

SIFAT FISIKA TANAH PADA TIGA PENGGUNAAN LAHAN DI KELURAHAN POBOYA KECAMATAN MANTIKULORE

Soil Physical Properties in Three Land Preparations in The Poboya Village Mantikolure Sub-District

Kadek Agus Setiawan ¹⁾, Salapu Pagiu ²⁾, Rully Akbar ²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu

²⁾Staf Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu

Jl. Soekarno-Hatta Km 9, Tondo-Palu 94118, Sulawesi Tengah. Telp. 0451-429738

Email : styawankd@gmail.com, salapupagiu@yahoo.com, rully.akbar2588@gmail.com

submit: 07 Desember 2023, Revised: 05 January 2023, Accepted: January 2024

DOI : <https://doi.org/10.22487/agrotekbis.v11i6.2020>

ABSTRACT

The purpose of the study was to determine the physical properties of the soil in three land uses in Poboya Village, Mantikulore District. The research was carried out in Poboya Village, Mantikulore District, and continued with the analysis of the Laboratory of Soil Science Unit, Faculty of Agriculture, Tadulako University, carried out from May 2021 to July 2021. The method used was a survey method, soil sampling was determined randomly. In each land use, two sampling points were determined for intact and incomplete soil, a total of 6 samples. The results showed that the soil texture on corn land had a sandy loam texture, coconut sandy clay textured land, and clay soil textured paddy fields. Organic matter in corn fields 1.19%, coconut fields 0.66%, and rice fields 1.21%. Soil porosity on corn land is 40.38%, coconut land is 40,56%, while paddy field is 35.48%. The moisture content in corn fields is 21.88%, coconut land is 21.48%, and rice fields are 19.01%. Soil Content Weight on corn fields is obtained by a value of 1.58 g/cm³, coconut land 1.57 g cm, and rice fields 1.7 g/cm³, all fields have the same criteria, namely weight. Soil permeability in corn fields obtained a value of 6.44 cm/hour, coconut land 6.41 cm/hour, and rice field 1.84 cm/hour.

Keywords: Nature, Soil Physics, Corn Land, Coconut Land, Rice Fields.

ABSTRAK

Tujuan penelitian untuk menentukan sifat fisika tanah pada tiga penggunaan lahan di Kelurahan Poboya Kecamatan Mantikulore. Penelitian dilaksanakan di Kelurahan Poboya, Kecamatan Mantikulore, dan dilanjutkan dengan analisis Laboratorium Unit Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, dilaksanakan dari Mei tahun 2021 sampai Juli 2021. Metode yang digunakan adalah metode survei, pengambilan sample tanah ditentukan secara acak. Pada setiap penggunaan lahan ditentukan dua titik pengambilan sampel tanah utuh dan tidak utuh total 6 sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Tekstur tanah pada lahan jagung memiliki tekstur lempung berpasir, lahan kelapa pasir berlempung, dan lahan sawah tekstur lempung. Bahan Organik pada lahan jagung 1,19%, lahan kelapa 0,66%, dan lahan sawah 1,21%. Porositas tanah pada lahan jagung yaitu 40,38%, lahan kelapa 40,56%, sedangkan lahan sawah 35,48%. Kadar Air pada lahan

jagung yaitu diperoleh nilai 21,88%, lahan kelapa 21,48%, dan sawah 19,01%. Bobot Isi Tanah pada lahan jagung yaitu diperoleh nilai 1,58 g cm, lahan kelapa 1,57 g cm⁻³, dan lahan sawah 1,7 g/cm³, semua lahan memiliki kriteria yang sama yaitu berat. Permeabilitas tanah pada lahan jagung diperoleh nilai 6,44 cm jam, lahan kelapa 6,41 cm jam, dan lahan sawah 1,84 cm jam.

Kata Kunci: Sifat, Fisika Tanah, Lahan Jagung, Lahan Kelapa, Lahan Sawah.

PENDAHULUAN

Tanah merupakan tubuh alam tiga dimensi yang merupakan tempat aktivitas semua makhluk hidup termasuk tempat tumbuhnya tanaman serta memiliki faktor penting dalam kehidupan manusia, diantaranya untuk usaha pertanian. Tanah mempunyai karakteristik yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang akan diusahakan. Klasifikasi tanah dan evaluasi lahan merupakan salah satu cara untuk mengetahui kecocokan suatu lahan untuk mengembangkan tanaman pertanian (Hardjowigeno, 2013).

Sifat fisika tanah merupakan unsur lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap tersedianya air, udara tanah dan secara tidak langsung mempengaruhi ketersediaan unsur hara tanaman. Sifat ini juga akan mempengaruhi potensi tanah untuk berproduksi secara maksimal (Naldo, 2011).

Berdasarkan dari hasil penelitian Kurnia dkk., (2006), Menyatakan bahwa beberapa kasus di lapang menunjukkan bahwa karakteristik tanah dapat berubah dalam rentang waktu yang sempit. Hal ini menunjukkan bahwa dalam satuan lahan yang sama dapat dijumpai keragaman karakteristik tanah yang berbeda-beda, bahkan seringkali dijumpai bahwa di dalam satuan peta lahan yang dihasilkan masih memiliki keragaman karakteristik tanah yang tinggi.

Lahan merupakan bagian dari bentang alam (landscape) yang mencakup pengertian lingkungan fisik termasuk iklim, topografi/relief, tanah dan hidrologi. Bahkan keadaan vegetasi alami (natural vegetation) yang semuanya secara potensial akan berpengaruh terhadap penggunaan lahan (FAO, 1976) dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia yang terus berkembang dan untuk memacu pertumbuhan ekonomi yang semakin tinggi.

Tanaman secara tidak langsung dapat melindungi tanah dari kerusakan sifat fisiknya, terutama kerusakan akibat aliran permukaan. Adanya tanaman akan menyebabkan

air hujan yang jatuh tidak menghantam permukaan tanah melainkan terlebih dahulu ditangkap oleh tajuk daun tanaman, dan proses ini disebut intersepsi (Utomo, 1994). Besarnya intersepsi hujan oleh tajuk daun tanaman juga sangat ditentukan oleh populasi dalam hal ini berhubungan dengan jumlah dan kerapatan tanaman (lebar tajuk). Oleh sebab itu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang sifat fisika tanah pada tiga penggunaan lahan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Poboya, Kecamatan Mantikulore, Kota Palu, dan dilanjutkan dengan Analisis di Laboratorium Unit Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Mei 2021 sampai Juli 2021.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah GPS (*Global Positioning System*), Meteran, sekop, linggis, kamera, alat tulis, Kertas label, pisau, Karet Pengikat, Ring Sampel, Palu, kantong plastik dan alat-alat lainnya untuk keperluan analisis dilaboratorium.

Bahan yang digunakan adalah sampel tanah utuh dan tidak utuh yang diambil dari masing-masing lahan dan beberapa bahan lainnya untuk menganalisis dilaboratorium.

Metode dalam penelitian ini menggunakan metode survei dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan dan dilanjutkan untuk penentuan lahan penelitian. Pengambilan sample tanah ditentukan secara acak. Pada setiap penggunaan lahan ditentukan dua titik pengambilan sampel tanah utuh dan tidak utuh total 6 sampel. Sample tanah tersebut diambil pada kedalaman 0-20 cm, kemudian sample tersebut di bawa ke laboratorium untuk di analisis.

Metode pelaksanaan penelitian melalui beberapa tahap yaitu: tahap persiapan, pengambilan sampel tanah, dan menentukan parameter pengamatan. Parameter amatan yaitu tekstur tanah (debu,

liat, pasir), C-organik (bahan organik), porositas tanah, kadar air kapasitas lapang, Bobot isi tanah, dan Permeabilitas tanah.

Analisis data dilakukan untuk menjelaskan suatu keadaan yang ada dilapangan berdasarkan karakteristik tanah pada masing-masing penggunaan lahan. Setelah melakukan analisis data kemudian dilanjutkan dengan penyusunan laporan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tekstur Tanah. Berdasarkan hasil analisis tekstur pada tiga penggunaan lahan di Kelurahan Poboya pada kedalaman 0-20 cm, dapat di lihat pada Tabel 1.

Berdasarkan pada (Tabel 1) hasil analisis tekstur pada lahan jagung, kelapa, dan sawah memiliki tekstur yang berbeda. Tekstur tanah pada lahan jagung memiliki pasir 71,5%, debu 20,2%, liat 8,3% memiliki kelas tekstur lempung berpasir, pada lahan kelapa memiliki pasir 77,1%, debu 16,6%, liat 6,3% memiliki kelas tekstur pasir berlempung. Sedangkan pada lahan sawah memiliki pasir 48,7%, debu 26,8%, liat 24,5% memiliki kelas tekstur lempung.

Tanah lempung adalah tekstur tanah yang mengandung 7-27% liat, 28,50% debu, dan kurang dari 52 % pasir. Tanah yang bertekstur lempung jika kering membentuk bongkahan atau gumpalan sangat keras, jika basah akan cukup plastis dan lekat, dan jika lembab akan menghasilkan pita-pita tanah lentur panjang. Tanah lempung daerah tropis akan remah dan kurang menunjukkan gejala plastisitas (Mubaraq 2008).

Bahan Organik. Berdasarkan hasil analisis bahan organik pada tiga penggunaan lahan di kelurahan Poboya pada kedalaman 0-20 cm, dapat di lihat pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil Laboratorium pada (Tabel 2), bahan organik pada lahan jagung yaitu sebesar 1,19 yang tergolong rendah, kemudian pada lahan kelapa sebesar 0,66 yang tergolong sangat rendah, dan pada lahan sawah sebesar 1,21 yang

tergolong rendah. Hal ini menunjukkan bahwa lahan kelapa memiliki bahan organik sangat rendah dibandingkan lahan yang lainnya.

Bahan organik tanah adalah bahan organik dalam tanah yang telah mengalami lebih dari separuh dekomposisi. Dengan demikian, bahan organik tanah sudah tidak bisa dikenali bentuknya seperti daun, ranting dan lain-lain. Bahan organik tanah menyusun sekitar 5% bobot total tanah, meskipun hanya sedikit tetapi bahan organik memegang peran penting dalam menentukan kesuburan tanah, baik secara fisik, kimiawi maupun secara biologis tanah. Pemberian bahan organik ke dalam tanahakan diikuti serangkaian proses dekomposisi yang sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat tanah dan kesuburan tanah. Organisme heteromorfik di dalam tanah menghancurkan sisa-sisa tanaman dan binatang dan menggunakan komponen organik sebagai sumber makanan. Selama proses dekomposisi dan pencernaan komponen organik, ekskresi yang dihasilkan selanjutnya menjadi makanan bagi organisme lainnya. Ketika organisme yang terlibat dalam dekomposisi mati, mereka juga menjadi sumber makanan dan ditambahkan pada cadangan makanan. Melalui proses dekomposisi, pada kondisi aerobik campuran karbon inorganik dipecah dan dilepas dalam bentuk CO₂ (McLaren dan Cameron, 1996).

Proses dekomposisi bahan organik dilaksanakan oleh berbagai kelompok mikroorganisme heterotropik, seperti bakteri, fungi, aktinomisetes, dan protozoa. Organisme tersebut mewakili jenis flora dan fauna tanah. Selama proses dekomposisi berlangsung, terjadi perubahan secara kualitatif dan kuantitatif. Pada tahap awal proses dekomposisi, akibat perubahan lingkungan beberapa spesies flora menjadi aktif dan berkembang dalam waktu relatif singkat, kemudian menurun untuk memberikan kesempatan pada jenis lain untuk berkembang. Pada minggu kedua dan ketiga, kelompok yang berperan aktif dalam

proses pengomposan adalah bakteri 106-107, bakteri amonifikasi (104), bakteri proteolitik (104), bakteri pektinolitik (103), dan bakteri penambat nitrogen (103). Mulai hari ketujuh, kelompok mikroba meningkat jumlahnya dan setelah hari ke-14 terjadi penurunan, kemudian meningkat kembali pada minggu 33 keempat. Mikroorganisme yang berperan adalah selulolitik, lignolitik, dan fungi (Sutanto, 2002).

Porositas Tanah. Berdasarkan hasil analisis porositas tanah pada tiga penggunaan lahan di Kelurahan Poboya

pada kedalaman 0-20 cm, dapat di lihat Pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil analisis Laboratorium pada (Tabel 3), porositas pada lahan jagung, yaitu nilai porositas 40,38% dengan kriteria kurang baik, pada lahan kelapa nilai porositas 40,56% dengan kriteria kurang baik, dan pada lahan sawah nilai porositas 35,48% dengan kriteria buruk. Hal ini menunjukkan bahwa lahan jagung dan kelapa memiliki nilai porositas lebih baik dibandingkan dengan lahan sawah.

Tabel 1. Tekstur tanah (%) pada Penggunaan Lahan Berbeda.

Penggunaan Lahan	Tekstur (%)			Kelas Tekstur
	Pasir	Debu	Liat	
Lahan Jagung	71,5	20,2	8,3	Lempung Berpasir
Lahan Kelapa	77,1	16,6	6,3	Pasir Berlempung
Lahan Sawah	48,7	26,8	24,5	Lempung

Tabel 2. Bahan Organik (%) pada Lahan yang Berbeda.

Penggunaan Lahan	C- Organik (%)	Kelas Tekstur
Lahan Jagung	1,19	Lempung Berpasir
Lahan Kelapa	0,66	Pasir Berlempung
Lahan Sawah	1,21	Lempung

Tabel 3. Porositas Tanah (%) pada penggunaan lahan yang berbeda.

Penggunaan Lahan	Porositas Tanah	Kelas Tekstur
Lahan Jagung	40,38	Kurang Baik
Lahan Kelapa	40,56	Kurang Baik
Lahan Sawah	35,48	Buruk

Tabel 4. Kadar Air Kapasitas Lapang (%) pada penggunaan lahan yang berbeda.

Penggunaan Lahan	Kadar Air Kapasitas Lapang (%)
Lahan Jagung	21,88
Lahan Kelapa	21,48
Lahan Sawah	19,01

Adapun hal-hal yang mempengaruhi porositas adalah iklim, kelembaban, dan struktur tanah, iklim, suhu, kelembaban, sifat mengembang dan mengerut sangat mempengaruhi porositas. Misalnya saja wilayah yang beriklim hujan tropis maka tingkat curah hujan pada tanah tersebut akan tinggi pada saat tanah tersebut basah maka tanah tersebut akan mengalami pengembangan dan pori tanah pada saat tersebut akan banyak terisi air juga akan mempengaruhi kelembaban tanah tersebut yang nantinya akan berpengaruh pada porositasnya. Sebaliknya pada musim kemarau atau kering tanah akan mengerut dan pori tanah akan semakin besar tetapi kebanyakan akan diisi oleh udara. sehingga nantinya akan berpengaruh terhadap porositas tanah tersebut. selain itu, struktur tanah juga akan sangat berpengaruh, karena sangat bergantung pada kadar liat, pasir, dan debu yang dikandung tanah tersebut. apabila struktur tanah dirusak, maka porositas tanah tersebut akan berubah (Pairunan dkk, 1997).

Kadar Air Kapasitas Lapang.

Berdasarkan hasil analisis kadar air kapasitas lapang pada tiga penggunaan lahan di Kelurahan Poboya dengan kedalaman tanah 0-20 cm, dapat di lihat pada Tabel 4 .

Berdasarkan (Tabel 4), hasil analisis kadar air kapasitas lapang kandungan kadar air yang terdapat pada lahan jagung yaitu sebesar 21,88%, lahan kelapa sebesar 21,48%, dan lahan sawah sebesar 19,01%. Dari tigalahan tersebut nilai kadar air terbesar terdapat pada lahan jagung yaitu sebesar 21,88%, dan nilai kadar air tekecil terdapat pada lahan sawah yaitu sebesar 18,28%. Menurut Hillel (1997) kapasitas lapang merupakan jumlah air yang tertahan pada tanah setelah air berlebih terdrainase dan laju gerakan kebawah berkurang, biasanya terjadi 2-3 hari setelah hujan atau irigasi pada tanah sarang dengan struktur dan tekstur yang seragam. Seiring dengan perkembangan teori dan teknik eksperimen yang lebih tepat dalam mempelajari proses

aliran tidak jenuh konsep kapasitas lapang seperti disebutkan di atas ini bersifat arbitrary. Definisi umum yang banyak digunakan untuk pengukuran kapasitas lapang (yaitu kadar air zona awal yang basah, misalnya dua hari setelah infiltrasi) tidak memperhitungkan faktor seperti kadar air awal pada tanah (pra-infiltrasi).

Kapasitas lapang adalah persentase kelembaban yang ditahan oleh tanah sesudah terjadinya drainase dan kecepatan gerakan air ke bawah menjadi sangat lambat. Keadaan ini terjadi dua sampai tiga hari sesudah hujan jatuh yaitu bila tanah cukup mudah ditembus oleh air, tekstur dan struktur tanahnya uniform dan pori-pori tanah belum semua terisi oleh air dan temperatur yang cukup tinggi. Kelembaban pada saat ini berada di antara 5 - 40%. Selama air di dalam tanah masih lebih tinggi dari pada kapasitas lapang maka tanah akan tetap lembab, ini disebabkan air kapiler selalu dapat mengganti kehilangan air karena proses evaporasi. Bila kelembaban tanah turun sampai di bawah kapasitas lapang maka air menjadi tidak mobile (dapat bergerak). Akar-akar akan membentuk cabang-cabang lebih banyak, pemanjangan lebih cepat untuk mendapatkan suatu air bagi konsumsinya (Sutanto 2005).

Kadar air kapasitas lapang metode drainase bebas ditetapkan pada saat air berhenti atau hampir berhenti yaitu pada saat potensial matriks sama dengan potensial gravitasi atau pada saat kadar air tanah mulai konstan ($\Delta KA/\Delta t=0$). Wischmeier, *et al.*, (1969) menyatakan bahwa kapasitas lapang terjadi ketika tanah kering dengan permukaan tanah yang rendah mendapatkan curah hujan yang cukup selama 1 sampai 2 hari.

Bobot Isi Tanah. Berdasarkan hasil analisis bobot isi tanah pada tiga penggunaan lahan di Kelurahan Poboya dengan kedalaman 0-20 cm, dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan (Tabel 5), menunjukkan bahwa bobot isi tanah pada lahan Jagung sebesar 1,58 g/cm³, lahan kelapa sebesar

1,57 g/cm³, dan Lahan sawah sebesar 1,7 g/cm³. Pada semua lahan menunjukkan kriteria yang sama yaitu berat. Bobot isi suatu tanah bila nilainya besar nilainya berarti jumlah unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman belum mencukupi atau masih dalam jumlah yang kurang bagi pertumbuhan, maka disini kita menggunakan pupuk untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman sebelum kita mengolah tanah (Pairunan, dkk, 1985).

Hardjowigeno (2002) menyatakan bahwa bobot isi menunjukkan perbandingan antara berat tanah kering dengan volume tanah termasuk volume pori-pori tanah. Bobot isi merupakan petunjuk kepadatan tanah. Semakin padat suatu tanah maka semakin tinggi bobot isinya yang berarti tanah semakin sulit meneruskan air atau ditembus akar tanaman. Untuk itu diperlukan penelitian tentang hubungan antara kepadatan tanah yang dinyatakan dalam bobot isi dengan pertumbuhan kecambah tanaman.

Peningkatan kandungan bahan organik tanah dapat mempertahankan kualitas fisika tanah untuk membantu perkembangan akar tanaman (Hairiah, 2000) melalui pembentukan celah-celah yang mudah ditembus akar (Kusuma dkk., 2013)

Permeabilitas Tanah. Berdasarkan hasil analisis permeabilitas tanah pada tiga penggunaan lahan di Kelurahan Poboya dengan kedalaman 0-20 cm, dapat di lihat pada Tabel 6.

Berdasarkan (Tabel 6), hasil analisis permeabilitas tanah pada lahan jagung sebesar 6,44cm/jam dengan kriteria agak cepat, lahan kelapa sebesar 6,41cm/jam dengan kriteria agak cepat, dan lahan sawah

sebesar 1,84 dengan kriteria sedang. Hal ini menunjukkan bahwa lahan dengan nilai permeabilitas tergolong agak cepat yaitu pada lahan jagung dan lahan kelapa yaitu dengan nilai kecepatan 6,44 cm/jam dan 6,41cm/jam, Sedangkan permeabilitas yang tergolong agak lambat yaitu pada lahan sawah dengan nilai permeabilitas 1,84 cm/jam.

Laju permeabilitas tanah pada tiap penggunaan lahan cenderung agak lambat, sedang, agak cepat sampai cepat. Permeabilitas merupakan kecepatan Bergeraknya air pada suatu media dalam keadaan jenuh (Pomalinggo, N., dan Nurdin, 2012). Lambat atau cepatnya laju permeabilitas tanah dapat dipengaruhi oleh besarnya porositas tanah, di mana semakin besar porositas maka semakin besar pula laju permeabilitas tanahnya. Sehingga pergerakan air dan zat-zat tertentu bergerak dengan cepat. Pada umumnya nilai permeabilitas meningkat dengan semakin porousnya tanah. Demikian pula semakin basah (lembab) suatu tanah maka nilai permeabilitasnya juga semakin tinggi. Pada tanah yang lebih kering, sebagian pori-pori terisi oleh udara yang menghambat aliran air (Adyana, 2002).

Menurut Foth (1991), bahwa permeabilitas umumnya diukur sehubungan dengan laju aliran air melalui tanah dalam suatu massa waktu dan umumnya dinyatakan sebagai inci per jam. Laju permeabilitas tanah mulai dari 0,20-0,80 ml det-1 adalah sangat lambat. Pada tanah yang mempunyai kandungan liat yang sangat tinggi berkaitan dengan sedikit ruang pori aerasi dan permeabilitas yang sangat kecil (Yulnafatmawita, dkk., 2009).

Tabel 5. Bobot Isi Tanah (g/cm³) pada penggunaan lahan yang berbeda.

Penggunaan Lahan	Bobot isi tanah (g/cm ³)	Kriteria
Lahan Jagung	1,58	Berat
Lahan Kelapa	1,57	Berat
Lahan Sawah	1,7	Berat

Tabel 6. Permeabilitas Tanah (cm/jam) pada Penggunaan Lahan Berbeda.

Penggunaan Lahan	Permeabilitas (cm/jam)	Kriteria
Lahan Jagung	6,44	Agak cepat
Lahan Kelapa	6,41	Agak cepat
Lahan Sawah	1,84	Agak lambat

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa:

1. Tekstur tanah pada lahan jagung memiliki tekstur lempung berpasir, lahan kelapa pasir berlempung, dan lahan sawah tekstur lempung. Bahan Organik pada lahan jagung dan sawah memiliki kriteria rendah, sedangkan lahan kelapa memiliki kriteria sangat rendah. Porositas tanah pada lahan jagung dan lahan kelapa memiliki kriteria kurang baik, sedangkan lahan sawah memiliki kriteria buruk.
2. Kadar Air pada lahan jagung yaitu diperoleh nilai 21,88%, lahan kelapa 21,48%, dan lahan sawah 19,01%. Bobot Isi Tanah Pada semua lahan memiliki kriteria yang sama yaitu berat. Permeabilitas tanah pada lahan jagung dan lahan kelapa memiliki kriteria agak cepat, sedangkan pada lahan sawah memiliki kriteria agak lambat.

Saran

Disarankan perlu adanya penelitian lanjutan pada lahan yang sama terhadap sifat kimia dan kesuburan tanahnya, sehingga kedepannya dapat memberikan informasi kepada mahasiswa maupun petani untuk penggunaan lahan yang lebih baik di desa tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adyana, 2002. Pengembangan Sistem Usaha Tani Pertanian Berkelanjutan. Forum Penelitian Jurnal Agro Ekonomi. Vol. 19 (2): 38-49.
- FAO. 1976. *A Framework For Land Evaluation*. FAO Soil Bull. No. 32 Rome and ILRI Publication No. 22 Wagening.
- Foth, Hendry D., 1991. *Fundamentals of Soil Science*. Terjemahan Damiati: Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Erlangga. Jakarta. 36 hlm.
- Hardjowigeno S., 2013. Ilmu Tanah. Penerbit Akadernika Pressindo. Jakarta . 286 hal.
- Hardjowigeno, S. 2002. Ilmu Tanah. Jakarta: Akademika Presindo. 77 hlm.
- Hairiah. 2000. Hubungan Antara status C-organik tanah dan stabilitas Agregat Ultisol Limau Manis Akibat Perubahan Penggunaan Lahan. J. Solum. Vol. 3(2): 75-82.
- Hillel D. 1997. Pengantar Fisika Tanah. PT. Mitra Gama Widya. Yogyakarta. 56 hlm.
- Kurnia, U.F., Agus., A. Adimihardja., A. Dairah., 2006. Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Kusuma, AH, M Izzati, dan E Saptiningsih. 2013. Pengaruh Penambahan Arang dan Abu Sekam dengan proporsi yang Berbeda terhadap Permeabilitas dan Porositas Tanah Liat serta Pertumbuhan Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Jurnal Buletin Anatomi dan Fisiologi. Vol. 21(1): 1-9.
- Mubaraq. 2008. Sifat Fisik Tanah di bawah Tegakan Pinus di Desa Tungkulowi Kecamatan Kulawi Kabupaten Donggala. Fakultas Kehutanan UNTAD. Palu. Skripsi.
- McLaren, R. G., Cameron, K. C. Dr. 1996. *Soil Science :Sustainable Production and Environmental Protection*. Oxford University Press, Oxford.

- Naldo, R. A., 2011. Sifat Fisika Ultisol Limau Manis Tiga Tahun Setelah Pemberian Beberapa Jenis Pupuk Hijaun. J. agroland. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Vol. 5(3): 13-21.
- Pairunan, A.K, L. Nanere, Arifin, Solo, S.R Tangkaisari, J. L. Lalopua, B. Ibrahim dan H. Asmadi. 1997. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Badan Kerja Sama Perguruan Tinggi Negeri Indonesia Bagian Timur; Makassar. 101 hlm.
- Pairunan, A. K. 1985. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Makasar: Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri Indonesia Bagian Timur. 91 hlm.
- Pomalingo, N., dan Nurdin. 2012. Laju Infiltrasi dan Permeabilitas Tanah pada Area Kampus I Universitas Negeri Gorontalo, Jurnal Agroteknotropika. Vol. 1(2): 89-94.
- Sutanto, Rachman. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah Konsep dan Kenyataan. Yogyakarta: Kanisius. 67 hlm.
- Sutanto, R. 2002. Penerapan Pertanian Organik: Pemasyarakatan & Pengembangan. Kanisius, Yogyakarta. 219 hlm.
- Utomo, Wani Hadi. 1991. Erosi dan Konservasi Tanah. Malang: Penerbit IKIP Malang. 71 hlm.
- Yulnafatmawita, Amrizal Saidi dan Al Asfhiani Elnita, 2009. Kajian Sifat Fisika Tanah Sub DAS. Sumpur Kecamatan Batipun Kabupaten Tanah Datar. Jurnal Solum. Vol. 6 (1) :14-23.
- Wischmeier, W.H., and J.V. Mannering. 1969. *Relation of soil properties to its erodibility*. Soil Sci. Am. Proc. Jurnal Solum. Vol. 3 (3): 131-137