

**SIFAT FISIK TANAH PADA HUTAN PRIMER, AGROFORESTRI DAN
KEBUN KAKAO DI SUBDAS WERA SALUOPA DESA LEBONI
KECAMATAN PAMONA PUSELEMBA KABUPATEN POSO**

WilmanTolaka¹, Wardah², Rahmawati²

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

¹Mahasiswa Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako

²Staf Pengajar Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako

Abstract

Land use and forest harvesting (timber and non-timber) could lead to the opening of ground cover. This activity would lead to disruption of physical properties, chemical and biological soil, especially in the top soil. The purpose of this study was to determine the physical properties of soil on different types of land use, i.e in primary forest, agroforestry and cocoa plantation in the sub-watershed Wera Saluopa which is part of the sub-watershed area of Maraoa Koronjongi. The study was conducted from May till July 2013, on the various types (primary forest, cocoa plantation and agroforestry land) for soil sampling, laboratory analysis of soil samples and analysis of data. Study site selection was purposive sampling where Saluopa Wera Sub-watershed, in the village of Leboni, District Puselemba Pamona, Poso Regency of Central Sulawesi. The results showed that the physical properties of the soil at various types of land use in the sub-watershed of Wera Saluopa have sandy loam soil texture, soil permeability varies from very slow (primary forest) to very fast (agroforestry), soil porosity from 49.93% (primary forest) to 54.04% (cocoa plantation) with high bulk density ≥ 1.0 . Hence, the highest of soil organic matter was in primary forest (7.09) followed by cocoa plantation (5.86) and agroforestry land (4.12).

Keyword : *the physical properties, primary forest, Agroforestry, cacao plantation*

PENDAHULUAN

Latar belakang

Tanah merupakan sumber daya alam yang sangat berfungsi penting dalam kelangsungan hidup makhluk hidup. 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 juga manusia (Waluyaningsih, 2008).

Perubahan penggunaan lahan dari hutan atau perkebunan menjadi lahan pertanian maupun permukiman akan menurunkan fungsi tanah. Tanah merupakan media untuk pertumbuhan vegetasi, terdapat hubungan erat antara komponen tanah, air, dan vegetasi (Setyowaty, 2007).

Perubahan penggunaan lahan dapat mengubah tutupan vegetasi pada lahan terbuka seperti lahan sawah dan tegalan menjadi rumput atau pekarangan, serta cenderung menambah proporsi luas lahan terbangun (Setyowaty, 2007).

Menurut Khasanah *et, al* (2004) dalam Ismanto (2012), konversi hutan menjadi lahan pertanian khususnya pada

lahan miring merupakan kegiatan yang beresiko tinggi. Karena dapat menyebabkan terjadinya penurunan kualitas tanah akibat terjadinya erosi.

Kerusakan struktur tanah diawali dengan penurunan kestabilan agregat tanah sebagai akibat dari pukulan air hujan dan kekuatan limpasan permukaan. Penurunan kestabilan agregat tanah berkaitan dengan penurunan kandungan bahan organik tanah, aktivitas perakaran tanaman dan mikroorganisme tanah. Penurunan ketiga agen pengikat agregat tanah tersebut selain menyebabkan agregat tanah relatif mudah pecah sehingga menjadi agregat atau partikel yang lebih kecil juga menyebabkan terbentuknya kerak di permukaan tanah (*soil crusting*) yang mempunyai sifat padat dan keras bila kering. Agregat atau partikel-partikel yang halus akan terbawa aliran air ke dalam tanah sehingga menyebabkan penyumbatan pori tanah. Pada saat hujan turun kerak yang terbentuk di permukaan tanah (*soil crusting*) yang mempunyai sifat padat dan keras bila kering (Suprayogo, 2004). Akibatnya lingkungan pertanaman menjadi lebih fragile (rapuh) dan rentan terhadap kerusakan jika tidak dikelola dengan baik. Perubahan sifat fisika yang terjadi dapat dilihat secara langsung dan ada yang mengalami perubahan sejalan dengan waktu. Tekstur tanah pada kondisi alih fungsilahutan hutan menjadi lahan pertanian monokultur juga ikut berubah jumlah fraksi yang membentuk tana (Suryani, 2011).

Arsyad (2006), dalam Suryani (2011) mengemukakan bahwa kerusakan tanah adalah hilangnya atau menurunnya fungsi tanah, baik sebagai sumber unsur hara tumbuhan maupun sebagai matriks tempat akar tumbuhan berjangkar dan tempat air tersimpan. Pembukaan lahan hutan menjadi lahan pertanian dapat diduga sebagai penyebab rusaknya struktur tanah baik di lapisan atas maupun lapisan bawah.

Sebagian besar areal hutan konservasi di Desa Leboni khususnya pada SubDas Wera Saluopa mengalami perubahan alih fungsi lahan oleh masyarakat setempat yaitu dari hutan primer menjadi lahan agroforestri dan kebun kakao. Oleh karena itu penting untuk

dilakukan kajian tentang perubahan sifat fisik tanah pada hutan primer, lahan agroforestri dan kebun kakao.

Rumusan Masalah

Pada SubDas Wera Saluopa, penggunaan lahan oleh masyarakat setempat adalah mengalihfungsikan sebagian hutan primer menjadi lahan agroforestry dan kebun kakao. Permasalahan dalam penelitian ini adalah sejauh mana perubahan sifat fisik tanah dari hutan primer menjadi lahan agroforestri dan kebun kakao.

Tujuan dan Kegunaan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan sifat fisik tanah padahutan primer, lahan agroforestri dan kebun kakao di SubDas Wera Saluopa.

Kegunaan hasil penelitian ini adalah dapat dijadikan sebagai masukan dan informasi kepada berbagai pihakterkait tentangpentingnya menjaga suatu kawasan hutan dan konservasi tanah.

METODE PENELITIAN

Tempat dan waktu

Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan dimulai dari bulan Mei sampai bulan Juli 2013 di wilayah SubDAS Wera Saluopa Desa Leboni Kecamatan Pamona Puselemba Kabupaten Poso pada titik koordinat S 01° 47,05' dan E 120°33,17' dan sekitarnya.

Bahan dan alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu GPS (*Global positioning system*) digunakan untuk menandai titik koordinat, kamera, digunakan sebagai alat untuk mendokumentasikan kegiatan penelitian selama di lapangan, alat tulis menulis (polpen/pensil dan buku), digunakan sebagai alat untuk mencatat hal-hal yang dianggap penting dalam proses penelitian, ring sampel dan kantong plastik digunakan untuk tempat pengambilan sampel tanah, tali rafia digunakan untuk menandai petak

pengamatan, oven listrik digunakan untuk mengetahui massa jenis tanah, timbangan digital digunakan untuk mengetahui berat jenis sampel tanah, ayakan digunakan untuk menentukan sampel bertekstur kasar dan halus serta alat-alat lainnya.

Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel tanah yang diambil dari lokasi penelitian, zat-zat kimia yang digunakan dalam proses analisis di laboratorium.

Metode penelitian

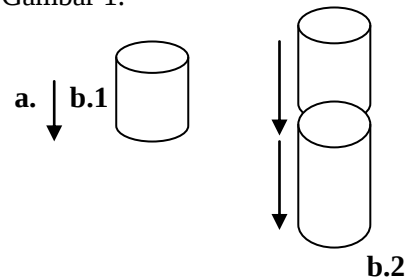
Pelaksanaan penelitian ini dimulai dari observasi lapangan (hutan primer, lahan agroforestri, kebun kakao), penentuan plot pengamatan, pengambilan sampel tanah, analisis sampel tanah di laboratorium dan analisis data. Penentuan plot pengamatan dilakukan secara *purposive sampling*. Tiap titik contoh diambil 3 sampel tanah dengan keseluruhan sampel adalah 9 sampel tanah dengan ketinggian yang berbeda pada tiap titik pengambilan sampel pada Sub DAS Wera Saluopa, Desa Leboni, Kecamatan Pamona Puselemba, Kabupaten Poso Sulawesi Tengah.

Berikut langkah-langkah dalam pengambilan sampel tanah utuh antara lain:

1. Tanah-tanah yang akan diambil sampelnya diratakan dan dibersihkan kemudian ring sampel diletakkan tegak lurus dengan permukaan tanah tersebut dan kemudian dipukul (ring tersebut hingga tertanam sampai pada kedalaman yang telah ditentukan).
2. Tanah di sekeliling ring digali dengan pisau atau sendok semen mendekati ring.
3. Tanah diiris dengan pisau atau *cutter* sampai mendekati tabung ± 1 (satu) cm dari tabung.
4. Ring sampel ditekan atau dipukul dengan pelan menggunakan palu kayu sampai tiga perempat bagiannya masuk ke dalam tanah.
5. Ring lain diletakkan tepat di atas ring pertama, kemudian ditekan lagi sampai bagian bawah dari ring kedua masuk ke dalam tanah.

6. Kedua ring beserta tanah di dalamnya digali dengan sekop atau cangkul.
7. Kedua ring dipisahkan dengan hati-hati dengan menggunakan gergaji triplek, kemudian kelebihan tanah bagian atas dan bawah ring dipotong/diiris dengan *cutter* sampai rata.
8. Ring sampel yang telah berisi tanah ditutup dengan penutup ring, atau kantong plastik kemudian diberi label dan nama sampel dengan kertas label selanjutnya disimpan dalam kotak tempat menyimpan ring.

Teknik pengambilan sampel tanah utuh yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Teknik pengambilan sampel tanah utuh.

Keterangan : a. Ring 1 digunakan sebagai ring penekan.
b. Ring 2 pengambilan sampel tanah dengan kedalaman yang sama dengan tinggi ring tersebut.

Teknik pengambilan sampel tanah komposit:

- Tanah diambil dari lokasi penelitian.
- Contoh tanah terganggu (campuran) diambil dengan menggunakan sekop pada kedalaman 15 cm.
- Tanah diambil dari 3 titik, dicampurkan, dan kemudian diaduk.
- Sampel tanah dimasukkan ke dalam kantong plastik besar,

diberi label lokasi, waktu, dan kedalamannya.

- Kemudian analisis laboratorium

Perlakuan untuk identifikasinya antara lain:

- ✓ Penentuan tempat pengambilan sampel tanah
- ✓ Analisis sampel tanah dilaboratorium
- ✓ Analisis data lapangan dan data laboratorium

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hutan dan vegetasinya memiliki peranan dalam pembentukan dan pemantapan agregat tanah. Vegetasinya berperan sebagai pemantap agregat tanah karena akar akarnya dapat mengikat partikel-partikel tanah dan juga mampu menahan daya tumbuk butir-butir air hujan secara langsung ke permukaan tanah sehingga penghancuran tanah dapat dicegah. Selain itu seresah yang berasal dari daun-daunnya dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah. Hal inilah yang dapat mengakibatkan perbaikan terhadap sifat fisik tanah, yaitu pembentukan struktur tanah yang baik maupun peningkatan porositas yang dapat meningkatkan perkolasi, sehingga memperkecil erosi.

Alih guna hutan menjadi lahan pertanian telah menunjukkan dampak yang sangat besar terutama terhadap kerusakan lingkungan, akan tetapi proses itu terus berlangsung dan telah menunjukkan dampak-dampak negatif yang berlangsung dan tidak seorang pun yang tahu sampai kapan proses itu dipastikan dapat dihentikan. Alih guna lahan menyebabkan berkurangnya kerapatan tanaman dan keragaman jenis tanaman.

Penanaman berbagai jenis pohon penabung dalam sistem agroforestri berbasis kopi dapat berpengaruh terhadap kondisi fisik tanah baik secara langsung melalui pola sebaran akar yang beragam, maupun secara tidak langsung melalui penyediaan pangan bagi cacing tanah. Menanam pohon

yang menghasilkan seresah berkualitas rendah dan berperakaran dalam secara tumpang-sari dapat direkomendasikan untuk mengurangi limpasan permukaan dan tingkat erosi pada lahan berlereng (Hairiah *et. al.* 2002).

Tekstur dan struktur tanah adalah cirri fisik tanah yang sangat berhubungan. Kedua faktor ini dijadikan parameter kesuburan tanah, karena menentukan kemampuan tanah tersebut dalam menyediakan unsur hara (Tambunan, 2008).

Tekstur berpengaruh terhadap kemampuan tanah dalam permeabilitas, kemudahan pengolahan tanah, daya menahan air dan hara serta berpengaruh pula terhadap perkembangan akar tanaman (Suswati, 2011).

Tekstur tanah hutan lebih berkembang darilahan pertanian, yang salah satu penyebabnya adalah pengaruh bahan organik tanah. Pada proses dekomposisi bahan organik akan menghasilkan asam-asam organik yang merupakan pelarut efektif bagi batuan dan mineral-mineral primer (pasir dan debu) sehingga lebih mudah pecah menjadi ukuran yang lebih kecil seperti lempung. Selain itu, jumlah dan kerapatan akar lebih tinggi pada hutan akan mempercepat penghancuran secara fisika sehingga fraksi yang lebih halus akan cepat terbentuk (Arifin, 2011).

Porositas atau ruang pori tanah adalah volume seluruh pori-pori dalam suatu volume tanah utuh, yang dinyatakan dalam persen. Porositas terdiri dari ruang diantara partikel pasir, debu dan liat serta ruang diantara agregat-agregat tanah. Menurut ukurannya porositas tanah dikelompokkan ke dalam: ruang pori kapiler yang dapat menghambat pergerakan air menjadi pergerakan kapiler, dan ruang pori nonkapiler yang dapat memberi kesempatan pergerakan udara dan perkolasi secara cepat sehingga sering disebut pori drainase. Porositas total tanah dapat dihitung dari data berat volume tanah dan berat jenis (Puja, 2008).

Kerapatan massa (bobot isi) adalah bobot massa tanah kondisi lapangan yang kering per satuan volume. Nilai kerapatan

massa tanah berbanding lurus dengan tingkat kekasaran partikel-partikel tanah, makin kasar akan makin berat (Hanafiah, 2008). Berat isi berguna untuk evaluasi terhadap kemungkinan akar menembus tanah. Pada tanah-tanah dengan berat isi yang tinggi akar tanaman tidak dapat menembus lapisan tanah tersebut (Nugroho, 2009).

Bahan organik tanah merupakan salah satu bahan pembentuk agregat tanah, yang mempunyai peran sebagai bahan perekat antar partikel tanah untuk bersatu menjadi agregat tanah, sehingga bahan organik penting dalam pembentukan struktur tanah. Pengaruh pemberian bahan organik terhadap struktur tanah sangat berkaitan dengan tekstur tanah yang diperlakukan. Pada tanah lempung yang berat, terjadi perubahan struktur gumpal kasar dan kuat menjadi struktur yang lebih halus tidak kasar, dengan derajat struktur sedang hingga kuat, sehingga lebih mudah untuk diolah (Atmojo, 2003).

Bahan organik berperan penting untuk menciptakan kesuburan tanah. Peranan bahan organik bagi tanah adalah dalam kaitannya dengan perubahan sifat-sifat tanah, yaitu sifat fisik tanah, biologis, dan sifat kimia tanah. Bahan organik merupakan pembentuk granulasi dalam tanah dan sangat penting dalam pembentukan agregat tanah yang stabil (Munandar, 2013).

Menurut Bogidarmanti *et al.*, (2006) dalam Sudomo (2007), kerusakan yang dialami pada tanah tempat erosi terjadi yaitu berupa kemunduran sifat-sifat kimia dan fisik tanah, seperti kehilangan unsur hara dan bahan organik, memburuknya sifat-sifat tanah yang tercermin antara lain pada menurunnya kapasitas infiltrasi dan kemampuan tanah menahan air, meningkatnya kepadatan dan ketahanan penetrasi tanah dan berkurangnya kemantapan struktur tanah, sehingga menyebabkan memburuknya pertumbuhan tanaman dan pada akhirnya akan menurunkan produktivitasnya.

Desa Leboni merupakan salah satu desa di wilayah Kabupaten Poso yang sebagian besar masyarakat mengolah lahan dengan mengkonversi hutan untuk ditanami

tanaman perkebunan seperti kakao atau tanaman lainnya. Aktivitas ini masih terus berlangsung hingga saat ini. Dengan demikian kondisi ini bila tidak segera ditangani akan mengakibatkan terjadinya kerusakan hutan. Penggunaan lahan yang dilakukan oleh masyarakat sebagian besar berada dalam kawasan hutan. Hal ini dapat menyebabkan kondisi sumberdaya tanah dan air di Desa Leboni terdegradasi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan lahan di SubDAS Wera Saluopa menunjukkan bahwa sifat fisik tanah pada lokasi penelitian bervariasi disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Sifat fisik tanah pada hutan primer, lahan agroforestri dan kebun kakao.

No	Kode sampel	Tekstur (%)	Bulk density (gr/cm ³)	Porositas (%)	Bahan organik (%)
1	Hutan primer	Lempung berliat	1,33	49,93	7,09
2	Lahan agroforestri	Lempung berpasir	1,23	53,47	4,12
3	Kebun kakao	Lempung berpasir	1,22	54,04	5,86

Hasil analisis porositas tanah di SubDas Wera Saluopa, menunjukkan bahwa porositas tanah pada berbagai bentuk penggunaan lahan yaitu hutan primer, lahan agroforestry, kebun kakao menunjukkan nilai porositas yang hampir sama, dengan nilai porositas tertinggi terdapat pada kebun kakao dengan nilai porositas 54,04% sedangkan yang terendah terdapat pada hutan Primer dengan nilai porositas 49,93%. Porositas dapat ditentukan dengan menempatkan tanah kering oven pada sebuah panci air hingga seluruh ruang kosong terisi air. Perbedaan berat antara tanah kering oven dan tanah basah jenuh disebut total ruang pori. Porositas juga dapat ditentukan dari densitas tanah (Db) dan densitas partikel (Dp). Jika tidak ada ruang pori, maka Db akan sama dengan Dp. Rasio Db dan Dp akan sama dengan 1. Pada

kondisi di lapangan kelas teksturnya sebagian besar didominasi oleh lempung liat berpasir, lempung berpasir.

Tanah-tanah yang bertekstur halus akan mempunyai persentase ruang pori total yang lebih tinggi dibanding tanah yang bertekstur kasar. Berat isi (*bulk density* = BD) menunjukkan berat tanah kering persatuan volume tanah (termasuk pori-pori tanah). Berat isi berguna untuk evaluasi terhadap kemungkinan akar menembus tanah. Pada tanah-tanah dengan berat isi yang tinggi akar tanaman tidak dapat menembus lapisan tanah tersebut. Nilai BD 1,46 sampai 1,60 gr/cm³ akan menghambat pertumbuhan akar karena tanahnya memadat dan oksigen kurang tersedia sebagai akibat berkurangnya ruang/pori tanah. Disamping itu, juga dapat disebabkan karena kadar liat di lapisan bawah lebih tinggi sehingga tanah pada lapisan tersebut lebih padat. Metode analisis *bulk density* di laboratorium adalah sampel tanah (ring) dimasukan ke oven selama 2 hari dengan suhu 105⁰ C, kemudian timbang keseluruhan (tanah+ring) kemudian dikurangi oleh berat ring maka diperoleh berat tanah kering.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai *Bulk density* di Sub DAS Wera Saluopa hampir sama pada setiap bentuk penggunaan lahan, dan masih dalam kondisi ideal, dengan nilai *bulk density* terendah 1,22 gr/cm³ pada areal kebun kakao. Sedangkan nilai *bulk density* tertinggi pada areal primer dengan nilai 1,33 gr/cm³. *Bulk density* merupakan petunjuk kepadatan tanah, makin padat suatu tanah makin tinggi *bulk density*, yang berarti makin sulit meneruskan air atau ditembus akar tanaman.

Pada areal kebun kakao dan Agroforestry maupun hutan primer di Sub DAS Wera Saluopa masih mempunyai kepadatan tanah yang masih sedang dan belum mengalami kerusakan yang cukup signifikan, sehingga masih seperti tanah-tanah lain yang belum mengalami kerusakan. Hal tersebut membuktikan bahwa disemua bentuk penggunaan lahan masih banyak memiliki kandungan bahan organik. Secara umum bahan organik dapat memelihara agregasi dan kelembaban

tanah, penyedia energi bagi organisme tanah dan penyediaan hara tanaman. Bahan organik merupakan bahan-bahan yang dapat diperbaharui, didaur ulang, dirombak oleh bakteri-bakteri tanah menjadi unsur yang dapat digunakan oleh tanaman tanpa mencemari tanah dan air. Bahan organik tanah merupakan penimbunan dari sisi-sisa tanaman dan binatang yang telah mengalami pelapukan dan pembentukan kembali. Bahan organik demikian berada dalam pelapukan aktif dan menjadi jasad mikro. Bahan organik berperan penting untuk menciptakan kesuburan tanah. Peranan bahan organik bagi tanah adalah dalam kaitannya dengan perubahan sifat-sifat tanah, yaitu sifat fisik, biologis, dan sifat kimia tanah serta bahan organik merupakan pembentuk granulasi dalam tanah dan sangat penting dalam pembentukan agregat tanah yang stabil. Bahan organik adalah bahan pemantap agregat tanah yang sangat baik. Demikian pula dengan aerasi tanah yang menjadi lebih baik karena ruang pori tanah (porositas) bertambah akibat terbentuknya agregat. Bahan organik umumnya ditemukan di permukaan tanah. Jumlahnya tidak besar, hanya sekitar 3 – 5 %, tetapi berpengaruh terhadap sifat-sifat tanah.

Hasil analisis bahan organik di Sub DAS Wera Saluopa menunjukkan kandungan bahan organik yang beragam, yakni 7,09% pada hutan primer. Sedangkan kandungan bahan organik yang rendah yakni 4,12% pada Agroforestri.

Berdasarkan uraian diatas bahwa di Sub DAS Wera Saluopa, mempunyai kandungan bahan organik yang tidak seragam. Keadaan tersebut dipengaruhi oleh ketinggian lahan, sehingga kandungan bahan organik pada agroforestry tergolong rendah, menyebabkan terjadinya proses mengalirnya air permukaan (*run off*) lebih cepat dan membawa material-material kandungan bahan organik ke tempat yang lebih rendah. Kondisi ini masih tergolong ideal karena nilai kandungan bahan organik masih kisaran 4% - 7%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sifat fisik tanah pada berbagai tipe penggunaan lahan di Sub DAS Wera Saluopa memiliki sifat fisik yang bervariasi, baik tekstur tanah, *bulk density*, porositas maupun bahan organik tanah.
2. Tekstur tanah pada hutan primer yaitu lempung berliat, padahal lahan agroforestri dan kebun kakao lempung berpasir.
3. *Bulk density* pada Sub DAS Wera Saluopa hampir seragam baik pada tanah hutan primer ($1,33 \text{ gr/cm}^3$), lahan agroforestri ($1,23 \text{ gr/cm}^3$) dan kebun kakao ($1,22 \text{ gr/cm}^3$).
4. Porositas tanah pada hutan primer berkisar 49,93%, lahan agroforestri 53,47% serta kebun kakao 54,04.
5. Bahan organik tanah pada Sub DAS Wera Saluopa bervariasi baik pada hutan primer (7,09%), lahan agroforestri (4,12%) serta kebun kakao (5,86%).

Saran

Pola penggunaan lahan di Sub DAS Wera Saluopa perlu diperhatikan oleh semua pihak dalam mengelola hutan, seperti pengalihfungsian lahan hutan perladangan untuk menghindari dampak yang dapat menyebabkan penurunan kualitas tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menghargai dan mengucapkan terima kasih kepada sahabat-sahabat Penulis Adrianus, Joko yang telah membantu pengambilan data di lapangan. Ucapan terima kasih yang sama ditujukan pula kepada Elias Tolaka dan Ondi Tedongku selaku orang tua saya yang selalu

memberikan dukungan dan bantuan baik moril dan materi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z. 2011. Analisis Nilai Indeks Kualitas Tanah Entisol pada Penggunaan Lahan yang Berbeda. Fakultas Pertanian UNRAM. Jogjakarta. Vol. 21 No.1.
- Arsyad, S. 2006. Konservasi tanah dan Air. IPB Press, Bogor.
- Atmojo, W.S. 2003. Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolannya. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Bogidarmanti R, Nina Mindawati, Hani S. Nuroniah, A. Syaffari Kosasih, 2006. Pemilihan Jenis Pohon Potensial Untuk Konservasi Lahan Terdegradasi. Bogor.
- Hanafiah, A.K. 2008. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Rajawali Press.
- Hairiah *et, al.* 2002. Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Agroforestri Berbasis Kopi. Jurusan tanah Universitas Brawijaya. Lampung. Hal 69.
- Ismanto, F. 2012. Perubahan Sifat-Sifat Fisik Tanah Pada Berbagai Umur Penggunaan Lahan Pada Sistem Perladangan Berpindah.
- Munandar, A. 2013. Sifat Fisik Tanah Pada Berbagai tipe penggunaan lahan di sub DAS Olojonge Parigi Moutong. Jurusan Kehutanan Fakultas Kehutanan UNTAD. Palu. Skripsi (Tidak dipublikasikan).
- Nugroho, Y. 2009. Analisis Sifat Fisik-Kimia Dan Kesuburan Tanah Pada Lokasi Rencana Hutan Tanaman Industri PT Prima Multibuwana. Prodi Budidaya Universitas

Lambung Mangkurat. Kal-
Sel. Volume 10 No. 27.

- Puja, I. 2008. Penuntun Praktikum Fisika Tanah. Jurusan Tanah FAPERTA Universitas Udayana. Bali.
- Setyowati,D, L. 2007. Sifat Fisik Tanah dan Kemampuan Tanah dalam Meresapkan Air. Jurusan Geografi FIS UNNES. *Vol 4 Nomor 2 tahun 2004 halaman 114.*
- Suprayogo, *et. al.* 2004. Degradasi Sifat Fisik Tanah Sebagai Akibat Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Sistem Monokultur:Kajian Perubahan Makroporositas. Jurusan tanah Universitas Brawijaya. Malang.Hal. 62.
- Suryani, 2011. Dinamika sifat fisik tanah pada areal pertanaman Kakao akibat alih guna lahan hutan di kecamatan papalang Kabupaten mamuju. Jurusan Kehutanan UNHAS. Makassar. Hal 2-3.
- Suswati, D. 2011. Identifikasi Sifat Fisik Lahan Gambut Rasau Jaya Iii Kabupatem Kubu Raya Untuk Pengembangan Jagung. Jrusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UGM. Jogjakarta. Vol. 1 hal 32.
- Tambunan, A.W. 2008. Kajian Sifat Fisik dan Kimia Tanah Hubungannya dengan Produksi Kelapa Sawit. Universitas Sumatera Utara. Medan. Tesis (Tidak dipublikasikan).
- 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).