

KONDISI KIMIA TANAH PADA LAHAN AGROFORESTRI DAN KEBUN CAMPURAN DI NGATA KATUVUA DONGI-DONGI KECAMATAN PALOLO KABUPATEN SIGI SULAWESI TENGAH

Andi¹⁾, Wardah²⁾, Bau Toknok²⁾

Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako
Jl. Soekarno Hatta Km.9 Palu, Sulawesi Tengah 94118

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako

Korespondensi: andidekeng151@gmail.com

²⁾ Staf Pengajar Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako

ABSTRACT

This study aims to determine the soil chemical properties in cacao agroforestry and cacao mixed garden. The research was conducted for three months, October – December, 2017, at Ngata Katuvua Dongi-Dongi, Palolo Sub-district, Sigi District, Central Sulawesi. The study used a survey method, soil samples collected on five points at 0-30cm and 30-60cm depth for each plot, and then compiled into one sample. The soil samples collection are 4 soil sample. The soil samples were analyzed at the Laboratory of Soil Science Unit of the Faculty of Agriculture, Tadulako University. The study results showed that soil chemical properties on cacao agroforestry tend to be better than soil on cacao mixed garden. The Soil chemical properties on cacao agroforestry: pH 6.42, N-total 0.27%, P-available 13.79ppm, K-available 0.26 (cmol (+) kg-1, C-organic 3.69% and CEC 22,34 (cmol (+) kg-1. While the soil chemical properties on the cacao mixed garden: pH 6.20, N-total 0.11%, P-available 6.67ppm, K-available 0.12 (cmol (+) kg-1, C-organic 1.84%, and CEC 13.45 (cmol (+) kg-1.

Keywords: soil chemistry, agroforestry, mixed garden.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanah sebagai media tumbuh tanaman didefinisikan sebagai lapisan permukaan bumi yang berfungsi sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya perakaran sebagai penopang tegak tumbuhnya tanaman, sebagai habitat organisme yang berpartisipasi aktif dalam penyediaan hara bagi tanaman serta sebagai penyuplai air dan hara atau nutrisi (senyawa organik dan anorganik sederhana dan unsur-unsur esensial). Ketiga fungsi diatas secara integral mampu menunjang produktifitas tanah. Sehingga dapat menghasilkan produksi yang optimal (Hanafiah, 2012 dalam Bakri dkk, 2016).

Bukan hanya fungsinya sebagai tempat berjangkarnya tanaman, penyedia sumber daya penting dan tempat berpijak, tetapi juga fungsinya sebagai suatu bagian dari ekosistem. Selain itu, tanah juga merupakan suatu

ekosistem tersendiri. Penurunan fungsi tanah tersebut dapat menyebabkan terganggunya ekosistem di sekitarnya termasuk juga di dalamnya manusia (Waluyaningih, 2008). Baik buruknya ekosistem tanah tergantung dari bentuk pengelolaan lahannya.

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

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 dan begitupun sebaliknya. Kondisi kimia tanah dapat

ditentukan melalui analisis kimia tanah. Parameter kimia tanah yang dapat dianalisis yaitu, KTK, kejenuhan basa, karbon organik, ketersediaan N, P, dan K, pH, dan lain-lain. Sifat kimia tanah sangat berpengaruh terhadap kesuburan tanah, semakin baik kondisi kimia tanah pada suatu lahan maka semakin baik pula kualitas tanah tersebut. Akan tetapi kesuburan tanah tidak dapat ditentukan hanya dengan melihat kondisi kimianya saja, namun kondisi fisik dan biologinya juga sangat menentukan kesuburan tanah karena ketiga-tiganya saling berkaitan dalam penyediaan unsur hara. Kandungan unsur kimia yang ada dalam tanah juga dipengaruhi oleh bentuk penggunaan lahannya seperti pada lahan agroforestri, kebun campuran dan penggunaan areal lainnya.

Agroforestri merupakan bentuk penggunaan lahan yang didalamnya terdapat tanaman kehutanan yang dipadukan dengan tanaman pertanian. Sedangkan kebun campuran merupakan campuran dari beberapa jenis tanaman yang tidak teratur berupa tanaman kayu-kayuan, buah-buahan/tanaman industri lainnya. Wirjadiarti dan Prajadinata (2008) mengemukakan bahwa komposisi tanaman pada kebun campuran umumnya terdiri dari kayu-kayuan, buah-buahan/tanaman industri dan tumbuhan bawah yang tahan naungan. Ngata Katuvua Dongi-Dongi merupakan salah satu wilayah yang dimana masyarakatnya membuka lahan hutan menjadi lahan pertanian intensif dalam bentuk agroforestri dan kebun campuran. Dalam pengelolaan lahannya masyarakat telah menggunakan bahan kimia berupa pupuk dan pestisida lainnya dengan harapan dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Namun seiring berjalannya waktu hasil dari lahan tersebut semakin menurun, hal ini belum diketahui pasti apa penyebabnya. Oleh karena itu perlu diadakan penelitian tentang kondisi kimia tanah di lahan agroforestri dan kebun campuran berbasis kakao tersebut.

Rumusan Masalah

Permasalahan dari penelitian ini adalah bagaimana kondisi kimia tanah pada lahan agroforestri dan kebun campuran berbasis kakao di Ngata Katuvua Dongi-Dongi, Kecamatan Palolo, Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah.

Melalui analisis kimia tanah di Laboratorium Unit Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Palu.

Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi kimia tanah pada lahan agroforestri dan kebun campuran berbasis kakao di Ngata Katuvua Dongi-Dongi, Kecamatan Palolo, Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah, terutama pada pH, KTK, P-tersedia, K-tersedia, N-total dan C-organik tanah.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kondisi kimia tanah pada lahan agroforestri dan kebun campuran berbasis kakao di Ngata Katuvua Dongi-Dongi, Kecamatan Palolo, Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah, sebagai bahan acuan dalam pengolaan lahan selanjutnya.

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober sampai dengan bulan Desember 2017, bertempat di Ngata Katuvua Dongi-Dongi, Kecamatan Palolo, Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah. Analisis kimia sampel-sampel tanah dilakukan di Laboratorium Unit Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Palu.

Bahan dan Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu parang, pacul, linggis, sekop, meteran roll, kamera, GPS, alat tulis menulis serta alat-alat laboratorium yang digunakan untuk analisis kimia tanah.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kantong plastik, sampel tanah, kertas label serta bahan-bahan yang digunakan untuk analisis kimia tanah di laboratorium.

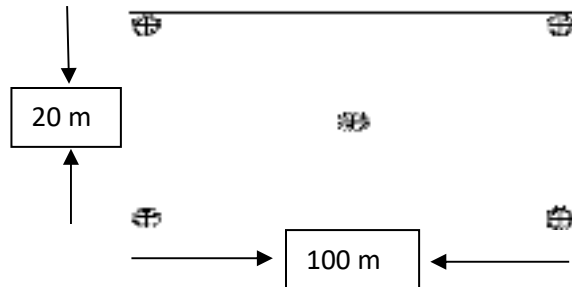
Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu dimulai dari survei lapangan untuk menentukan lokasi penelitian, wawancara dengan pemilik lahan, pembuatan plot pengambilan sampel tanah, pengambilan sampel tanah, kemudian menganalisis sampel-sampel tanah di laboratorium dan analisis data dari lapangan maupun dari laboratorium. Untuk

penentuan pengambilan sampel tanah dilapangan dilakukan secara sengaja (*purposive sampling*) dengan pertimbangan bahwa sampel yang diambil berasal dari lahan agroforestri dan kebun campuran berbasis kakao.

Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan sebanyak lima titik yang telah ditentukan letaknya pada masing-masing lahan agroforestri dan kebun campuran berbasis kakao. Pada lahan agroforestri dengan luas $\pm 1,5$ ha dan kebun campuran dengan luas $\pm 0,8$ ha dibuatkan masing-masing plot dengan ukuran 20m x 100m, kemudian ditentukan lima titik tempat pengambilan sampel tanah dalam plot tersebut, kemudian pada lima titik tersebut diambil sampel tanahnya sebanyak $\pm \frac{1}{2}$ kg, kemudian sampel tanah tersebut dikompositkan/dicampurkan menjadi satu sampel. Lalu sampel tanah tersebut dimasukan kedalam plastik gula/plastik es batu kemudian dibawah ke Laboratorium untuk dianalisis. Contoh pengambilan sampel tanah pada lima titik di lahan agroforestri dan kebun campuran berbasis kakao.



Gambar 1. Plot pengambilan sampel
⊗ = Titik pengambilan sampel
Sumber : Wardah *et al.*, (2011)

Untuk pengambilan dari semua sampel tanah dipisah menjadi dua bagian berdasarkan faktor kedalaman yaitu sampel tanah yang berasal dari kedalaman 0-30cm dan b yang berasal dari kedalaman 30-60cm.

Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan ada dua yaitu data primer dan data sekunder.

a. Data primer

Data primer yang dikumpulkan yaitu data-data yang berkaitan dengan sifat kimia tanah

yang meliputi pH tanah, unsur hara carbon (C-organik), Nitrogen (N-total), Fosfor (P-tersedia), Kalium (K-tersedia) dan kapasitas tukar kation (KTK) yang diperoleh dari analisis laboratorium.

b. Data Sekunder

Data sekunder yang dikumpulkan yaitu kondisi umum wilayah penelitian yang meliputi : letak, luas wilayah, topografi, iklim, jumlah penduduk dan data dari literatur yang mendukung penelitian.

Analisis Tanah

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data yang diperoleh dari Laboratorium kemudian dianalisis secara deskriptif, dengan mendeskripsi fakta sifat kimia tanah yang ada

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian tentang kondisi kimia tanah pada lahan agroforestri dan kebun campuran di Ngata Katuvua Dongi-Dongi, Kecamatan Palolo, Kabupaten Sigi yang meliputi : pH, N-total, P-tersedia, K-tersedia, C-organik dan KTK, di sajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi Kimia Tanah pada Lahan Agroforestri dan Kebun Campuran di Ngata Katuvua Dongi-Dongi, Kecamatan Palolo, Kabupaten Sigi.

Sifat Kimia Tanah	Bentuk Penggunaan Lahan	
	Lahan Agroforestri	Kebun Campuran
pH (H ₂ O)	6,42	6,20
N-total (%)	0,27	0,11
P-tersedia (ppm)	13,79	6,67
K-tersedia (cmol(+)kg ⁻¹)	0,26	0,12
C-organik (%)	3,69	1,84
KTK (cmol(+)kg ⁻¹)	22,34	13,45

Keterangan : am = agak masam, n = netral,
r = rendah, s = sedang, sr = sangat rendah, t
=tinggi

Reaksi Tanah pH (H₂O)

Berdasarkan hasil analisis pH (H₂O) pada dua bentuk penggunaan lahan agroforestri dan kebun campuran menunjukkan bahwa nilai pH pada kedua lokasi tidak berbeda jauh, namun pada lahan agroforestri pH tanah lebih tinggi dibandingkan dengan kebun campuran dengan nilai pH 6,42, sedangkan pada lahan kebun campuran pH-nya 6,20. Tingginya nilai pH pada lahan agroforestri dikarenakan kandungan bahan organik pada lahan agroforestri lebih tinggi dibandingkan dengan kebun campuran.

Rendahnya pH tanah pada kebun campuran diakibatkan oleh beberapa faktor seperti kurangnya seresah karena dibakar maupun hanyut bersama aliran air permukaan tanah dan juga dipengaruhi oleh curah hujan yang tinggi. Jika air berasal dari air hujan melewati tanah, kation- kation basa seperti Ca dan Mg akan tercuci, kation-kation basah yang hilang tersebut kedudukannya di tapak jerapan tanah akan digantikan oleh kation-kation masam seperti Al, H dan Mn (Winarso, 2005). Maka dari itu tanah-tanah yang berasal dari lahan dengan curah hujan tinggi cenderung lebih masam.

Kemasaman (pH) tanah juga disebabkan karena penggunaan pupuk kimia berupa urea dan lain-lain secara berkala. Pada lokasi penelitian ini petani pemilik lahan juga menggunakan pupuk kimia berupa urea, poska dan pestisida. Pemupukan dilakukan dengan takaran 100-200 kg/ha dengan jangka waktu pemupukan yang tidak menentu tergantung kondisi tanaman kakao dan ketersediaan pupuk. Apabila tanaman kakao sudah mulai tidak produktif lagi maka pemilik lahan melakukan pemupukan. Sementara untuk penyemprotan pestisida tergantung pada gulma yang hidup. Pemupukan juga dapat mempengaruhi pH tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sri dan Suci (2003) dalam Margolang (2015) yang menyatakan pemakaian pupuk pabrik terutama urea yang makin lama akan memasamkan tanah, sedangkan bahan organik memiliki daya sangga yang besar untuk menstabilkan pH tanah.

Nitrogen (N-total)

Berdasarkan hasil analisis tanah dapat diketahui bahwa kondisi N pada lahan agroforestri lebih tinggi dibandingkan dengan lahan kebun campuran. jumlah kandungan unsur N pada lahan agroforestri yaitu 0,27% (sedang), sedangkan pada lahan kebun campuran kandungan unsur N yaitu 0,11 (rendah). Penurunan kadar nitrogen dalam tanah diduga karena digunakan oleh tanaman dan mikroorganisme.

Rendahnya kandungan unsur N pada kebun campuran disebabkan karena jumlah jenis tanaman yang hidup pada lahan tersebut lebih banyak dibandingkan pada lahan agroforestri, sehingga terjadi persaingan antara tanaman dalam memperebutkan unsur hara sebagai sumber makanannya. Sebagian besar tanaman umumnya menyerap unsur N dari tanah dalam bentuk NH₄⁺ dan NO₃⁻ (Mengel dan Kirkby, 1978 dalam Supangat dkk, 2013). Nitrogen di dalam tanah bersifat mobil yaitu mudah hilang karena menguap ke udara, tercuci, maupun terangkut bersama erosi. N dalam bentuk NH₄⁺ dapat diikat oleh mineral liat jenis *illit* sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman, N dalam bentuk NO₃⁻ (Nitrat) mudah dicuci oleh air hujan (leaching) (Hardjowigeno, 2015). Kurangnya unsur N pada lokasi penelitian juga dipengaruhi oleh pH tanah yang masam dan juga kurangnya bahan organik yang merupakan penyumbang unsur N. sehingga mikroorganisme perombak bahan organik dan penambat N belum dapat bekerja secara optimal (Nugroho dkk., 2013).

Nitrogen sangat berperan penting dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanaman yang cukup mengandung nitrogen akan menunjukkan warna daun hijau tua yang artinya kadar klorofil dalam daun tinggi. Sebaliknya apabila tanaman kekurangan atau defisiensi (kahat) nitrogen maka daun akan menguning (klorosis), karena kekurangan klorofil. Proses penguningan daun tanaman yang kekurangan nitrogen dimulai dari daun-daun yang tua dan akan terus ke daun-daun muda jika kekurangan nitrogen terus berlanjut (Winarso, 2005).

Fosfor (P-tersedia)

Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan P-tersedia pada lahan agroforestri lebih tinggi dibandingkan dengan lahan kebun campuran. Kondisi hara P-tersedia pada lahan agroforestri tergolong sedang dengan kadar 13,79 ppm, sedangkan pada kebun campuran kadar P-tersedia tergolong rendah dengan kadar P-tersedia 6,67 ppm. Rendahnya ketersediaan unsur P-tersedia pada kebun campuran dikarenakan pH tanahnya lebih rendah dibandingkan lahan agroforestri. P tidak tersedia bagi tanaman karena terikat oleh Al (Hardjowigeno, 2015). Selain itu unsur P juga mudah larut dalam air dan tercuci oleh air-air tanah yang mengalir. Peningkatan P-tersedia sejalan dengan kenaikan pH (Margolang, 2015).

Fungsi penting fosfor di dalam tanaman yaitu dalam proses fotosintesis, respirasi, transfer dan menyimpan energi, pembelahan dan pembesaran sel serta proses-proses di dalam tanaman lainnya. Oleh karena P dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang cukup besar maka disebut unsur hara makro. Di dalam tanah P terdapat dalam berbagai bentuk persenyawaan yang sebagian besar tidak tersedia bagi tanaman. Sebagian besar pupuk yang diberikan ke dalam tanah, tidak dapat digunakan oleh tanaman (Winarso, 2005).

Kekurangan unsur P menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat (kerdil) karena pembelahan selnya terganggu. Sementara itu kadar hara P tersedia yang tinggi akan menguntungkan bagi tanaman sehingga tanah-tanah demikian cenderung subur (Leiwakabessy dan Koswara, 1985 dalam Supangat, 2013).

Kalium (K-tersedia)

Berdasarkan hasil penelitian kandungan unsur K-tersedia pada ke dua lokasi penelitian tergolong sangat rendah, karena kandungan unsur K-tersedia berada dibawah 0,4 (cmol(+) kg⁻¹). Namun jika dilihat dari tabel kandungan K-tersedia pada lahan agroforestri lebih tinggi dibandingkan lahan kebun campuran. Tingginya unsur K pada lahan agroforestri dikarenakan sumbangan seresahnya lebih banyak dibandingkan kebun campuran. Rendahnya K-tersedia pada lokasi penelitian diduga karena

lemahnya tanah dalam mengikat unsur K sehingga K mudah tercuci oleh air tanah. Selain itu unsur K juga dipengaruhi oleh pH tanah. Tanah dengan ketersediaan kalium paling rendah merupakan tanah organik masam, sedangkan tanah dengan ketersediaan kalium yang tertinggi cenderung merupakan tanah dengan tekstur yang halus yang netral atau basa (Foth, 1994).

Kalium di dalam jaringan tanaman ada dalam bentuk kation dan bervariasi sekitar 1,7 hingga 2,7% dari berat kering daun yang tumbuh secara normal. Ion K di dalam tanaman berfungsi sebagai aktivator dari banyak enzim yang berpartisipasi dalam beberapa proses metabolisme utama tanaman (Evan and Wildes, 1971 dalam Winarso, 2005).

Senyawa K hasil pelapukan mineral, di dalam tanah dijumpai jumlah yang bervariasi tergantung jenis bahan induk pembentuk tanah, tetapi karena unsur ini mempunyai ukuran bentuk terhidrasi yang relatif besar dan bervalensi 1, maka unsur ini tidak kuat di jerap muatan permukaan koloid, sehingga mudah mengalami pelindihan (*leaching*) dari tanah (Hanafia, 2013).

Karbon (C-Organik)

Pada penelitian ini kandungan C-organik pada lahan agroforestri lebih tinggi dibandingkan dengan lahan kebun campuran dengan nilai seperti yang tertera pada Tabel 1. Rendahnya C-organik pada kebun campuran disebabkan oleh rendahnya sumbangan bahan organik yang berasal dari sisa-sisa makhluk hidup karena dibakar maupun hanyut bersama aliran air hujan.

C-organik memiliki peran penting dalam menentukan kemampuan tanah untuk mendukung produktivitas tanaman. Bahan organik memberikan hampir semua unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam perbandingan yang seimbang, walaupun kadarnya kecil (Winarso, 2005). Kadar BOT secara langsung akan mempengaruhi tingkat kesuburan tanah (Ali, 2005 dalam Supangat, 2013). Merosotnya kadar bahan organik tanah akan memperburuk sifat fisik dan kimia tanah (Barchia, 2009 dalam Oksana dkk., 2012).

Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Berdasarkan hasil penelitian nilai KTK pada lahan agroforestri tergolong sedang dengan rata-rata nilai KTK, $22,34(\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1})$. Sedangkan pada kebun campuran nilai KTK rendah dengan nilai rata-rata, $13,45(\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1})$. Perbedaan kondisi KTK tersebut juga menandakan kondisi kesuburan tanah yang berbeda. Kapasitas tukar kation menunjukkan kemampuan tanah untuk menahan kation-kation tukar dan mempertukarkan kation-kation tersebut. Tanah dengan KTK tinggi mempunyai kemampuan tinggi dalam penyimpanan unsur hara (Nugroho, 2009).

Rendahnya KTK pada lahan kebun campuran disebabkan karena kurangnya bahan organik diatas tanah. Semakin menurunnya kandungan bahan organik, 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 (Kumalasari dkk., 2011). Pada tanah dengan nilai KTK relatif rendah, proses penyerapan unsur hara oleh koloid tanah tidak berlangsung relatif dan akibatnya unsur-unsur hara tersebut akan dengan mudah tercuci dan hilang bersama dengan gerakan air ditanah (infiltrasi, perkolasi), dan pada gilirannya hara tidak tersedia bagi tumbuhan maupun tanaman (Rahma, 2014).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, kondisi kimia tanah pada lahan agroforestri cenderung lebih baik dibandingkan dengan kebun campuran. Kondisi kimia tanah pada lahan agroforestri memiliki pH 6,42, N-total 0,27%, P-tersedia 13,79 ppm, K-tersedia $0,26(\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1})$, C-organik 3,69%, dan KTK $22,34(\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1})$. Sedangkan Kondisi kimia tanah pada lahan kebun campuran memiliki pH 6,20, N-total 0,11%, P-tersedia 6,67 ppm, K-tersedia $0,12(\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1})$, C-organik 1,84%, dan KTK $13,45(\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1})$.

DAFTAR PUSTAKA

- Azmul, Yusran, Irmasari, 2015. *Sifat Kimia Tanah Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Sekitar Taman Nasional Lore Lindu (Studi Kasus Desa Toro Kecamatan Kulawi Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah)*. e-Jurnal Warta Rimba 4 (2) : 24-31.
- Bakri I, Thaha A. R, Isrun. 2016. *Status Beberapa Sifat Kimia Tanah Pada Berbagai Penggunaan Lahan Di DAS Poboya Kecamatan Palu Selatan*. e-J. Agrotekbis 4 (1) :16-23.
- Balai Penelitian Tanah, 2005. *Analisis Kimia, Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*, Bogor
- Foth H.D. 1994. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. PT Gelora Aksara Pratama.
- Forum Petani Merdeka (FPM), 20017. *Pandangan, Eksistensi dan Tuntutan Masyarakat Ngata Katuvua Dongi-Dongi, Kecamatan Palolo, Kabupaten Sigi*.
- Hanafiah, K. A. 2013. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. PT. Raja Grafindo, Jakarta.
- Hardjowigeno, S.2007. *Ilmu Tanah* . Jakarta: Akademika Presindo.
- _____ 2015. *Ilmu Tanah* . Jakarta: Akademika Presindo.
- 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*. Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi 8 (2): 119-124.
- Martial T. 2014. *Agroforestri; Pola Pemanfaatan Tanah Berkelanjutan*. Graha Ilmu.
- Margolang,R.D., Jamilah., Sembiring,M., 2015. *Karakteristik Beberapa Sifat Fisik, Kimia Dan Biologi Tanah Pada Sistem Pertanian Organik*. Jurnal Online Agroekoteaknologi 3 (2) : 717-723.
- Njurumana, M. Hidayatullah, Gerson ND dan T. butarbutar. 2008. *Kondisi Tanah Pada Sistem Kaliwu dan Mawar di Timor dan Sumba*. Balai Penelitian Kupang
- Nugroho, Y. 2009. *Analisis Sifat Fisik-Kimia dan Kesuburan Tanah Pada Lokasi*

- Rencana Hutan Tanaman Industri PT Prima Multibuana*. Jurnal Hutan Tropis Borneo 10 (27) : 222-229.
- Nugroho, T.C., Oksana, Aryanti, E. 2013. *Analisis Sifat Kimia Tanah Gambut yang Dikonversi Menjadi Perkebunan Kelapa Sawit di Kabupaten Kampar*. Jurnal Agroteknologi 4 (1): 25-30.
- Oksana. Irfan, M. Muda, M.U. 2012. *Pengaruh Alih Fungsi Lahan Hutan Menjadi Perkebunan Kelapa Sawit Terhadap Sifat Kimia Tanah*. Jurnal Agroforestri 3 (1) : 29-34.
- Rahma.S, Yusran, Umar. H., 2014. Sifat Kimia Tanah Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan Di Desa Bobo Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi. Jurnal Warta Rimba 2 (1) : 88-95.
- Supangat,A.B, Supriyo,H, Sudira,P., 2013. Status Kesuburan Tanah Dibawa Tegakan *Eucalyptus Pellita F.Muel* : Studi Kasus Di HPHTI PT . Arara Abadi,Riau. J Manusia Dan Lingkungan 20 (1) : 22-34.
- Wardah, Toknok,B., Zulkhaidah. 2011. *Carbon Stock of Agroforestry Systems at Adjacent Buffer Zone of Lore Lindu National Park, Central Sulawesi*. J Trop Soils 4 (2) : 123-128.
- Waluyaningsih, S.R. 2008. Studi Analis Kualitas Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan dan Hubungannya dengan Tingkat Erosi di SubDAS Keduang. Wonogiri. Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Sebelas Maret. Tesis (Tidak dipublikasikan).
- Widiarti A., S. Prajadinata, 2008, Karakteristik Hutan Rakyat Pola Kebun Campuran. Jurnal Penelitian Hutan Mangrov dan Konservasi Alam 5 (2): 145-156.
- Winarso, S., 2005. *Kesuburan Tanah Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Gava Media, Jogyakarta.
- Yamani, A.2010. *Kajian Tingkat Kesuburan Tanah Pada Hutan Lindung Gunung Sebatung Di Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan*. Jurnal Hutan Tropis 11 (29) :33-37