. Pengamatan yang akan dilakukan untuk analisis sifat kimia tanah yaitu mencakup Reaksi Tanah (pH), C-Organik, dan Kapasitas Tukar Kation (KTK),

Analisis Data. semua data yang diperoleh baik data lapangan dan data laboratorium dianalisis dengan diinterprestasikan dalam bentuk tabel. untuk kriteria masing-masing parameter dapat dilihat pada tabel.

Tabel 1. Hasil Analisis Keasaman Tanah (pH)

Kode Sampel	Kedalaman (cm)	C-Organik %	Kriteria*
Agro 1	0-20	3.16	Tinggi
Agro2	0-20	3.12	Tinggi
Agro3	0-20	2.61	Sedang
Agro 4	0-20	3.60	Tinggi
Agro5	0-20	3.20	Tinggi
HK 1	0-20	5.41	Sangat Tinggi
HK 2	0-20	4.98	Tinggi
HK 3	0-20	5.65	Sangat Tinggi
HK 4	0-20	5.76	Sangat Tinggi
HK 5	0-20	5.85	Sangat Tinggi

Sumber : Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk Balai Penelitian Tanah dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, 2005.

HASIL DAN PEMBAHASAN

C-Organik. Hasil analisis pada Tabel 1, menunjukkan bahwa kandungan C-Organik pada lahan Hutan Sekunder dan Agroforestri di Desa Lero memiliki kriteria yang sedang sampai sangat tinggi dengan nilai 2,61-5,85%. Kandungan C-Organik tertinggi pada Lahan Agroforestri terdapat pada Agro 4 sebesar 3,60%, dengan kriteria tinggi, sedangkan yang terendah terdapat pada Agro 3 sebesar 2,61% dengan kriteria sedang. Sementara kandungan C-Organik tertinggi pada lahan Hutan Sekunder terdapat pada HK 5 sebesar 5,85%, dengan kriteria sangat tinggi, sedangkan yang terendah terdapat pada HK 2 sebesar 4,98% dengan kriteria tinggi.

Lahan Hutan Sekunder dan Agroforestri memiliki kandungan bahan organik tinggi karena adanya suplai bahan organik yang terus-menerus dari vegetasi hutan sehingga terjadi pemupukan, hal ini sejalan dengan penelitian (Hardjowigeno, 2003) kandungan bahan C-Organik cenderung tinggi hal ini disebabkan oleh sumbangsih dari semua jenis senyawa organik yang terdapat di dalam tanah, termasuk serasah, fraksi bahan organik ringan, biomassa, mikro organisme, bahan organik terlarut dalam air, dan bahan organik yang stabil atau humus.

Kandungan C-Organik yang bervariasi pada lahan tersebut disebabkan karena perbedaan jenis dan jumlah vegetasi yang tumbuh pada lahan tersebut. Lebih lanjut oleh Munawar (2013), bahwa bahan organik tanah adalah seluruh karbon di dalam tanah yang berasal dari sisa tanaman/ tumbuhan. Berbeda sumber dan jumlah bahan organik tersebut akan berbeda pula pengaruhnya terhadap bahan organik yang disumbangkan ke dalam tanah.

Kandungan C-Organik pada Hutan Sekunder sangat tinggi dibandingkan dengan agroforestri hal ini disebabkan oleh keragaman vegetasi yang tumbuh di atasnya menjadi penyususn utama bahan organik. Dengan kata lain bahwa salah satu komponen pokok tempat penyimpanan C adalah bahan organik (Febrianti R *dkk.*, 2019).

Keasaman Tanah (pH). Berdasarkan hasil analisis pH tanah pada lahan Hutan Sekunder dan Agroforestri di Desa Lero Hasil analisis pada Tabel 2, menunjukkan bahwa kandungan pH pada lahan Hutan Sekunder dan Agroforestri di Desa Lero memiliki kriteria agak masam sampai netral, dengan nilai 6,11-6,79. Kandungan pH tertinggi pada Lahan Agroforestri terdapat pada Agro 5 sebesar 6,64 dengan kriteria Netral, sedangkan yang terendah terdapat pada Agro 3 sebesar 6,11 dengan kriteria Agak Masam.

Sementara kandungan pH tertinggi pada lahan Hutan Sekunder terdapat pada HK 3 sebesar 6,79 dengan kriteria Netral, sedangkan yang terendah terdapat pada HK 1 sebesar 6,45 dengan kriteria Agak Masam.

Tingginya pH menunjukkan adanya

sumbangan seresah daun, akar, batang yang jatuh ketanah dan terkomposisi atau mengalami pelapukan dengan membentuk lapisan bahan organik. Hal ini sejalan dengan pendapat (Hanafiah, 2005) Reaksi (pH) tanah merupakan indikator tingkat kemasaman tanah dapat dipengaruhi oleh jenis tanahnya, mineral yang mengalami perkembangan dan pelapukan bahan induk tanah akan menghasilkan sejumlah jenis mineral penyusunnya dan derajat pelapukan sehingga reaksi atau pH tanah selaras dengan bahan induk penyusunnya.

Sesuai dengan pernyataan Hardjowigeno (2010), yang mengemukakan bahwa di Indonesia umumnya tanah bereaksi masam dengan pH 4,0-5,5 sehingga tanah dengan pH 6,0-6,5 sering dikatakan telah cukup netral meskipun sebenarnya masih agak masam.

Tanah asam terkadang dianggap tidak subur karena menyebabkan penurunan ketersediaan beberapa nutrisi dan peningkatan logam berat ke tingkat beracun. Dalam hal ini curah hujan yang tinggi juga dapat menyebabkan tanah asam (Shi, 2009).

Menurut Pairunan dkk. (1985) bahwa naik turunnya pH tergantung konsentrasi ion H^+ dan OH^-. Jika konsentrasi ion H^+ dalam larutan tanah naik maka pH tanah akan turun (pH akan menjadi masam) sedangkan jika konsentrasi ion OH^- naik maka pH tanah akan naik (pH tanah menjadi basa). Pertumbuhan tanaman juga dipengaruhi oleh reaksi asam dan basa dalam tanah, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Tingginya pH menunjukkan adanya sumbangan serasah daun, akar batang yang jatuh ke tanah dan terkomposisi atau mengalami pelapukan dengan membentuk lapisah bahan organik. Hal ini juga disebabkan karena tercucinya basa-basa ke lapisan bawah oleh air hujan (Azmul, *dkk.*, 2016).

KTK. Berdasarkan hasil analisis KTK tanah pada lahan Hutan Sekunder dan Agroforestri di Desa Lero Hasil analisis pada Tabel 3, menunjukkan bahwa kandungan tanah pada lahan Hutan Sekunder dan Agroforestri di Desa Lero memiliki kriteria tinggi hingga sangat tinggi dengan nilai 32,38-51,26 cmol (+)kg^{-1}). Kandungan KTK tertinggi pada Lahan Agroforestri terdapat pada Agro 4 sebesar 51,26 cmol (+)kg^{-1}) dengan kriteria Sangat Tinggi, sedangkan yang terendah terdapat pada Agro 2 sebesar 32,38 cmol (+)kg^{-1}) dengan kriteria tinggi.

Sementara pada lahan Hutan Sekunder terdapat pada HK 5 sebesar 47,31 cmol (+)kg^{-1}) dengan kriteria sangat tinggi. sedangkan yang terendah terdapat pada HK 1 sebesar 41,06 cmol (+)kg^{-1}) dengan Sangat tinggi.

Tabel 2. Hasil Analisis Keasaman Tanah (pH)

Kode Sampel	Kedalaman (cm)	pH		Kriteria
		H_2O	KCl	
Agro 1	0-30	6.25	4.61	Agak Masam
Agro 2	0-30	6.48	5.38	Agak Masam
Agro 3	0-30	6.11	4.5	Agak Masam
Agro 4	0-30	6.17	4.56	Agak Masam
Agro 5	0-30	6.64	5.79	Netral
HK 1	0-30	6.45	5.59	Agak Masam
HK 2	0-30	6.60	5.57	Netral
HK 3	0-30	6.79	6.14	Netral
HK 4	0-30	6.45	6.01	Agak Masam
HK 5	0-30	6.57	5.87	Agak Masam

Sumber : Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk Balai penelitian Tanah dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, 2005.

Tabel 3. Hasil Analisis KTK

Kode Sampel	Kedalaman (cm)	KTK (cmol (+)kg^{-1})	Kriteria
Agro 1	0-20	40.66	Sangat Tinggi
Agro 2	0-20	32.38	Tinggi
Agro 3	0-20	43.94	Sangat Tinggi
Agro 4	0-20	51.26	Sangat Tinggi
Agro 5	0-20	41.98	Sangat Tinggi
HK 1	0-20	41.06	Sangat Tinggi
HK 2	0-20	41.49	Sangat Tinggi
HK 3	0-20	46.99	Sangat Tinggi
HK 4	0-20	42.07	Sangat Tinggi
HK 5	0-20	47.31	Sangat Tinggi

Sumber : Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk Balai penelitian Tanah dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, 2005.

Hal ini disebabkan gugus fungsional yang telah mengalami ionisasi dimana akan menghasilkan sejumlah muatan negatif pada permukaan koloid tanah dan juga adanya dekomposisi bahan organik yang dapat menghasilkan humus yang kemudian KTK meningkat. Tingginya nilai KTK tanah tersebut dapat disebabkan kandungan bahan organik tanah sebagian akibat dari kegiatan fisik dibadan tanah.

Hal ini Selaras dengan pernyataan (Kumalasari *dkk*, 2011) dengan meningkatnya kapasitas pertukaran kation, maka dapat menahan unsur-unsur hara. Dengan semakin menurunnya kandungan bahan organik tanah, humus (koloid organik) sebagai sumber muatan negatif tanah juga semakin berkurang sehingga jumlah muatan positif (kation-kation) dalam tanah yang dapat dipertukarkan juga semakin rendah.

Musthofa, (2007) *dalam* Barek (2013) dalam penelitiannya menyatakan bahwa kandungan bahan organik dalam bentuk C-organik tanah harus dipertahankan tidak kurang dari 2%, agar kandungan bahan organik dalam tanah tidak menurun dengan waktu akibat proses dekomposisi mineralisasi maka sewaktu pengolahan tanah penambahan bahan organik mutlak harus diberikan setiap tahun. Kandungan bahan organik antara lain sangat erat berkaitan dengan KTK (Kapasitas Tukar Kation) dan dapat meningkatkan KTK tanah.

Semakin tinggi KTK tanah semakin banyak kation-kation basa yang dapat ditahan oleh tanah, sehingga semakin besar kemungkinan tanah akan memiliki tingkat kesuburan yang lebih tinggi, sebaliknya jika KTK dalam tanah rendah, maka tanah tidak dapat menahan unsur-unsur hara dengan baik, sehingga unsur-unsyr hara dengan mudah tercuci oleh air (Safrizal., O, R. Saragih. 2016).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil Analisis Kandungan C-organik pada lahan Agroforestri memiliki kriteria Tinggi berkisar 3,12 - 3,60%, sedangkan pada lahan Hutan Sekunder dengan kriteria Sangat Tinggi dengan nilai berkisar 5,41 - 5,85%.
2. Hasil Analisis pH tanah menunjukkan bahwa pada Lahan Agroforestri memiliki kriteria Agak Masam dengan nilai 6,11-6,64 dan pada Lahan Hutan Sekunder memiliki kriteria agak masam dimana nilai pH tanahnya berkisar 6,43-6,79.
3. Hasil Analisis KTK tanah pada Lahan Agroforestri memiliki kriteria Sangat Tinggi dengan nilai 32,38-51,26 me/100g dan pada Lahan Hutan Sekunder memiliki kriteria Sangat Tinggi dengan nilai sebesar 41,06 – 47,31 me/100g.

DAFTAR PUSTAKA

Afronius, Herawatiningsih R, Manurung F.T. 2018. *Keanekaragaman Pohon Penghasil Buah Di Hutan Sekunder pada Areal IUPHHK-HTI PT. Bhatara Alam Lestari Kabupaten Mempawa*. J. Hutan Lestari. 6 (1): 175-181.

Anggraini I, Wibowo A. 2007. *Pengaruh Pola Tanaman Wanatani Terhadap Timbulnya Penyakit dan Produktivitas Tanaman Tumpangsari*. Bulletin Info Hutan Tanaman. Jakarta : Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman.

Andi, Wardah, dan B. Toknok., 2018. *Kondisi Kimia Tanah pada Lahan Agroforestri dan Kebun Campuran di Ngata Katuvu Dongi-Dongi Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah.*

Azmul, Y, I., 2016. *Sifat Kimia Tanah pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan Di Sekitar Taman Nasional Taman Lore Lindu (Studi Kasus Desa Toro Kecamatan Kulawi kabupaten Sigi Sulawesi Tengah).* Warta Rimba. 4 (2): 24-31.

Barek, J.S.O., 2013. *Sifat Kimia pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Sub-Das Wera Saluopa Desa Leboni Kecamatan Pamona Puselembo Kabupaten Poso.* Skripsi (Tidak dipublikasikan). Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako. Palu.

De Foresta H, Kosworo A, Michon G. Djatmiko W.A. 1997. *Ketika Kebun Berupa Hutan : Agroforestri Khas Indonesia Sebuah Sumbangan Masyarakat*. Bogor Indonesia.

Febrianti R, dan N. Jeni. Maipauw. 2019 *Sifat Kimia Tanah pada Beberapa Tipe Vegetasi*. Median. 11 (1): 8-9.

Greig-Smith, P. 1983. *Quantitative Plant Ecology*. Blackwell Scientific Publications. Oxford.

Hanafiah, 2005. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Penerbit Universitas Lampung.

Harjowigeno, S. 2010. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta. 288 hal.

Harjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Penerbit Akademi Pressindo.

Kumalasari, S.C,. Syamsiah.J,. Sumarno, 2011. *Studi Beberapa Sifat Fisik Tanah dan Kimia Tanah pada Berbagai Komposisi Tegakan Tanaman di Sub DAS Solo Hulu.* J. Ilmu Tanah dan Agroklimatologi. 8 (2): 119-124.

Kusumandaru W, B Hermanto, Winarso S. 2015. *Analisis Indeks Kualitas Tanah Lahan Pertanian Tembakau Kasturi Berdasarkan Sifat Kimianya dan Hubungannya dengan Produktivitas Tembakau Kasturi* Di Kabupaten Jember.

Munawar, A. 2011. *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. PT. Penerbit IPB Press Bandung.

Munawar, A. 2013. *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. IPB Press. Bogor.

Naharuddin. Sari I, Harijanto H, dan Wahid A. 2020. *Sifat Fisik Tanah pada Lahan Agroforestri dan Hutan Sekunder di Sub das Wuno, Das Palu*. J. Pertanian Terpadu. 8 (2): 189-200. Edisi Desember 2020.

Pairunan. A. K., Nanere, Arifin, S.S.R. Samosir, R. Tangkaisari, J.R. Lalopua, B, Ibrahim dan H. Asmadi. 1985. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Ujung Pandang: BKPT INTIM. 375 hal.

Rianse, U dan Abdi. 2010. *Agroforestri: Solusi Sosial dan Ekonomi pengelolaan Sumber Daya Hutan.* Alfabeta. Bandung.

Sadono.R., D. Soeprijadi, P. Yudha Adi Putra Wirabuana. 2019. *Variasi Sifat Kimia Tanah pada Sistem Agroforestri di Kawasan Hutan Tanaman Kayu Putih*. J. Ilmu Lingkungan. 17 (2). 205-211.

Safrizal., O, R. Saragih. 2016. *Analisis Sifat Kimia Tanah Gambut pada Tiga Tipe Penggunaan Lahan Di Desa Pangkalan Panduk Kecamatan Kerumutan Kabupaten Pelalawan.* 7. (1): 27-32.

Shi. 2009. *Surfac Modelling of Soil PH*. Geoderma 150 : 113-119.

Sutanto, R. 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Penerbit Kanisius: Yogyakarta.

Yamani, A. 2010. *Kajian Tingkat Kesuburan Tanah pada Hutan Lindung Gunung Sebatung Di Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan.* J. Hutan Tropis 11 (29): 33-37.