

KAJIAN KEMANTAPAN AGREGAT TANAH PADA BERBAGAI TUTUPAN LAHAN DI LERENG BARAT GUNUNG ARJUNA

Study of Soil Aggregate Stability on Various Land Covers at West Slopes of Mount Arjuna

Lutfiana Hanifah*, Endang Listyarini

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran Malang 65145

*Penulis korespondensi: lutfianahan@student.ub.ac.id

Abstract

The land use condition in Sumber Brantas Village, Batu City is 25.66% not compatible to the land capability class, while the land use condition based on the regional spatial plan there is an increase in land use by 32.05%. Land use conversion at Batu City in 2008 - 2015 reduced 748.06 ha of forest area in line with an increase in dryland area of 565.18 ha; and the increase of garden area by 329.84 ha. Transfer of land functions results in changes in land cover and causes a decrease in the potential of the actual forest function. A study related to the physical properties of the soil in Sumber Brantas Village is thus needed to obtain data on current soil conditions. This study was conducted to analyze the effect of differences in land cover and soil depth on aggregate stability and its correlation with other soil properties on the western slope of Mount Arjuna. Soil sampling was carried out on four types of land cover, i.e. horticulture, forest, shrub, and grassland at depths of 0-20 cm, 20-40 cm, and 40-60 cm with three replications for each treatment. The results showed that the type of land cover affected the soil aggregate stability, while the depth of the soil did not affect the soil aggregate stability. Organic matter influenced the value of aggregate stability with the R^2 value of 0.87. Clay particles affected aggregate stability by 0.56. Aggregate stability affected soil porosity, soil macropores, and soil hydraulic conductivity with the R^2 values of 0.76, 0.53, and 0.42, respectively.

Keywords: *land cover, soil aggregate stability, Sumber Brantas Village*

Pendahuluan

Kondisi penggunaan lahan saat ini di Desa Sumber Brantas, Kota Batu sebesar 25,66% tidak sesuai dengan kelas kemampuan lahan, sedangkan kondisi penggunaan lahan berdasarkan rencana tata ruang wilayah terdapat peningkatan ketidaksesuaian penggunaan lahan sebesar 32,05% (Lusiana *et al.*, 2017). Secara umum Kota Batu mengalami perubahan penggunaan lahan pada tahun 2008 – 2015 yaitu sebesar 2080,94 ha. Perubahan tersebut meliputi luas area hutan yang berkurang sebesar 748,06 ha seiring dengan bertambahnya luas tegalan sebesar 565,18 ha; dan luas kebun yang meningkat sebesar 329,84 ha (Wirosodarmo *et al.*, 2016). Hutan di Desa Sumber Brantas yang termasuk dalam kawasan Tahura R. Soerjo ini

semakin hilang karena alih fungsi lahan (Hartono, 2016). Alih fungsi lahan mengakibatkan penurunan potensi dari fungsi hutan yang sesungguhnya.

Hutan berfungsi salah satunya sebagai pengatur tata air. Hutan merupakan faktor yang utama dalam menjaga kualitas dan ketersediaan air sehingga ada tuntutan dan keinginan agar hutan sebagai daerah tangkapan utama dan berfungsi sebagai pengatur tata air perlu dikelola dengan baik (Sylviani, 2008). Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi produksi air yang dapat dihasilkan di kawasan Tahura R. Soerjo keseluruhan adalah 83,88 juta m^3 per tahun (Sylviani, 2008). Penyimpanan air ke dalam tanah diawali dengan adanya proses infiltrasi. Air yang menyusup permukaan tanah bergerak ke bawah. Pergerakan ke bawah ini dipengaruhi

oleh sifat pori tanah, kemantapan agregat, tekstur, kedalaman sampai lapisan yang tidak permeabel, dan ada atau tidaknya tanah liat yang mengembang (Foth, 1994). Kemantapan agregat adalah salah satu sifat fisik tanah yang dapat mempengaruhi sifat fisik yang lain (Prasetya *et al.*, 2012).

Desa Sumber Brantas memiliki beragam jenis tutupan lahan seiring dengan ketinggian tempat yang berbeda. Adanya variasi ini menyebabkan perbedaan jumlah dan kualitas bahan organik tanah pada masing-masing penggunaan lahan berbeda pula (Prasetya *et al.*, 2012). Perbedaan penggunaan lahan akan memiliki sifat-sifat baik kualitatif maupun kuantitatif yang berbeda pula. Jumlah masukan bahan organik akan memengaruhi proses agregasi pada tanah. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh perbedaan tutupan lahan terhadap kemantapan agregat tanah di kawasan lereng barat Gunung Arjuna.

Bahan dan Metode

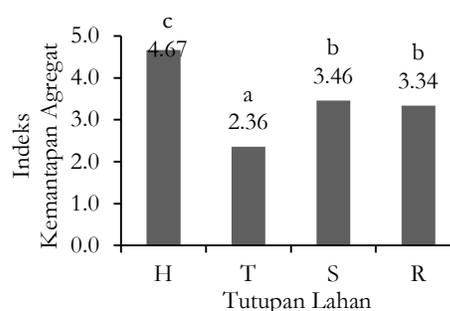
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2019-September 2019. Penelitian dilakukan di lereng barat Gunung Arjuna tepatnya di Desa Sumber Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Propinsi Jawa Timur. Sampel tanah diambil pada kawasan Tahura R. Soerjo dan di lahan pertanian. Adapun pengamatan sifat tanah dilakukan di Laboratorium Fisika Tanah dan Laboratorium Kimia Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Penentuan titik pengambilan sampel tanah dilakukan dengan survei secara langsung dan dilanjutkan dengan menentukan jenis penggunaan lahan. Peta penggunaan lahan diperoleh dari citra Google Satelit dengan skala 1:15.000. Klasifikasi dilakukan berdasarkan perbedaan bentuk penampakan penggunaan lahannya sehingga didapatkan empat macam tipe penggunaan lahan yaitu: tanaman hortikultura, hutan, semak belukar, dan padang rumput. Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) dengan 2 faktor yakni: (1) Tutupan lahan meliputi hutan (H) sebagai kontrol, tanaman hortikultura (T), semak belukar (S), dan padang rumput (R), dan (2) Kedalaman tanah pada 0-20 cm, 20-40 cm, dan 40-60 cm. Parameter yang diukur meliputi

kemantapan agregat dengan metode ayakan basah, porositas, sebaran pori, konduktivitas hidraulis jenuh (KHJ) dengan metode *contant bead*, bahan organik dengan metode Walkey dan Black, dan tekstur tanah dengan metode pipet. Data dianalisis dengan uji keragaman atau *analysis of variance* (ANOVA) menggunakan aplikasi Genstat Twelfth Edition. Jika data berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut Tukey's pada taraf 5%. Selanjutnya dilakukan uji korelasi dan regresi untuk mengetahui keceratan hubungan antar hasil pengamatan menggunakan aplikasi Microsoft Excel.

Hasil dan Pembahasan

Kemantapan agregat tanah

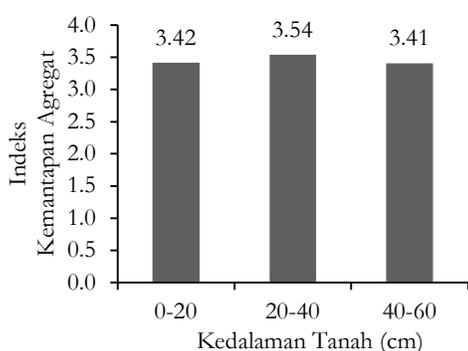
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis tutupan lahan berpengaruh sangat nyata terhadap kemantapan agregat tanah (Gambar 1). Berdasarkan uji lanjut Tukey's HSD 5% diketahui bahwa nilai kemantapan agregat pada tanah dengan tutupan hutan berbeda nyata dengan tutupan lahan berupa tanaman hortikultura, semak belukar, dan padang rumput.



Gambar 1. Rata-rata kemantapan agregat tanah berdasarkan jenis tutupan lahan. H = Hutan, T = Tanaman hortikultura, S = Semak belukar, dan R = Padang rumput.

Nilai rata-rata kemantapan agregat tertinggi terdapat pada tanah dengan tutupan berupa hutan sebesar 4,67 dan nilai rata-rata kemantapan agregat tanah terendah dijumpai pada tanah dengan tutupan lahan berupa tanaman hortikultura sebesar 2,36. Hasil ini sesuai dengan penelitian Prasetya *et al.* (2012) mengenai pengaruh jenis tutupan lahan terhadap kemantapan agregat tanah bahwa

perubahan penggunaan lahan hutan alami menjadi tanaman hortikultura menyebabkan penurunan nilai kemantapan agregat. Penggunaan lahan hutan alami memiliki agregasi tanah yang terbaik dibandingkan dengan penggunaan lahan yang lain karena persentase C-organik dan jumlah perkaratan pada hutan alami paling tinggi, sebaliknya tanaman hortikultura memiliki DMR paling rendah. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kedalaman tanah tidak berpengaruh nyata terhadap kemantapan agregat tanah (Gambr 2).



Gambar 2. Rata-rata kemantapan agregat tanah berdasarkan kedalaman tanah.

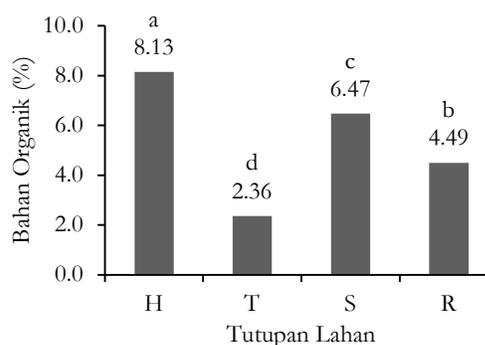
Nilai rata-rata kemantapan agregat tertinggi terdapat pada tanah dengan kedalaman 20-40 cm yakni sebesar 3,54 dan nilai rata-rata kemantapan agregat tanah terendah dijumpai pada tanah dengan kedalaman tanah 40-60 cm yakni sebesar 2,36. Hasil penelitian Utomo *et al.* (2015) menunjukkan bahwa nilai kemantapan agregat pada lahan perkebunan kopi semakin meningkat seiring bertambahnya kedalaman tanahnya. Rendahnya kemantapan agregat pada lapisan bawah daripada lapisan atas disebabkan pengaruh nilai kandungan bahan organik tanah yang lebih tinggi banyak terakumulasi pada lapisan atas. Sehingga dapat diketahui bahwa nilai kemantapan agregat tanah yang cenderung sama pada berbagai kedalaman tanah disebabkan oleh sebaran bahan organik tanah yang sama pada ketiga jenis kedalaman tanah.

Faktor-faktor yang memengaruhi kemantapan agregat tanah

Bahan organik

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis tutupan lahan berpengaruh sangat nyata

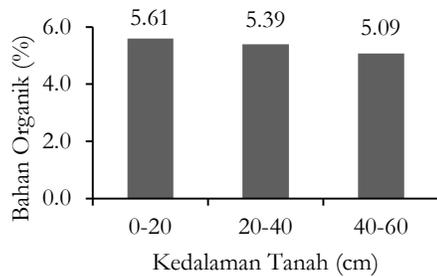
terhadap nilai bahan organik tanah. Berdasarkan uji lanjut Tukey's HSD 5% diketahui bahwa nilai bahan organik pada berbagai jenis tutupan lahan adalah berbeda nyata. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata nilai bahan organik tertinggi terdapat pada tanah dengan tutupan hutan sebesar 8,13%, sedangkan nilai bahan organik terendah terdapat pada tanah dengan tutupan lahan berupa tanaman hortikultura sebesar 2,36% (Gambar 3).



Gambar 3. Rata-rata bahan organik tanah berdasarkan jenis tutupan lahan. H = Hutan, T = Tanaman hortikultura, S = Semak belukar, dan R = Padang rumput.

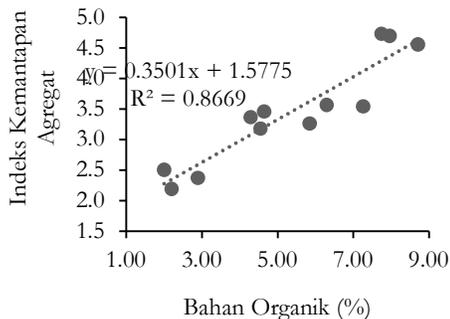
Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa jenis tutupan lahan memiliki peran besar dalam menentukan kandungan bahan organik tanah dimana nilainya pada lahan bervegetasi heterogen lebih tinggi dibanding pada lahan bervegetasi homogen yakni tanaman hortikultura. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Utaya (2008) yang menyebutkan bahwa vegetasi menjadi faktor penentu besarnya kandungan bahan organik tanah, yaitu lahan dengan vegetasi yang beragam memiliki kandungan bahan organik tanah yang lebih tinggi daripada lahan dengan vegetasi yang homogen. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kedalaman tanah tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan bahan organik tanah. Nilai rata-rata bahan organik tertinggi terdapat pada tanah dengan kedalaman 0-20 cm yakni sebesar 5,61% dan nilai rata-rata bahan organik terendah dijumpai pada tanah dengan kedalaman 40-60 cm yakni sebesar 5,09% (Gambar 4). Sebaran sumber bahan organik menjadi faktor yang menentukan ada tidaknya perbedaan kandungan bahan organik pada

berbagai kedalaman tanah. Rahmah *et al.* (2014) menyebutkan bahwa perbedaan kandungan bahan organik pada lapisan ≤ 30 cm dengan lapisan 30-60 cm disebabkan adanya akumulasi sumber bahan-bahan organik yang berasal dari jatuhnya dedaunan, ranting dan batang dari vegetasi di atasnya.



Gambar 4. Rata-rata bahan organik tanah berdasarkan kedalaman tanah.

Sehingga dapat diketahui bahwa sumber bahan organik yang telah menyebar merata pada berbagai kedalaman tanah, akan menghasilkan nilai kandungan bahan organik yang tidak berbeda nyata. Nilai bahan organik memiliki korelasi positif dengan kemantapan agregat sebesar 0,93 yang termasuk dalam korelasi sangat kuat. Hasil uji korelasi dan regresi menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai bahan organik maka semakin tinggi pula nilai kemantapan agregat tanahnya. Bahan organik memberi berpengaruh sebesar 0,87 terhadap kemantapan agregat tanah (Gambar 5).



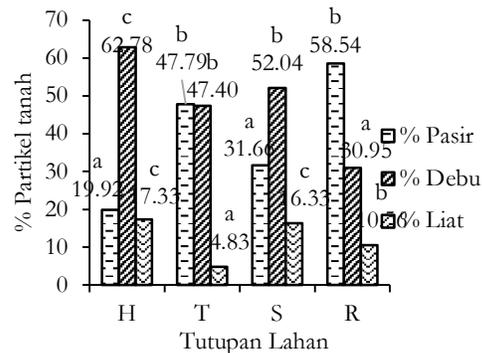
Gambar 5. Hubungan bahan organik tanah dengan kemantapan agregat.

Arsyad (2010) menyebutkan bahwa bahan organik membantu agregasi dengan cara dua hal, yakni pengikatan secara kimia butir-butir

liat melalui ikatan antara bagian-bagian negatif liat dengan gugusan positif pada senyawa organik dan pengikatan secara kimia butir-butir liat oleh ikatan antara bagian negatif liat dengan gugusan negatif pada senyawa organik berantai panjang dengan perantara ikatan basa dan ikatan hidrogen.

Tekstur tanah

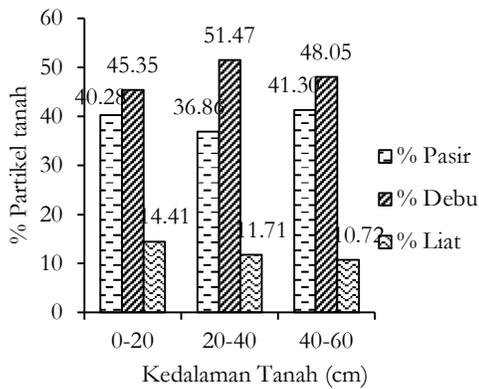
Secara keseluruhan tanah di lereng Gunung Arjuna yang diamati memiliki kelas tekstur tanah pasir lempung, lempung berdebu, dan lempung. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis tutupan lahan berpengaruh sangat nyata terhadap sebaran partikel tanah (pasir, debu, dan liat) (Gambar 6).



Gambar 6. Rata-rata kandungan partikel tanah berdasarkan jenis tutupan lahan. H = Hutan, T = Tanaman hortikultura, S = Semak belukar, dan R = Padang rumput.

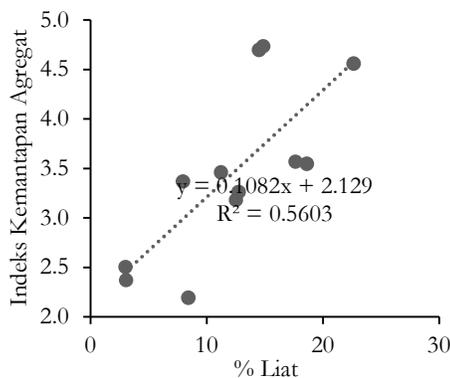
Tanah pada hutan dan semak belukar memiliki tekstur yang lebih berkembang dibandingkan dengan tanah pada tanaman hortikultura dan padang rumput. Tanah pada tanaman hortikultura dan padang rumput memiliki kandungan pasir yang lebih tinggi daripada tanah pada hutan dan semak belukar, sedangkan kandungan debu dan liat lebih rendah. Hal tersebut salah satunya disebabkan oleh pengaruh bahan organik. Pada penelitian Juarti (2016) tanah pada lahan tumpang-sari memiliki tekstur yang lebih berkembang daripada tanah pada lahan monokultur. Juarti (2016) menyebutkan bahwa pada proses dekomposisi bahan organik 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 yakni liat. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kedalaman tanah tidak berpengaruh nyata terhadap sebaran partikel tanah (pasir, debu, dan liat) (Gambar 7).



Gambar 7. Rata-rata kandungan partikel tanah berdasarkan kedalaman tanah.

Kandungan liat pada tanah memiliki korelasi sebesar 0,75 terhadap nilai kemantapan agregat tanah. Berdasarkan uji korelasi dan regresi diketahui bahwa seiring meningkatnya jumlah liat maka meningkat pula nilai kemantapan agregatnya. Hasil uji regresi menunjukkan bahwa kandungan liat tanah berpengaruh sebesar 0,56 pada nilai kemantapan agregat tanah (Gambar 8).



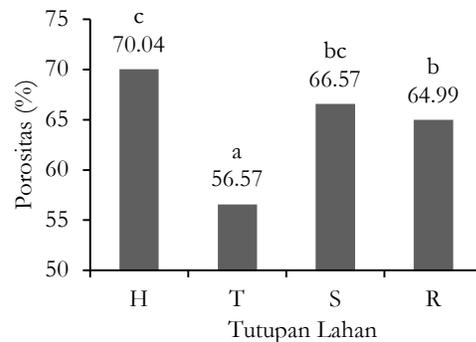
Gambar 8. Hubungan partikel liat dengan kemantapan agregat.

Juarti (2016) menyebutkan bahwa kandungan fraksi liat yang sedikit menyebabkan tanah mempunyai kemantapan agregat rendah sehingga sering kehilangan unsur hara akibat pencucian maupun bahaya erosi.

Pengaruh kemantapan agregat tanah terhadap sifat fisik tanah

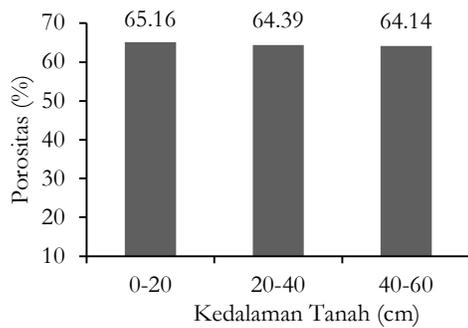
Porositas tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis tutupan lahan berpengaruh sangat nyata terhadap porositas tanah. Nilai rata-rata porositas tertinggi terdapat pada tanah dengan tutupan berupa hutan sebesar 70,04%, sedangkan nilai rata-rata porositas tanah terendah dijumpai pada tanah dengan tutupan lahan berupa tanaman hortikultura 56,67% (Gambar 9).



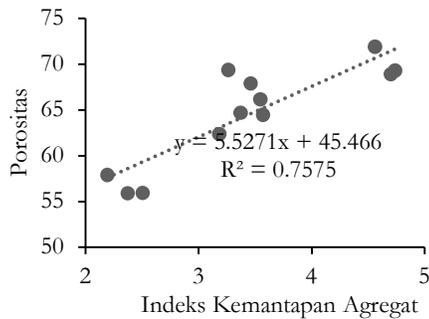
Gambar 9. Rata-rata porositas tanah berdasarkan jenis tutupan lahan. H = Hutan, T = Tanaman hortikultura, S = Semak belukar, dan R = Padang rumput.

Nilai porositas dipengaruhi oleh kandungan bahan organik tanah pada lahan. Isnawati dan Listyarini (2018) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa bahan organik yang berasal dari sisa-sisa tanaman, serta jasad makro dan mikro organisme yang telah melapuk akan membentuk ruang pada tanah, sehingga jika semakin banyak bahan organik yang terdapat pada tanah maka semakin besar pula porositasnya. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kedalaman tanah tidak berpengaruh nyata terhadap porositas tanah (Gambar 10). Ketersediaan bahan organik mempengaruhi aktivitas mikroorganisme tanah yang dapat membentuk biopori, struktur tanah dengan pori-pori di dalamnya (Jambak *et al.*, 2017). Nilai bahan organik tanah yang tidak berbeda pada berbagai kedalaman tanah menghasilkan porositas tanah yang seragam pula pada berbagai kedalaman.



Gambar 10. Rata-rata porositas tanah berdasarkan kedalaman tanah.

Nilai porositas diuji korelasinya dengan kemantapan agregat dan didapatkan nilai sebesar 0,87 yang berarti bahwa kemantapan agregat memiliki hubungan yang kuat dengan porositas. Hasil uji regresi menunjukkan bahwa kemantapan agregat berpengaruh sebesar 0,76 terhadap nilai porositas tanah (Gambar 11).



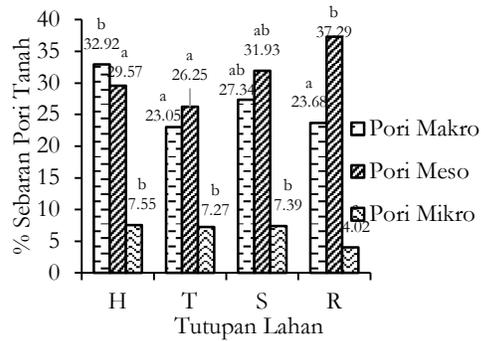
Gambar 11. Hubungan kemantapan agregat tanah dengan porositas.

Dariah *et al* (2004) menyebutkan bahwa tanah-tanah yang mudah terdispersi atau agregatnya tidak stabil menyebabkan pori-porinya tanah juga mudah hancur atau tertutup/tersumbat oleh liat atau debu (erosi internal), sehingga porositas tanahnya semakin rendah.

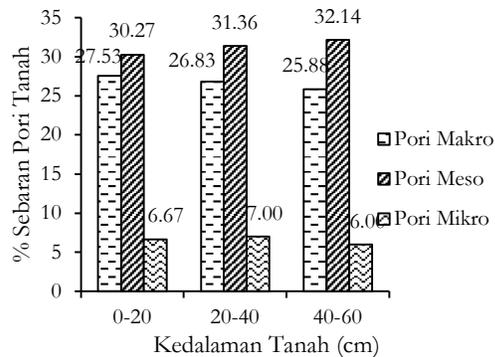
Sebaran pori tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis tutupan lahan berpengaruh sangat nyata terhadap persentase pori makro, pori meso, dan pori mikro tanah (Gambar 12). Distribusi ukuran pori merupakan kombinasi dari tekstur dan struktur tanah (Masria, 2015). Tanah-tanah yang didominasi fraksi pasir akan mempunyai pori makro (porous), tanah dengan dominasi debu akan banyak mempunyai pori meso (agak

porus), sementara tanah dengan fraksi liat akan mempunyai banyak pori mikro (kecil) atau tidak porous (Hanafiah, 2007). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kedalaman tanah tidak berpengaruh nyata terhadap sebaran pori tanah (Gambar 13).



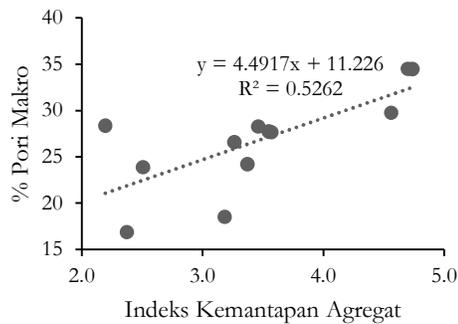
Gambar 12. Rata-rata sebaran pori tanah berdasarkan jenis tutupan lahan. H = Hutan, T = Tanaman hortikultura, S = Semak belukar, dan R = Padang rumput.



Gambar 13. Rata-rata sebaran pori tanah berdasarkan kedalaman tanah.

Khodijah dan Soemarno (2019) menyebutkan bahwa tekstur tanah mempengaruhi sebaran pori. Nilai sebaran partikel/ tekstur tanah yang sama pada berbagai kedalaman tanah menghasilkan sebaran pori yang sama pula pada berbagai kedalaman tanah. Hasil uji korelasi menunjukkan nilai 0,73 artinya bahwa semakin tinggi nilai kemantapan agregat semakin tinggi pula jumlah pori makro (Gambar 14). Berdasarkan uji regresi didapatkan hasil sebesar 0,53 artinya nilai kemantapan agregat berpengaruh sebesar 0,53 terhadap nilai pori

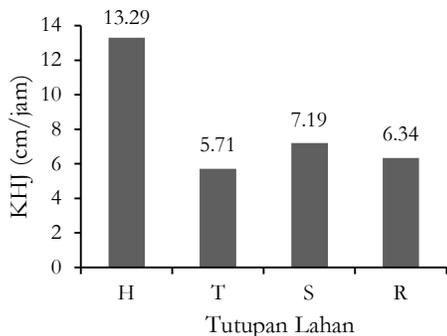
makro tanah. Refliaty dan Marpaung (2010) menyebutkan bahwa bahan organik di dalam tanah mempunyai efek pengikat yang baik terhadap partikel pembentuk agregat-agregat tanah dengan demikian membantu dalam pembentukan pori-pori makro dan mikro di dalam tanah. Agregat tanah yang stabil membentuk ruang-ruang antar agregat tanah/pori makro.



Gambar 14. Hubungan kemantapan agregat dan pori makro tanah.

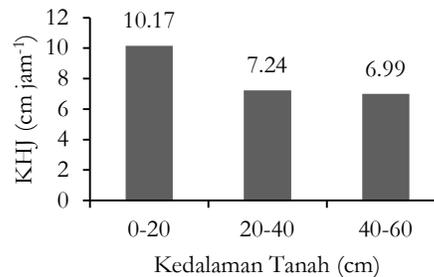
Konduktivitas hidraulis jenub (KHJ)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tutupan lahan berpengaruh sangat nyata terhadap KHJ tanah (Gambar 15). Berdasarkan uji lanjut Tukey's HSD 5% diketahui bahwa nilai KHJ pada tanah dengan tutupan tanaman hortikultura, semak belukar, dan padang rumput adalah tidak berbeda nyata. KHJ pada hutan berbeda nyata terhadap tanah dengan ketiga jenis tutupan lainnya.



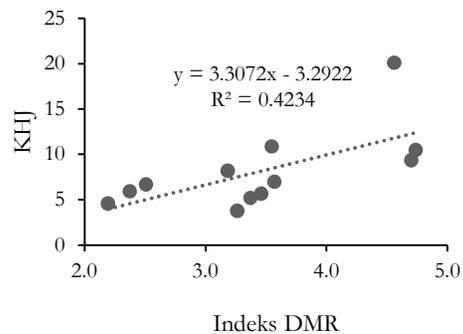
Gambar 15. Rata-rata KHJ berdasarkan jenis tutupan lahan. H = Hutan, T = Tanaman hortikultura, S = Semak belukar, dan R = Padang rumput.

Penelitian Mulyono *et al.* (2019) menunjukkan hasil tanah pada lokasi hutan sekunder memberikan tingkat permeabilitas tanah lebih cepat dibanding tipe penggunaan lain dengan kategori agak cepat seiring dengan tingginya kandungan bahan organik tanah. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kedalaman tanah tidak berpengaruh nyata terhadap nilai KHJ tanah (Gambar 16).



Gambar 16. Rata-rata KHJ berdasarkan kedalaman tanah.

Sifat-sifat fisik tanah yang mempengaruhi nilai KHJ adalah tekstur tanah dan porositas tanah. Nilai berat isi akan mempengaruhi porositas dan porositas akan mempengaruhi proses pergerakan air (Rosyidah dan Wirosoedarmo, 2013). Nilai porositas yang tidak berbeda pada berbagai kedalaman tanah menghasilkan nilai KHJ yang sama pula pada berbagai kedalaman tanah. Nilai KHJ diuji korelasinya dengan kemantapan agregat dan didapatkan nilai sebesar 0,65. Hasil uji regresi menunjukkan bahwa kemantapan agregat berpengaruh sebesar 0,42 terhadap nilai KHJ tanah (Gambar 17).



Gambar 17. Hubungan kemantapan agregat tanah dan KHJ tanah.

Permeabilitas atau KHJ tanah sangat dipengaruhi oleh karakteristik pori terutama kestabilan pori yang ditentukan oleh kestabilan agregat tanahnya. Tanah dengan agregat yang stabil memiliki nilai KHJ yang tinggi pula. Agregasi tanah banyak memengaruhi konduktivitas hidraulik jenuh. Pembentukan agregasi tanah akan membentuk ruang pori yang tinggi dan menyebabkan aliran air menjadi lebih baik (Prasetya *et al.*, 2012).

Kesimpulan

Jenis tutupan lahan memengaruhi nilai kemantapan agregat tanah, sedangkan kedalaman tanah tidak berpengaruh terhadap kemantapan agregat tanah. Sifat tanah yang memengaruhi kemantapan agregat meliputi bahan organik dan tekstur tanah. Bahan organik memengaruhi nilai kemantapan agregat sebesar 0,87. Partikel liat memengaruhi kemantapan agregat sebesar 0,56. Kemantapan agregat memengaruhi nilai porositas tanah, pori makro tanah, dan KHJ tanah berturut-turut sebesar 0,76; 0,53; dan 0,42.

Daftar Pustaka

- Arsyad, S. 2010. Konservasi Tanah dan Air. Bogor: IPB Press. pp 65-67.
- Dariah, A., Subagyo, H., Tafakresnanto, C. dan Marwanto, S. 2004. Kepekaan Tanah terhadap Erosi. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. pp 10-11.
- Foth, H. D. 1994. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Jakarta: Penerbit Erlangga. pp 34-37.
- Hanafiah, K. A. 2007. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Jakarta: Rajawali Pers. p 34.
- Hartono, R. 2016. Identifikasi bentuk erosi tanah melalui interpretasi citra Google Earth di Wilayah Sumber Brantas Kota Batu. Jurnal Pendidikan Geografi 21(1): 30-42.
- Isnawati, N. dan Listyarini, E. 2018. Hubungan antara kemantapan agregat dengan konduktivitas hidraulik jenuh tanah pada berbagai penggunaan lahan di Desa Tawang Sari Kecamatan Pujon, Malang. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan 5(1): 785-791.
- Jambak, M.K., Baskoro, D.P. dan Wahjunie, E.D. 2017. Karakteristik sifat fisik tanah pada sistem pengolahan tanah konservasi (Studi Kasus: Kebun Percobaan Cikabayan). Buletin Tanah dan Lahan 1(1): 44-50.
- Juarti. 2016. Analisis Indeks Kualitas Tanah Andisol pada Berbagai Penggunaan Lahan di Desa Sumber Brantas Kota Batu. Jurnal Pendidikan Geografi 21(2): 58-71.
- Khodijah, S. dan Soemarno. 2019. Studi Kemampuan Tanah Menyimpan Air Tersedia di Sentra Bawang Putih Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan 6(2): 1405-1414.
- Lusiana, N., Rahadi, B. dan Anugroho, F. 2017. Identifikasi kesesuaian penggunaan lahan pertanian dan tingkat pencemaran air sungai di DAS Brantas Hulu Kota Batu. Jurnal Teknologi Pertanian 18(2): 129-142.
- Masria, C. L., Zubair, H. dan Rasyid, B. 2015. Karakteristik pori dan hubungannya dengan permeabilitas pada tanah Vertisol asal Jeneponto Sulawesi Selatan. Ecosolum 7(1): 30-38.
- Mulyono, A., Lestiana, H. dan Fadilah, A. 2019. Permeabilitas tanah berbagai tipe penggunaan lahan di tanah aluvial pesisir DAS Cimanuk, Indramayu. Jurnal Ilmu Lingkungan 17: 1-6.
- Prasetya, B., Prijono, S. dan Widjiawati, Y. 2012. Vegetasi pohon hutan memperbaiki kualitas tanah Andisol-Ngabab. Indonesian Green Technology Journal 1: 1-6.
- Rahmah, S., Yusran, dan Umar, H. 2014. Sifat kimia tanah pada berbagai tipe penggunaan lahan di Desa Bobo Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi. Warta Rimba 2(1): 88-95.
- Refliaty, dan Marpaung, E.J. 2010. Kemantapan agregat Ultisol pada beberapa penggunaan lahan dan kemiringan Lereng. Jurnal Hidrolitan 1(2): 35-42.
- Rosyidah, E. dan Wirosodarmo, R. 2013. Pengaruh sifat fisik tanah pada konduktivitas hidrolis jenuh di 5 Penggunaan Lahan (Studi Kasus di Kelurahan Sumbersari Malang). Agritech 33(3): 340-345.
- Sylviani. 2008. Kajian distribusi biaya dan manfaat hutan lindung sebagai pengatur tata air. Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan 5(2): 95-109.
- Utaya, S. 2008. pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap sifat biofisik tanah dan kapasitas infiltrasi di Kota Malang. Forum Geografi 22: 99-112.
- Utomo, B.S., Nuraini, Y. dan Widianto. 2015. Kajian kemantapan agregat tanah pada pemberian beberapa jenis bahan organik di Perkebunan Kopi Robusta. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan 2(1): 111-117.
- Wirosodarmo, R., Haji, A.T.S. dan Zulfikar, F. 2016. Analisa perubahan tata guna lahan dan pengaruhnya terhadap pencemaran di Brantas Hulu, Kota Batu, Jawa Timur. Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan 3(1): 33-39.