

Karakteristik Sifat Fisik Tanah Wilayah Hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Rejoso Kabupaten Pasuruan

Peggy Rahmawati Putri^{a*}, Purwadi^a, Rossyda Priyadarshini^a

^aAgroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

*Email:peggyrahmawati732@gmail.com

Abstract

Watershed Characteristics (DAS) are a specific description of watersheds characterized by topography, soil type, geology, vegetation, and land use. Physical characteristics can be the primary reference in planning, implementing, and evaluating appropriate watershed management. The research was carried out from January to August 2022 in the upstream Rejoso watershed (DAS) area, consisting of Tosari and Puspo Subdistricts, Pasuruan Regency, East Java. This study aims to obtain information about physical characteristics in the upstream region of the Rejoso watershed. This study uses a survey method of five land uses in this region. Five land uses namely, potato horticultural gardens with an altitude of 1,850-2,500 masl, horticultural gardens (potato, leek, and cabbage) of 1,350-1,850 masl, and forest land use of 800-1,350 masl are found in this area. Three sampling points were determined for each land use. The results showed that the physical characteristics of the soil in the upstream Rejoso watershed varied greatly with the slope. At the study site was classified as very steep, with soil density from low to medium, soil texture dominated by sand and dust fractions with dusty clay texture class, and permeability classified as slow to medium, moderate, and low to high organic matter content.

Keywords: Soil physics, upstream watershed Rejoso

© 2023 Putri, Purwadi, Priyadarshini

PENDAHULUAN

Salah satu karakteristik suatu DAS adalah adanya keterkaitan biofisik antara daerah hulu dengan daerah hilir melalui daur hidrologi (Asdak, 2018). DAS hulu mempunyai fungsi perlindungan terhadap keseluruhan DAS. Perlindungan ini antara lain dari segi fungsi tata air, dan oleh karenanya pengelolaan DAS hulu sering kali menjadi fokus perhatian mengingat dalam suatu DAS, bagian hulu dan hilir mempunyai keterkaitan biofisik melalui daur hidrologi.

Sekitar 44% wilayah hulu DAS Rejoso mengalami perubahan penggunaan dan tutupan lahan, sedangkan 56% wilayah lainnya tidak mengalami perubahan. Luasan lahan pada tanaman hortikultura mengalami peningkatan sebesar 20.58% dari luas awal di tahun 1990 menjadi 62.8% pada tahun 2015. Sedangkan luasan hutan pinus dan kebun campur masing-masing berkurang dari 7.18% dan 4.03% menjadi 9.6% dan 10.3% pada tahun 2015

(Amaruzaman et al, 2017). Alih guna lahan dapat menyebabkan penurunan ketebalan serasah dan jumlah pori tanah.

Karakteristik lahan berupa topografi, iklim, geologi, tanah dan vegetasi penutup tanah Daerah Aliran Sungai (DAS) akan mempengaruhi sifat fisik tanah. Sifat fisik tanah menentukan penetrasi akar, kapasitas menahan air, drainase, dan aerasi dan nutrisi tanaman (Asdak, 2018). Kajian sifat fisik tanah diperlukan karena berguna dalam menentukan kemampuan fisik tanah yang berperan dalam konservasi tanah dan air. Penurunan kapasitas tanah dapat menurunkan kemampuan lingkungan untuk berfungsi (Nursa'ban, 2006).

Terdapat hubungan yang erat antara komposisi tanah, air dan vegetatif tutupan lahan dalam Kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) (Soediono, 1989). Tanah berperan sebagai sarana yang sangat penting untuk pertumbuhan vegetasi. Tanah menyediakan nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan dapat menyimpan air.

Berbagai jenis tanah dapat menentukan jenis nutrisi atau zat makanan di tanah. Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait karakteristik fisik di wilayah hulu DAS Rejoso. Dengan mengetahui karakteristik fisik hulu DAS Rejoso, diharapkan pengelola terkait akan lebih mudah merumuskan rencana pengembangan wilayah setempat sesuai dengan karakteristik fisik DAS Rejoso.

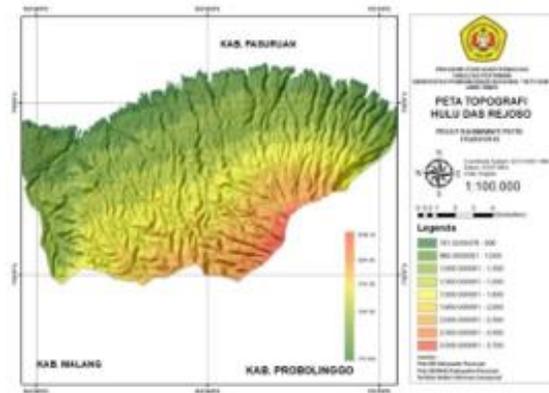
BAHAN DAN METODA

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Agustus 2022. Penelitian dilaksanakan pada wilayah Hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Rejoso, dan dilaksanakan analisa sampel tanah di Laboratorium Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penelitian dilakukan menggunakan metode survei dengan 5 penggunaan lahan yaitu, kebun hortikultura kentang dengan ketinggian 1.850-2.500 mdpl, kebun hortikultura (Kentang, Daun Bawang, dan Kubis) dengan ketinggian 1.350-1.850 mdpl, dan penggunaan lahan hutan pada ketinggian 800-1350 mdpl. Dalam setiap Penggunaan Lahan.

Parameter yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah curah hujan 5 tahun terakhir, struktur tanah, tekstur tanah, permeabilitas tanah, kemiringan lereng. Metode pengukuran kemiringan lereng menggunakan observasi dan pengamatan di lapang dengan Clinometer. Struktur tanah menggunakan metode De Boot and De Leen. Tekstur tanah menggunakan metode Pipet. Pengukuran Bahan Organik menggunakan metode Walkley and Black. Dan permeabilitas tanah menggunakan metode persamaan Darsi. Data sifat-sifat fisik tanah hasil pengamatan diolah dengan menggunakan *Microsoft Office Excel*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Topografi dan Kemiringan Lereng



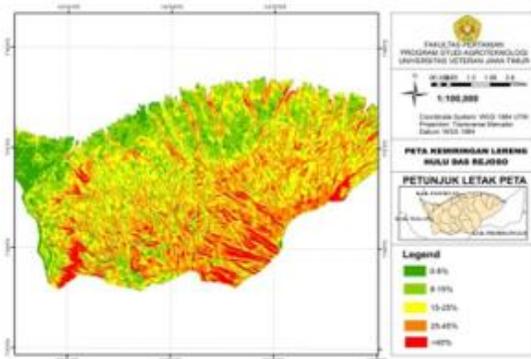
Topografi dan kemiringan lahan pada kawasan hulu DAS Rejoso umumnya berombak, bergelombang, berbukit sampai bergunung. Karakteristik ini sangat erat kaitannya dengan jenis teknologi konservasi tanah dan air yang perlu dan akan diterapkan serta kesesuaian tanaman yang akan diterapkan di kawasan ini. Faktor topografi yang berpengaruh pada erosi adalah kemiringan lereng, dan panjang lereng. Semakin curam kemiringan lereng akan semakin meningkatkan jumlah dan kecepatan aliran permukaan, sehingga memperbesar energi kinetik dan meningkatkan kemampuan untuk mengangkut butir-butir tanah.

Tabel 1. Kemiringan lereng

No.	Titik Lokasi	Kemiringan (%)
1	T1K	51.1
2	T2K	74.8
3	T2B	92.6
4	T2D	74.1
5	T3H	60.0

Sumber: Data Primer

Tabel 1 menjelaskan bahwa daerah pada daerah penelitian memiliki panjang lereng berkisar 17 m sampai dengan 31 m dan kemiringan lereng berkisar 51,1% sampai dengan 92,6%.



Tabel 2. Klasifikasi Kemiringan Lereng

Kelas	Kemiringan	Klasifikasi
1	0-8	Datar
2	>8-15	Landai
3	>15-25	Agak Curam
4	>25-45	Curam
5	>45	Sangat Curam

Sumber: Pola Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah, 1986

Berdasarkan klasifikasi kemiringan lereng (Tabel 2), kemiringan lereng pada lokasi penelitian tergolong sangat curam. Hasil penelitian yang dilakukan Alviyanti (2006) di tanah terdegradasi menunjukkan semakin besar kemiringan lereng pada suatu tempat maka erosi yang terjadi juga semakin besar. Berpedoman akan hal itu dengan memperhatikan curah hujan dan besarnya kemiringan lereng DAS Rejoso ini maka akan memungkinkan terjadinya aliran permukaan (Run off) yang besar. Hal ini menunjukkan bahwa lokasi penelitian memiliki potensi besar untuk tererosi.

Jenis Tanah

Daerah vegetasi pegunungan sering berada di daerah yang terkena aktivitas vulkanik aktif atau tidak aktif. Tanah utama yang sering dijumpai adalah Andisol dan Entisol, umumnya ditemukan pada ketinggian di atas 1000 mdpl (Kurnia, 2004). Jenis tanah pada lokasi penelitian kawasan hulu DAS Rejoso didominasi oleh Ordo Andisol. Jenis tanah ini juga erat kaitannya dengan strategi teknik pengelolaan lahan. Tidak semua teknik konservasi dapat diterapkan pada semua jenis

tanah. Pada tanah yang tidak stabil, teknik konservasi mekanis harus dihindari dan teknik konservasi vegetatif harus diutamakan.

Sifat Fisik Tanah

Berat Isi (Bulk Density)

Berat isi tanah merupakan perbandingan massa tanah dengan volume partikel termasuk pori-pori tanah, yang dinyatakan dalam $g\ cm^{-3}$ (Rosyidah dan Wirosodarmo, 2013).

Tabel 3. Berat Isi Tanah

No.	Titik Lokasi	BI (g/cm^3)	Keterangan
1	T1K	0.91	Sedang
2	T2K	0.84	Rendah
3	T2B	0.93	Sedang
4	T2D	0.77	Rendah
5	T3H	0.76	Rendah

Sumber: Data Primer

Berat isi tanah mencerminkan tingkat kepadatan tanah, di mana semakin besar nilai berat isi tanah, maka semakin padat tanah dan semakin rendah porositas tanah (Arabia & Royani, 2012). Berat isi tanah atau Bulk Density (BD) berkaitan erat dengan kerapatan tanah, kemudahan akar menembus tanah, kemampuan tanah untuk mengalirkan dan mengaerasi, dan sifat fisik tanah lainnya. Setiap penggunaan lahan dengan berbagai ketinggian memiliki nilai berat isi yang beragam. Pada SPL T3H memiliki nilai berat isi terkecil yakni $0,76\ g\ cm^{-3}$ dibandingkan SPL yang lainnya.

Berat Jenis Partikel

Berat jenis merupakan massa tanah kering yang mengisi ruangan di dalam lapisan tanah. Berat Jenis Partikel adalah perbandingan massa total fase padat tanah (M_s) dan volume fase padat (V_s). Massa bahan organik dan organik diperhitungkan sebagai massa padatan tanah.

Tabel 4. Berat Jenis Partikel

No.	Titik Lokasi	BJ (g/cm ³)
1	T1K	2.52
2	T2K	2.57
3	T2B	2.56
4	T2D	2.54
5	T3H	2.49

Sumber: Data Primer

Nilai berat jenis tanah terendah juga terjadi pada SPL T3H sebesar 2,49 g cm⁻³ (Tabel 4). Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai berat jenis tanah yakni mineral tanah dan bahan organik. Tanah yang mengandung banyak bahan organik memiliki berat jenis yang rendah (Kusuma dan Yulfiah, 2018), sehingga mengindikasikan bahwa rendahnya nilai berat jenis tanah pada T3H disebabkan oleh tingginya bahan organik yang terkandung pada tanah tersebut. Pemberian bahan organik ke dalam tanah dapat meningkatkan jumlah ruang pori dalam tanah dan membentuk struktur tanah remah dan akan menurunkan berat jenis tanah.

Ruang Pori Tanah

Tabel 5. Ruang Pori Tanah

No.	Titik Lokasi	BI (g/cm ³)	BJ (g/cm ³)	RPT (%)
1	T1K	0.91	2.52	63.94
2	T2K	0.84	2.57	67.12
3	T2B	0.93	2.56	63.65
4	T2D	0.77	2.54	69.81
5	T3H	0.76	2.49	69.52

Sumber: Data Primer

Ruang pori merupakan persentase volume ruang selain volume ruang yang ditempati oleh bahan padat tanah. Soepardi (1983) menyatakan porositas total tanah adalah persentase volume total pori tanah terhadap volume total tanah atau dengan kata lain

porositas adalah bagian dari volume tanah (dalam persen) yang tidak ditempati oleh padatan tanah. Jumlah ruang pori ditentukan oleh cara tersusunnya jarah tanah. Ruang pori di dalam tanah sangat erat kaitannya dengan berat isi tanah. Tanah dengan ruang pori yang tinggi cenderung mempunyai berat isi yang rendah.

Ruang pori pada kawasan Hulu DAS Rejoso berkisar antara 63,65% hingga 69,81%. Ruang pori total terdiri atas ruang di antara partikel pasir, debu, dan liat serta ruang di antara agregat agregat tanah. Jika sebaran ukuran pori suatu tanah didominasi oleh pori berukuran besar (pori makro) maka pada umumnya tanah tersebut mempunyai kemampuan menyimpan lengas yang rendah, tetapi tanah ini memiliki kemampuan melewatkan air dan udara yang besar (Arifin, 2011).

Tekstur Tanah

Tekstur tanah merupakan perbandingan fraksi pasir, debu, dan liat dalam massa tanah yang ditentukan di laboratorium (Arabia & Royani, 2012). Tekstur adalah perbandingan relatif antara fraksi pasir, debu dan liat yaitu partikel tanah yang diameter efektifnya <2mm, bahan organik dalam tekstur tanah tidak diperhitungkan (Haryati, 2014). Hasil analisis dan perbandingan dari tekstur tanah pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 6. Keseluruhan SPL didominasi oleh fraksi halus yakni debu dengan kelas tekstur lempung berdebu (T1K dan T2B) dan lempung liat berdebu (T2K, T2D, T3H). Fraksi halus mempunyai karakteristik yaitu ukuran partikel kecil, luas permukaannya besar, kemampuan menahan air besar (Rosyidah dan Wirosoedarmo, 2013). Tekstur tanah memiliki peran terhadap nilai indeks erodibilitas tanah.

Tabel 6. Tekstur Tanah

No	Titik Lokasi	Fraksi Tekstur					Kelas Tekstur
		PK	PH	PSH	Debu	Liat	
		--%--					
1	T1K	3.14	15.34	7.07	62.38	12.07	Lempung Berdebu
2	T2K	4.52	5.17	2.17	64.56	23.58	Lempung liat berdebu
3	T2B	8.73	7.59	3.17	60.49	20.02	Lempung Berdebu
4	T2D	2.45	5.36	2.22	67.32	22.65	Lempung liat berdebu
5	T3H	1.18	3.44	2.68	69.95	22.75	Lempung liat berdebu

Keterangan: PK=Pasir Kasar, PH=Pasir Halus, dan PSH=Pasir Sangat Halus

Sumber: Data Primer

Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah sangat dipengaruhi oleh sifat pori, terutama stabilitas pori yang ditentukan oleh stabilitas agregat tanah. Rongga-rongga pada agregat tanah yang stabil mempercepat pergerakan air, pada agregat tanah yang tidak stabil rongga-rongga tersebut mudah tertutup karena rusaknya agregat tanah dan menghambat pertumbuhan agregat tanah (Masria *et al.*, 2018).

Permeabilitas tanah merupakan kemampuan tanah untuk melalukan air dalam keadaan jenuh. Permeabilitas tanah lokasi penelitian di kawasan hulu DAS Rejoso berkisar dari 2,9 sampai 8,8 cm/jam dengan kategori yang didominasi agak lambat sampai sedang. Hal ini berarti bahwa tanah-tanah tersebut mempunyai distribusi ukuran pori yang didominasi oleh pori makro yang tidak dapat menahan air.

Tabel 7. Klasifikasi Permeabilitas Tanah

No	Kelas Permeabilitas	Kecepatan (cm/jam)	Kode
1	Sangat lambat	< 0.5	6
2	Lambat	0.5-2.0	5
3	Agak lambat	2.0-6.3	4
4	Sedang	6.3-12.7	3
5	Agak cepat	12.7-25.4	2
6	Cepat	> 25.4	1

Sumber : Arsyad, 2010

Tabel 8. Permeabilitas Tanah

No	Titik Lokasi	Nilai Permeabilitas	Kode	Keterangan
1	T1K	3.5	4	Agak lambat
2	T2K	2.9	4	Agak lambat
3	T2B	3.6	4	Agak lambat
4	T2D	4.4	4	Agak lambat
5	T3H	8.8	3	Sedang

Berdasarkan klasifikasi kelas permeabilitas tanah (Tabel 7), Penggunaan Lahan Kentang (T1K dan T2K), Penggunaan Lahan Kubis (T2B), dan Penggunaan Lahan Daun Bawang (T2D) memiliki kelas permeabilitas agak lambat dengan nilai berkisar antara 2,9 cm/jam sampai dengan 4,4 cm/jam (Tabel 8), sedangkan SPL T3H memiliki kelas permeabilitas sedang seiring dengan kandungan bahan organik pada SPL T3H. Kandungan bahan organik yang lebih tinggi menyebabkan berat isi yang lebih rendah dan porositas yang lebih tinggi. Permeabilitas tanah dipengaruhi oleh kandungan bahan organik, berat isi tanah atau bulk density, porositas tanah, dan stabilitas agregat tanah (Naharuddin *et al.*, 2020).

Bahan Organik Tanah

Bahan organik merupakan bagian dari ekosistem yang berhubungan erat dengan sifat kimia, fisika, dan proses biologi tanah.

Berdasarkan Tabel 9, dapat diketahui bahwa penggunaan lahan kentang pada ketinggian 1.350-1.850 mdpl (T2K) memiliki nilai bahan organik terendah sebesar 1,96%, sedangkan penggunaan lahan hutan pada ketinggian 800-1.350 mdpl (T3H) memiliki nilai bahan organik tertinggi yakni sebesar 5.14%. Tingginya bahan organik tanah pada T3H disebabkan oleh banyaknya masukan tanah berupa seresah-seresah pohon, sedangkan rendahnya bahan organik pada T2K dikarenakan pada lahan tersebut kurang adanya tanaman pohon yang akan menyumbangkan seresah dari daun atau ranting yang rontok serta berkurangnya tutupan lahan seperti rumput, semak dan tanaman bawah lainnya.

Bahan organik secara tidak langsung dapat mengendalikan laju erosi tanah dengan perbaikan sifat fisik tanah. Bahan organik berperan dalam pembentukan agregat tanah karena dapat mengikat butiran-butiran tanah. Perbaikan kemantapan agregat tanah meningkatkan porositas tanah, dan mempermudah penyerapan air ke dalam tanah, sehingga meningkatkan daya simpan air tanah. Selain itu, peranan bahan organik antara lain memperbaiki struktur tanah melindungi agregat dari perusakan oleh air, membuat tanah lebih mudah diolah, meningkatkan porositas dan aerasi, meningkatkan kapasitas infiltrasi pada tanah (Masnang *et al.*, 2014).

Tabel 9. Bahan Organik Tanah

No.	Titik Lokasi	BO (%)	Keterangan
1	T1K	3,99	Tinggi
2	T2K	1,96	Rendah
3	T2B	2,81	Sedang
4	T2D	2,91	Sedang
5	T3H	5,14	Sangat Tinggi

Sumber: Data Primer

Bahan organik mempunyai fungsi yang sangat penting di dalam tanah. Oleh karena itu, bahan organik sering dikatakan merupakan kunci kesuburan tanah baik kesuburan sifat fisik tanah maupun kimia tanah. Fungsi bahan

organik di dalam tanah adalah sebagai agen pengikat partikel tanah dalam membentuk agregat. Selain itu dapat sebagai sumber unsur hara. Peranan bahan organik terhadap perubahan sifat fisik tanah, meliputi: (a) stimulan terhadap granulasi tanah, (b) menetralkan daya rusak butir-butir hujan, (c) menurunkan plastisitas dan kohesi tanah, (d) meningkatkan daya tanah menahan air sehingga drainase tidak berlebihan, kelembaban dan temperatur tanah menjadi stabil, (e) memperbaiki struktur tanah menjadi lebih remah, (f) mempengaruhi warna tanah menjadi coklat sampai hitam, (g) menghambat erosi, dan (h) mengurangi pelindian (pencucian/leaching) (Haryati, 2014).

KESIMPULAN

Karakteristik sifat fisik pada penggunaan lahan hutan memiliki nilai bahan organik yang tinggi dan nilai permeabilitas yang paling tinggi. Pada penggunaan lahan hutan memiliki nilai berat isi terkecil yakni 0,76 g cm⁻³ dibandingkan SPL yang lainnya. Keseluruhan SPL didominasi oleh fraksi halus yakni debu dengan kelas tekstur lempung berdebu (T1K dan T2B) dan lempung liat berdebu (T2K, T2D, T3H). Permeabilitas tanah berkisar dari 2,9 sampai 8,8 cm/jam dengan kategori yang didominasi agak lambat sampai sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alviyanti, V. 2006. *Kajian Erosi dan Aliran Permukaan pada Berbagai Sistem Tanam Di Tanah Terdegradasi*. (Skripsi). Program Studi Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Jember.
- Amaruzaman, S., N. Khasanah, L. Tanika, B. Lusiana, B.K.N. Leimona. 2017. Kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman masyarakat di DAS Rejoso: Profil site penelitian proyek Rejoso Kita di DAS Rejoso, Pasuruan. *World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program. Pernyataan*, 3(April), 49–58.

Arabia, T., dan I. Royani. 2012. Karakteristik

- Tanah Salin Krueng Raya Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*, 1(1), 32–42.
- Arifin, Z. 2011. Analisis Nilai Indeks Kualitas Tanah Entisol pada Penggunaan Lahan yang Berbeda. *J. Agroteksos* 21(1): 47 - 54.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Asdak, C. 2018. *Hidrologi dan daerah aliran sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Haryati, U. 2014. Karakteristik Fisik Tanah Kawasan Budidaya Sayuran Dataran Tinggi, Hubungannya dengan Strategi Pengelolaan Lahan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 8(2), 125–138.
- Kurnia, U., H. Suganda, D. Erfandi dan H. Kusnadi. 2004. Teknologi Konservasi Tanah pada Budi daya Sayuran Dataran Tinggi *dalam* Kurnia et al. (Eds). *Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian.
- Kusuma, M. N., dan Yulfiah. 2018. *Hubungan porositas dengan sifat fisik tanah pada infiltration Gallery*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VI 2018 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, p 43–50.
- Masnang, A., N. Sinukaban, Sudarsono, dan D.N. Gintings, D. 2014. Kajian tingkat aliran permukaan dan erosi, pada berbagai tipe penggunaan lahan di sub DAS Jenneberang hulu. *Jurnal Agroteknos*, 4(1), 32–37.
- Masria, M., C. Lopulisa, H. Zubair dan B. Rasyid. 2018. Karakteristik Pori dan Hubungannya dengan Permeabilitas pada Tanah Vertisol Asal Jenepono Sulawesi Selatan. *Jurnal Ecosolum*, 7(1), 38. <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v7i1.5209>
- Naharuddin, N., I. Sari, H. Harijanto dan A. Wahid. 2020. Sifat Fisik Tanah Pada Lahan Agroforestri dan Hutan Lahan Kering Sekunder di Sub Das Wuno, Das Palu. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 8(2), 189–200. <https://doi.org/10.36084/jpt.v8i2.251>
- Nursa'ban, M. 2006. Pengendalian erosi tanah sebagai upaya melestarikan kemampuan fungsi lingkungan. *J. Geomedia*. 4(2), 93 – 115.
- Rosyidah, E., dan R. Wirosodarmo. 2013. Effect of Soil Physical Properties on Saturated Hydraulic Conductivity in The 5 Land Use (A Case Study in Summersari Malang). *Agritech*, 33(3), 340–345.
- Soediono, B. 1989. Sifat Fisik Tanah Dan Kemampuan Tanah Meresapkan Air Pada Lahan Hutan, Sawah, Dan Permukiman. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(2), 160. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JG/article/view/103>
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. IPB Press. Bogor