

Analisis Kapasitas Infiltrasi pada Beberapa Tipe Lahan Tegalan di Kelurahan Sasa Kecamatan Ternate Selatan

Tri Mulya Hartati^{1*}, Amiruddin Teapon¹, Indah Wati¹, Urai Suci Yulies Vitri Indrawati²,
dan Krishna Aji¹

¹Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun, Indonesia
Jl. Pertamina Kampus II Unkhair Gambesi Kota Ternate Selatan 97719

²Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Pontianak,
Indonesia

*Alamat korespondensi: trimulyahartati@gmail.com

INFO ARTIKEL	ABSTRACT/ABSTRAK
Diterima: 24-05-2023 Direvisi: 05-11-2023 Dipublikasi: 31-12-2023	Analysis of infiltration capacity in several types of dry land in Sasa Village, South Ternate District
Keywords: Cumulative infiltration, Infiltration capacity, Soil characteristics	The development of dry land in Sasa Village, South Ternate District involves intensive tillage so that it has a loose soil structure with high porosity. Likewise, the natural condition of the soil, which has a clay and sandy texture, can cause an increase in the infiltration rate and also determine the availability of existing water. This study aimed to determine infiltration capacity, cumulative infiltration and soil characteristics that affect infiltration capacity. This study used a field experiment method using a double ring infiltrometer to measure the infiltration rate. Data analysis included actual infiltration rate, infiltration capacity and cumulative infiltration. The results showed that upland with minimum tillage (Tg-Otm) had a lower infiltration capacity compared to upland without tillage (Tg-Tot) and upland with intensive tillage (Tg-Oti), as well as the cumulative infiltration. This condition occurred because dry land with minimum tillage (Tg-Otm) had a rather fine soil texture, low soil organic matter, higher soil unit weight, lower particle density, moderate soil porosity, higher soil water content and a bit slow soil permeability.
Kata Kunci: Infiltrasi kumulatif, Kapasitas infiltrasi, Karakteristik tanah	Pengembangan lahan tegalan di Kelurahan Sasa Kecamatan Ternate Selatan melibatkan pengolahan tanah secara intensif sehingga memiliki struktur tanah yang renggang dengan porositas yang tinggi. Demikian juga dengan kondisi alami tanahnya yang bertekstur lempung dan berpasir dapat menyebabkan meningkatnya laju infiltrasi serta turut menentukan ketersediaan air yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas infiltrasi, infiltrasi kumulatif dan karakteristik tanah yang memengaruhi kapasitas infiltrasi. Penelitian ini menggunakan metode percobaan lapangan dengan menggunakan <i>double ring infiltrometer</i> dalam mengukur laju infiltrasi. Analisis data meliputi laju infiltrasi aktual, kapasitas infiltrasi dan infiltrasi kumulatif. Hasil penelitian menunjukkan lahan tegalan dengan olah tanah minimum (Tg-Otm) memiliki kapasitas infiltrasi lebih rendah dibandingkan dengan lahan tegalan tanpa olah tanah (Tg-Tot) dan lahan tegalan dengan olah tanah intensif (Tg-Oti), demikian juga dengan infiltrasi kumulatifnya. Kondisi tersebut terjadi karena lahan tegalan dengan olah tanah minimum (Tg-Otm) memiliki tekstur tanah agak halus, bahan organik tanah rendah, berat volume tanah lebih tinggi, berat jenis partikel lebih rendah, porositas tanah sedang, kadar air tanah lebih tinggi dan permeabilitas tanah agak lambat.

PENDAHULUAN

Bentang alam vulkanik banyak tersebar di seluruh wilayah di Indonesia (Ashari & Purwantara, 2022). Ternate merupakan salah satu wilayah yang memiliki bentang lahan vulkanik yang terletak di wilayah kepulauan bagian timur Indonesia dengan dominasi 71,1% bentuk lahan vulkanik untuk keseluruhan Pulau Ternate (Ikqra dkk., 2012). Bentang alam vulkanik memiliki ciri khas yakni banyak ditemukan proses geomorfik berupa erosi dan sedimentasi yang cenderung intensif sehingga berpengaruh terhadap kondisi sifat fisik tanah dan memicu kerusakan lahan dalam memproduksi biomassa. Infiltrasi merupakan salah satu sifat fisik yang berpengaruh terhadap fenomena tersebut.

Laju infiltrasi mengindikasikan proses hidrologi dalam mengendalikan erosi dan limpasan di permukaan tanah (Lozano-Baez *et al.*, 2019). Selain itu, infiltrasi juga merupakan salah satu indikator kunci yang berpengaruh terhadap produktivitas vegetasi di suatu wilayah. Namun demikian, setiap wilayah pada bentang alam vulkanik memiliki laju infiltrasi yang berbeda tergantung pada kondisi penggunaan lahan, pengelolaan lahan, keragaman jenis vegetasi hingga mikrofauna di dalamnya (Budianto dkk., 2014; Askoni & Sarminah, 2018). Hal serupa juga diutarakan oleh Wikantayasa dan Kusumandari (2022) serta Hidayat dkk. (2020) bahwa laju infiltrasi yang bergantung pada kondisi penggunaan lahan, kelerengan, dan kondisi iklim berpengaruh terhadap sifat fisikokimia tanah lainnya seperti tekstur tanah, berat jenis, porositas, stabilitas agregat, kelengasan, permeabilitas dan bahan organik. Di sisi lain, besar kecilnya efek pemanfaatan lahan terhadap infiltrasi juga ditentukan oleh pemanfaatan lahan itu sendiri (Sudarmanto dkk., 2014).

Kelurahan Sasa, Kecamatan Ternate Selatan, Kota Ternate, Maluku Utara merupakan salah satu

wilayah di Pulau Ternate yang memiliki penggunaan lahan yang beragam. Penggunaan lahan di wilayah ini didominasi oleh jenis tegalan. Aktivitas pertanian terutama budidaya tanaman pangan dan hortikultura di wilayah ini cukup intensif sehingga tanah cenderung memadat. Tanah yang cenderung memadat berdampak juga terhadap meningkatnya bobot isi dan porositas yang menjadi lebih rendah yang selanjutnya dapat berpengaruh terhadap laju infiltrasi air ke dalam tanah (Nurmegawati, 2011). Selain itu, tipe penggunaan lahan yang sama bahkan beragam dengan kombinasi bentuk lahan dan sifat tanah yang berbeda memiliki respon yang berbeda terhadap kapasitas infiltrasi tanah (Gan *et al.*, 2023). Penelitian serupa sudah dilaporkan namun pada bentang lahan karst (Le Mer *et al.*, 2021; Basset *et al.*, 2023). Hasil penelitian Fang *et al.* (2022) menunjukkan bahwa bobot isi dan porositas tanah menjadi faktor utama dalam kapasitas infiltrasi tanah. Tingkat bobot tanah yang rendah dan porositas tanah yang tinggi cenderung menghasilkan kapasitas tanah yang tinggi. Maka dari itu, pengukuran kapasitas infiltrasi menjadi penting untuk dianalisis pada tipe lahan tegalan di Kelurahan Sasa, Kecamatan Ternate Selatan, Kota Ternate, Maluku Utara.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli sampai September 2021 pada lahan tegalan di Kelurahan Sasa Kecamatan Ternate Selatan dengan luas areal 3,91 ha. Secara geografis lokasi penelitian terletak posisi geografis 0°45'22,95"N sampai 0°45'38,96"N dan 127°19'39,99"E sampai 127°19'47,93"E. Diskripsi lahan, luas dan koordinat pengambilan sampel dan instalasi *double ring* terdapat pada Tabel 1. Peta letak lokasi penelitian pada lahan tegalan di Kelurahan Sasa terdapat pada Gambar 1.

Tabel 1. Deskripsi lahan, luas dan koordinat lahan tegalan di Kelurahan Sasa Kecamatan Ternate Selatan

Tipe lahan tegalan	Koordinat		Luas (ha)
	Lintang Utara	Bujur Timur	
Lahan tegalan dengan olah tanah minimum (Tg-Otm)	0°45'38.96"N	127°19'39.99"E	0,19
Lahan tegalan tanpa olah tanah (Tg-Tot)	0°45'24.88"N	127°19'47.93"E	0,17
Lahan tegalan dengan olah tanah intensif (Tg-Oti)	0°45'22.95"N	127°19'42.44"E	3,55

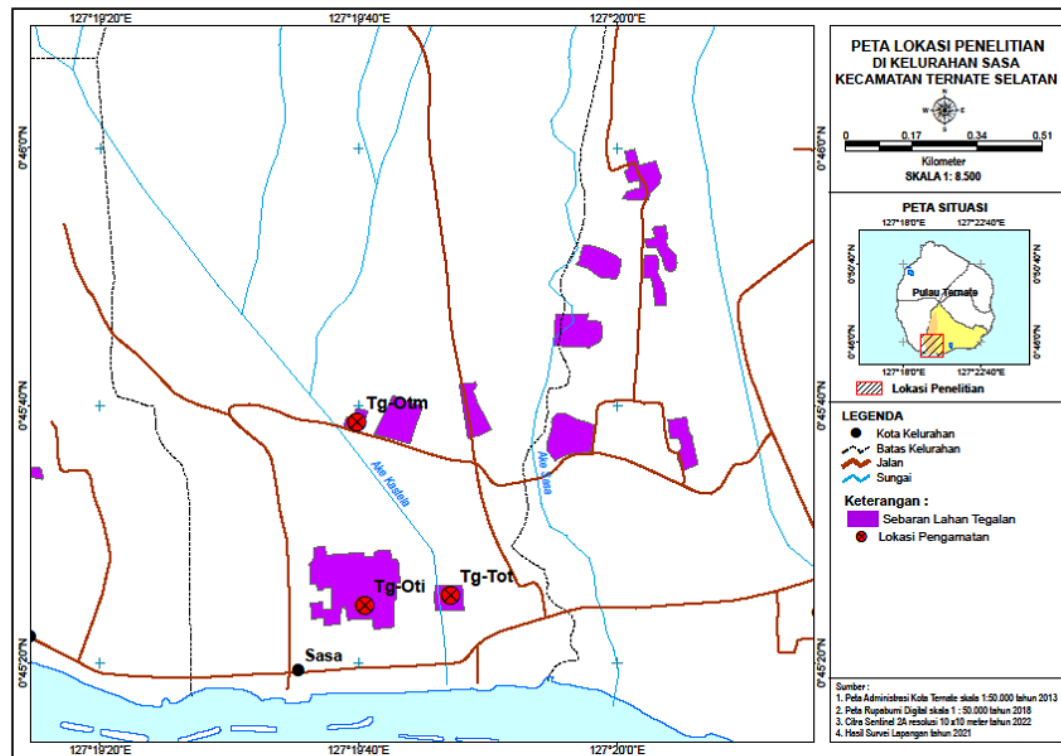
Sumber: Pengambilan posisi lokasi 2021.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *double ring infiltrometer*, *stopwatch* dan peralatan lainnya serta bahan air dan sampel tanah

dari lapangan. Penelitian terbagi atas dua tahapan kegiatan yaitu pengukuran infiltrasi dan pengambilan sampel tanah. Pengukuran infiltrasi diawali dengan

memasang *double ring infiltrometer*, memasang mistar baja ukuran 30 cm di dalam ring kecil sebagai alat pengukur tinggi penurunan muka air. Kegiatan selanjutnya mengisi air pada ring besar hingga penuh dan mengisi air pada ring kecil, mencatat tinggi

permukaan air awal pada mistar dan menghidupkan *stopwatch* dan melaksanakan pengukuran penurunan tinggi muka air pada selang waktu setiap 2-5 menit hingga mencapai laju infiltrasi konstan.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian pada lahan tegalan di Kelurahan Sasa.

Pengambilan sampel tanah menggunakan metode standar USDA *Field Book Procedures for Describing and Sampling Soils* (Schoeneberger *et al.*, 2012). Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan pengambilan secara terusik dan tidak terusik pada kedalaman efektif (0–40 cm). Analisis sampel tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Khairun Ternate dan Laboratorium Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar. Sifat-sifat tanah yang dianalisis meliputi:

1. Tekstur tanah, dianalisis dengan menggunakan metode pipet
2. Kadar air tanah, dianalisis dengan menggunakan metode Gravimetrik
3. *Bulk density*, dianalisis dengan menggunakan metode ring
4. *Partikel density*, dianalisis dengan menggunakan metode Piknometer
5. Porositas tanah, ditentukan dengan perhitungan menggunakan formula sebagai berikut:
$$n = (1 - BD/PD) \times 100\%$$

Keterangan:

n = Porositas

BD = *Bulk Density*

PD = *Partikel Density*

6. Permeabilitas tanah, dianalisis dengan menggunakan metode Constant Head
7. Bahan organik tanah, dianalisis dengan menggunakan metode Walkley and Black.

Analisis data pada penelitian ini perhitungan laju infiltrasi aktual, kapasitas infiltrasi dan infiltrasi kumulatif. Laju infiltrasi aktual dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$I = \frac{\text{depth (cm)}}{t}$$

Keterangan:

I = laju infiltrasi aktual

depth = laju masukan air kumulatif (cm)

t = interval waktu (menit)

Kapasitas infiltrasi (f) dan infiltrasi kumulatif (F) menggunakan persamaan Horton (1941) sebagai berikut:

$$f(t) = f_c + (f_o - f_c) \times e^{-kt}$$

$$F(t) = f_c \times t + \frac{(f_o - f_c)}{k} \times (1 - e^{-kt})$$

Keterangan:

$f(t)$ = kapasitas infiltrasi pada suatu waktu (cm/jam)

$F(t)$ = Infiltrasi kumulatif (cm/jam)

f_c = kapasitas infiltrasi konstan (cm/jam)

f_o = kapasitas infiltrasi awal (cm/jam)

e = bilangan dasar napierian (2,71828)

k = konstanta suatu jenis tanah

t = waktu (jam)

Model Horton merupakan salah satu model yang terkenal dan terbaik dalam bidang hidrologi (Setiawan dkk., 2022). Model ini sejak pertama kali ditemukan dianggap tepat dan dapat mewakili proses infiltrasi sehingga banyak digunakan dalam penelitian dan kajian hidrologi. Klasifikasi tingkat laju infiltrasi yang didasarkan pada nilai laju infiltrasi konstan menurut Scott (2000) terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi laju infiltrasi konstan beberapa tipe tanah

Laju infiltrasi (cm/jam)	Klasifikasi infiltrasi	Tipe tanah
> 2,0	Tinggi	Pasir
1,0 – 2,0	Agak Tinggi	Tanah berpasir dan berdebu
0,5 – 1,0	Sedang	Tanah berlempung
0,1 – 0,5	Rendah	Tanah berliat
< 0,1	Sangat Rendah	Tanah liat sodik

Sumber: Scott (2000)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Fisik Lahan

Secara umum Kelurahan Sasa Kecamatan Ternate Selatan, Kota Ternate merupakan wilayah tropis basah dengan curah hujan tahunan > 2000 mm/tahun. Berdasarkan data Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Meteorologi Babullah Ternate 10 tahun terakhir (2011-2020) tercatat jumlah curah hujan tahunan sebanyak 2.221,2 mm/tahun, dengan rata-rata hari hujan sebanyak 17 hari per bulan, temperatur udara sebanyak 27,2°C, kelembaban udara sebanyak 82,3% dan penyinaran matahari sebanyak 62,0%. Klasifikasi iklim menurut Schmidt dan Ferguson (1951) tergolong iklim basah (B) dengan rata-rata bulan kering (CH < 60 mm) sebanyak 2,4 bulan dan bulan

basah (CH > 100 mm) sebanyak 8,7 bulan dengan indeks Q sebesar 27,6%.

Kondisi geologi di wilayah penelitian terdapat dua formasi geologi yaitu endapan lahar (Gtla) dengan dan endapan aluvium (al). Secara topografi letak Tg-Otm pada lereng agak miring (8-15%), Tg-Tot dan Tg-Oti terletak pada lereng datar (0-3%). Jenis tanah pada Tg-Otm diklasifikasikan sebagai jenis tanah Kambisol (*Inceptisols*), sementara pada Tg-Tot dan Tg-Oti diklasifikasikan sebagai tanah Regosol (*Entisols*).

Karakteristik Tanah

Karakteristik tanah yang memengaruhi laju dan kapasitas infiltrasi di lahan tegalan Kelurahan Sasa meliputi:

1) Tekstur tanah

Tekstur tanah menunjukkan kasar atau halusnya suatu tanah yang dinyatakan dalam perbandingan relatif presentase fraksi-fraksi pasir, debu dan liat. Tekstur tanah hasil analisis pada lahan tegalan dengan olah tanah minimum (Tg-Otm) cenderung didominasi oleh tanah bertekstur halus, lahan tegalan tanpa olah tanah (Tg-Tot) memiliki dominasi tekstur yang berbeda pada *topsoil* dan berangsur pada *subsoil*nya. Lapisan *topsoil* didominasi oleh tanah bertekstur agak halus dilanjutkan di *subsoil* dengan tekstur yang cenderung didominasi oleh tanah bertekstur kasar. Sementara lahan tegalan dengan olah tanah intensif (Tg-Oti) memiliki tekstur yang berangsur. Tekstur tanah di *topsoil* didominasi oleh tanah bertekstur agak halus dan *subsoil*nya cenderung didominasi oleh tanah bertekstur kasar (Tabel 3). Tekstur tanah memengaruhi laju infiltrasi disebabkan karena pengaruh daya ikat antara partikel tanah dengan air, dan keadaan pori pada masing-masing kelas tekstur tanah. Tanah dominan fraksi liat memiliki daya ikat terhadap air lebih tinggi dibandingkan tanah yang didominasi fraksi pasir. Tanah bertekstur pasir memiliki didominasi pori-pori tanah berukuran besar dibandingkan tanah bertekstur liat. Oleh sebab itu kapasitas infiltrasi pada tanah pasir jauh lebih besar dari pada tanah liat (Achmad, 2011).

2) Bahan organik tanah

Bahan organik tanah (C-organik) pada lahan tegalan di Kelurahan Sasa hasil analisis cenderung berjumlah sedang pada lapisan permukaan dan semakin dalam lapisan tanah semakin rendah bahan organik tanah. Hasil analisis bahan organik tanah di lokasi penelitian terdapat pada Tabel 3. Data pada Tabel 3 menunjukkan rata-rata bahan organik tanah

pada lahan tegalan dengan olah tanah minimum (Tg-Otm) tergolong rendah (1,77%), lahan tegalan tanpa olah tanah (Tg-Tot) tergolong sedang (2,15%) dan lahan tegalan dengan olah tanah intensif (Tg-Oti) tergolong rendah (1,62%). Menurut Dipa dkk. (2021), kandungan bahan organik mempunyai pengaruh yang besar terhadap laju infiltrasi, kandungan bahan organik cenderung meningkatkan laju infiltrasi dan sebaliknya. Bahan organik tanah berperan penting dalam meningkatkan kemandirian agregat tanah, memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan daya pegang air oleh tanah (Hasibuan, 2006; Tawakal & Lesmana, 2022).

3) Berat volume, berat jenis partikel dan porositas tanah

Berat volume dan berat jenis partikel tanah merupakan komponen fisik tanah yang juga berhubungan dengan porositas tanah. Berat volume tanah terbagi menjadi dua komponen volume padatan dan volume pori tanah. Menurut Widiyanto (2003) dalam Budianto dkk. (2014) peningkatan nilai berat volume tanah ditandai dengan penurunan porositas tanah. Penurunan porositas tanah menyebabkan tanah menjadi padat karena berkurangnya ruang pori makro. Berkurangnya ruangan pori makro mengakibatkan penurunan masuknya air ke dalam tanah, penurunan kapasitas menahan air dan kemampuan tanah untuk melewati air (daya hantar air) (Yuda dkk., 2022). Data analisis berat volume, berat jenis partikel dan porositas tanah pada berbagai tipe lahan tegalan terdapat pada Tabel 3.

Data pada Tabel 3 menunjukkan berat volume tanah hasil analisis pada lahan tegalan dengan olah tanah minimum (Tg-Otm) berkisar antara 1,06 g/cm³ sampai 1,25 g/cm³. Pada lahan tegalan tanpa olah tanah (Tg-Tot) diperoleh berat volume antara 1,04 g/cm³ sampai 1,19 g/cm³. Sementara itu, pada lahan tegalan dengan olah tanah intensif (Tg-Oti) diperoleh berat volume antara 1,06 g cm⁻³ sampai 1,17 g cm⁻³. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata berat volume tanah pada Tg-Otm lebih tinggi dibandingkan dengan pada Tg-Tot dan Tg-Oti. Musdalipa dkk. (2018) menyebutkan untuk satu jenis tanah yang sama dengan kepadatan yang berbeda akan mempunyai laju infiltrasi yang berbeda pula yaitu semakin padat maka semakin kecil laju infiltrasinya.

Berat jenis partikel tanah berdasarkan hasil analisis pada Tg-Otm berkisar antara 2,02 g/cm³ sampai 2,22 g/cm³ dengan rata-rata 2,12 g/cm³. Pada Tg-Tot diperoleh berat jenis tanah antara 2,22 g/cm³ sampai 2,38 g/cm³ dengan rata-rata 2,32 g/cm³.

Sementara pada Tg-Oti berkisar antara 2,20 g/cm³ sampai 2,44 g/cm³ dengan rata-rata 2,34 g/cm³. Hasil tersebut menunjukkan rata-rata berat jenis partikel tanah pada Tg-Oti lebih tinggi dibandingkan dengan pada Tg-Tot dan Tg-Otm. Nilai berat jenis tanah bergantung pada kandungan humus dan mineral tanah (Blake, 2008).

Nilai porositas tanah berdasarkan hasil analisis diperoleh pada Tg-Otm berkisar antara 39,0% (rendah) sampai 49,8% (sedang) dengan rata-rata 45,5% (sedang). Pada Tg-Tot diperoleh antara 47,6% (sedang) sampai 56,2% (agak tinggi) dengan rata-rata 51,9% (agak tinggi). Sementara itu, pada Tg-Oti diperoleh antara 50,8% sampai 54,7% (agak tinggi) dengan rata-rata 52,4% (agak tinggi). Porositas tanah tertinggi terdapat pada Tg-Oti, sedangkan pada Tg-Tot dan Tg-Otm porositasnya lebih rendah. Menurut Penhen dkk. (2022), nilai porositas akan menurunkan laju infiltrasi dan permeabilitas tanah, kondisi ini disebabkan oleh rendahnya kandungan bahan organik tanah, sehingga meningkatkan bobot isi tanah yang berdampak terhadap ruang pori dalam tanah yang cenderung kecil.

4) Kadar air dan permeabilitas tanah

Kadar air tanah dan permeabilitas tanah merupakan kondisi fisik tanah yang memengaruhi kecepatan resapan air ke dalam tanah. Kadar air tanah hasil analisis pada lahan tegalan dengan olah tanah minimum (Tg-Otm) berkisar antara 50,7–53,5% dengan rata-rata 52%. Pada lahan tegalan tanpa olah tanah (Tg-Tot) diperoleh kadar air tanah antara 38,7–54,3% dengan rata-rata 48,3%. Sementara pada lahan tegalan dengan olah tanah intensif (Tg-Oti) diperoleh kadar air tanah antara 35,3–53,5% dengan rata-rata 47,4%. Kadar air tanah tertinggi terdapat pada Tg-Otm, kondisi ini menyebabkan laju infiltrasinya lebih rendah dibandingkan pada Tg-Tot dan Tg-Oti. Hal ini sejalan dengan Dermawan dkk. (2022) yang menyebutkan bahwa kadar air tanah juga merupakan salah satu faktor yang memengaruhi infiltrasi, selain dalamnya genangan di atas permukaan tanah, pemampatan oleh curah hujan, dan tumbuh-tumbuhan. Data analisis kadar air tanah dan permeabilitas tanah terdapat pada Tabel 3.

Permeabilitas adalah kemampuan tanah dalam meloloskan air, semakin tinggi nilai permeabilitas tanah maka akan diikuti oleh kenaikan laju infiltrasi (Budianto dkk., 2014). Hasil analisis terhadap permeabilitas tanah diperoleh kelas permeabilitas sangat lambat (0,03 cm/jam) sampai agak lambat (1,75 cm/jam) tergolong agak lambat (0,67 cm/jam) pada Tg-Otm. Pada Tg-Tot diperoleh kelas permeabilitas

sedang (5,68 cm/jam) sampai cepat (15,43 cm/jam) dengan agak cepat (11,3 cm/jam), dan pada Tg-Oti juga diperoleh kelas permeabilitas sedang (4,70

cm/jam) sampai cepat (17,75 cm/jam) tergolong agak cepat (8,85 cm/jam).

Tabel 3. Karakteristik fisikokimia tanah

Tipe lahan tegalan	Lapisan dan kedalaman (cm)	Kadar air tanah (%)	Sifat fisik								Sifat kimia			
			Tekstur (%)			Kelas tekstur	BV (g/cm³)	BJ (g/cm³)	Porositas (n)		Permeabilitas (cm/jam)	Kelas	C-organik (%)	Kelas
			Pasir	Debu	Liat				% Pori	Kelas				
Tg-Otm	I (0 – 22)	51,0	32	36	32	Lempung berliat (CL)	1,06	2,11	49,8	Sedang	1,75	Agak Lambat	2,78	Sedang
	II (22 – 50)	52,5	22	35	43	Liat (C)	1,23	2,02	39,0	Rendah	0,25	Lambat	1,68	Rendah
	III (50 – 86)	53,5	27	26	47	Liat (C)	1,25	2,13	41,1	Sedang	0,03	Sangat lambat	1,80	Rendah
	IV (86 – 105)	50,7	23	54	23	Lempung berdebu (CL)	1,13	2,22	49,4	Sedang	1,04	Agak lambat	1,56	Rendah
	V (105 – 145)	52,1	40	24	37	Lempung berliat (CL)	1,09	2,12	48,3	Sedang	0,29	Lambat	1,03	Rendah
Tg-Tot	I (0 – 30)	54,3	61	12	27	Lempung Liat berpasir (SCL)	1,16	2,22	47,6	Sedang	14,67	Cepat	2,65	Sedang
	II (30 – 51)	38,7	86	12	2	Pasir berlempung (LS)	1,19	2,33	48,8	Sedang	15,43	Cepat	2,24	Sedang
	III (51 – 85)	50,7	56	34	11	Lempung berpasir (SL)	1,04	2,38	56,2	Agak tinggi	9,52	Agak cepat	2,06	Sedang
	IV (85 – 140)	49,3	61	23	16	Lempung berpasir (SL)	1,05	2,33	54,8	Agak tinggi	5,68	Sedang	1,66	Rendah
Tg-Oti	I (0 – 33)	53,5	42	49	9	Lempung (L)	1,07	2,20	51,4	Agak tinggi	4,70	Sedang	2,26	Sedang
	II (33 – 55)	48,3	67	18	15	Lempung berpasir (SL)	1,15	2,33	50,8	Agak tinggi	7,71	Agak cepat	1,71	Rendah
	III (55 – 71)	49,7	67	30	3	Lempung berpasir (SL)	1,13	2,50	54,7	Agak Tinggi	8,37	Agak cepat	1,48	Rendah
	IV (71 – 100)	50,4	41	47	11	Lempung (L)	1,06	2,20	52,0	Agak tinggi	5,72	Sedang	1,38	Rendah
	V (100 – 130)	35,3	80	15	5	Pasir berlempung (LS)	1,17	2,44	51,9	Agak tinggi	17,75	Cepat	1,26	Rendah

Laju Infiltrasi Aktual

Hasil pengukuran pada Tg-Otm diperoleh laju infiltrasi aktual sebesar 0,86 cm/menit dan mencapai konstan pada waktu 60 menit dengan laju infiltrasi konstan (fc) sebesar 0,02 cm/menit. Pengukuran pada Tg-Tot diperoleh laju infiltrasi aktual sebesar 3,75 cm/menit dan mencapai konstan pada waktu 36 menit dengan laju infiltrasi konstan (fc) sebesar 0,50 cm/menit. Sementara pada Tg-Oti diperoleh laju

infiltrasi aktual sebesar 3,55 cm/menit dan mencapai konstan pada waktu 32 menit dengan laju infiltrasi konstan (fc) sebesar 0,65 cm/menit.

Laju infiltrasi aktual dari masing-masing lahan tegalan, kemudian dibuat kurva regresi hubungan antara logaritma laju infiltrasi dikurangi laju infiltrasi konstan $[\ln(f-f_c)]$ dengan waktu (t). Data hasil analisis regresi hubungan laju infiltrasi dengan waktu pada masing-masing lokasi terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Model regresi linier laju infiltrasi pada lahan tegalan di Kelurahan Sasa Kecamatan Ternate Selatan

Tipe lahan tegalan	Model regresi linier	Koefisien determinasi (R ²)
Lahan tegalan dengan olah tanah minimum (Tg-Otm)	$y = -0,072x + 0,3846$	R ² = 0,9091
Lahan tegalan tanpa olah tanah (Tg-Tot)	$y = -0,0788x + 1,0884$	R ² = 0,9550
Lahan tegalan dengan olah tanah intensif (Tg-Oti)	$y = -0,1014x + 1,2537$	R ² = 0,9751

Sumber: Hasil analisis data 2021.

Model persamaan regresi Tabel 4, variabel Y merupakan kapasitas infiltrasi (f) dan variabel X merupakan waktu (t). Model regresi yang dihasilkan

memperlihatkan adanya pengaruh waktu terhadap kapasitas infiltrasi dengan nilai koefisien determinasi (R²) diatas 90%. Model persamaan regresi tersebut

dianggap sangat memadai dalam mengembangkan persamaan kapasitas infiltrasi Horton (1939). Penyusunan persamaan kapasitas infiltrasi Horton (1939) membutuhkan nilai kapasitas infiltrasi awal (f_0) yang dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$f_0 = e^{\ln(f-f_c)} + f_c$$

Keterangan:

f_0 = kapasitas infiltrasi awal (cm menit⁻¹)

e = bilangan dasar napierian (2,71828)

f_c = kapasitas infiltrasi konstan (cm menit⁻¹)

$\ln(f-f_c)$ = diperoleh dari regresi linier

Berdasarkan hasil analisis pada Tg-Otm diperoleh kapasitas infiltrasi awal (f_0) sebesar 1,49 cm/menit, kemudian pada Tg-Tot diperoleh kapasitas infiltrasi awal sebesar 3,47 cm/menit dan pada Tg-Oti diperoleh kapasitas infiltrasi awal sebesar 4,15 cm/menit. Nilai kapasitas infiltrasi awal (f_0), kapasitas infiltrasi konstan (f_c) dan konstansa jenis tanah (k) yang dihasilkan dari persamaan regresi (Tabel 3) digunakan untuk menyusun persamaan infiltrasi Horton (1939) dari masing-masing lahan tegalan pada Tabel 5.

Tabel 5. Formula perhitungan kapasitas infiltrasi dan infiltrasi kumulatif

Tipe lahan tegalan	Parameter Horton			Kapasitas infiltrasi (f)	Infiltrasi kumulatif (F)
	f_0	F_c	k^*		
Tg-Otm	1,49	0,02	0,072	$f(t) = 0,02 + (1,489 - 0,02) e^{-0,072t}$	$F(t) = 0,02t + \frac{(1,489 - 0,02)}{0,072} (1 - e^{-0,072t})$
Tg-Tot	3,47	0,50	0,079	$f(t) = 0,50 + (3,470 - 0,50) e^{-0,079t}$	$F(t) = 0,50t + \frac{(3,470 - 0,50)}{0,079} (1 - e^{-0,079t})$
Tg-Oti	4,15	0,65	0,101	$f(t) = 0,65 + (4,153 - 0,65) e^{-0,101t}$	$F(t) = 0,65t + \frac{(4,153 - 0,65)}{0,101} (1 - e^{-0,101t})$

Sumber: Hasil analisis data 2021. Keterangan: k = konstanta jenis tanah, f_c = kapasitas infiltrasi konstan (cm/menit), f_0 = kapasitas infiltrasi awal (cm/menit), e = nilai konstanta (2,71828), t = waktu (menit).

Kapasitas Infiltrasi

Kapasitas infiltrasi (f) dalam waktu satu (1) jam pada lahan tegalan di Kelurahan Sasa hasil analisis bervariasi tergantung tipe lahan tegalan dan karakteristik tanah pada masing-masing lahan tegalan. Hasil analisis pada lahan tegalan dengan olah tanah minimum (Tg-Otm) diperoleh kapasitas

infiltrasi sebesar 0,04 cm/jam, pada lahan tegalan tanpa olah tanah (Tg-Tot) diperoleh kapasitas infiltrasi sebesar 0,53 cm/jam dan pada lahan tegalan dengan olah tanah intensif (Tg-Oti) diperoleh kapasitas infiltrasi sebesar 0,66 cm/jam. Data kapasitas infiltrasi pada berbagai tipe lahan tegalan terdapat pada Tabel 6.

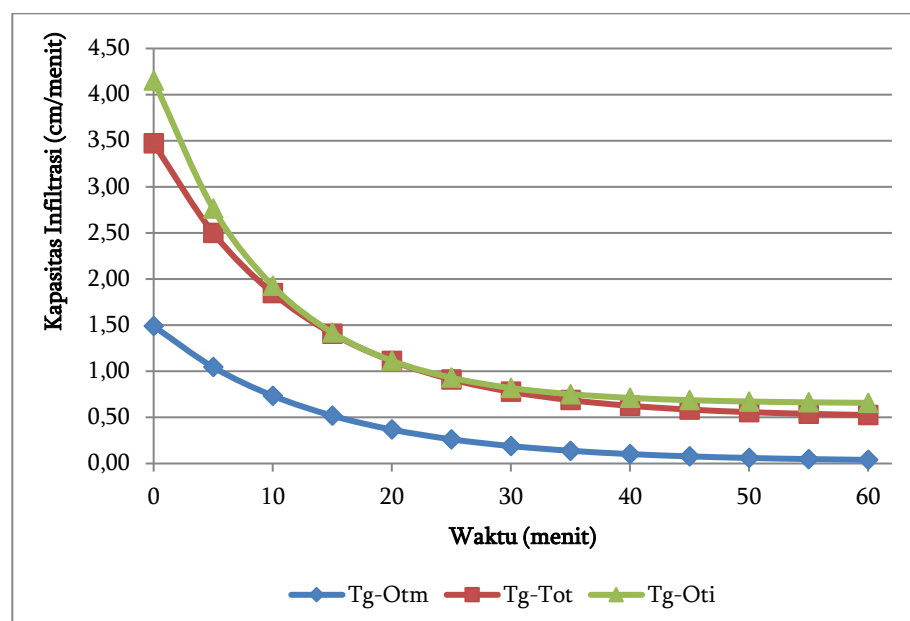
Tabel 6. Kapasitas infiltrasi Horton (f) pada tipe lahan tegalan di Kelurahan Sasa Kecamatan Ternate Selatan

No	Waktu (t)	Kapasitas infiltrasi (f)			Infiltrasi kumulatif (F)		
		Tg-Otm	Tg-Tot	Tg-Oti	Tg-Otm	Tg-Tot	Tg-Oti
1	0	1,49	3,47	4,15	-	-	-
2	5	1,04	2,50	2,76	6,27	14,77	17,00
3	10	0,74	1,85	1,93	10,67	25,53	28,55
4	15	0,52	1,41	1,42	13,77	33,60	36,81
5	20	0,37	1,11	1,11	15,97	39,85	43,08
6	25	0,26	0,91	0,93	17,53	44,88	48,16
7	30	0,19	0,78	0,82	18,65	49,08	52,51
8	35	0,14	0,69	0,75	19,46	52,73	56,42
9	40	0,10	0,63	0,71	20,06	56,00	60,07
10	45	0,08	0,58	0,69	20,50	59,02	63,56
11	50	0,06	0,56	0,67	20,85	61,87	66,96
12	55	0,05	0,54	0,66	21,11	64,61	70,30
13	60	0,04	0,53	0,66	21,33	67,27	73,60

Sumber: Hasil analisis data 2021.

Kelas tekstur tanah yang cenderung agak halus hingga halus pada Tg-Otm, menyebabkan kapasitas infiltrasi lebih rendah dibandingkan Tg-Tot dan Tg-Oti. Data analisis tekstur tanah pada lahan tegalan terdapat pada Tabel 6. Tabel 6 menunjukkan bahwa pada lahan tegalan dengan olah tanah minimum (Tg-Otm) memiliki nilai kapasitas infiltrasi lebih rendah dibandingkan pada lahan tegalan tanpa olah tanah (Tg-Tot) dan lahan tegalan dengan olah tanah intensif (Tg-Oti). Rendahnya laju infiltrasi tanah pada Tg-Otm lebih disebabkan karena lahan ini memiliki kondisi tekstur tanah yang didominasi oleh fraksi liat,

kemudian struktur tanahnya yang padat serta porositas tanah yang cenderung sedang. Sementara itu, pada Tg-Tot memiliki tanah dengan tekstur berpasir, struktur remah dan porositas yang tinggi sehingga secara alami berpotensi meningkatkan laju infiltrasi. Demikian juga pada Tg-Oti dimana selain dilakukan pengolahan tanah secara intensif, kondisi tekstur tanah berpasir, struktur remah dan porositas yang tinggi sehingga menyebabkan laju infiltrasi lebih besar. Grafik kapasitas infiltrasi pada berbagai tipe lahan tegalan terdapat pada Gambar 2.



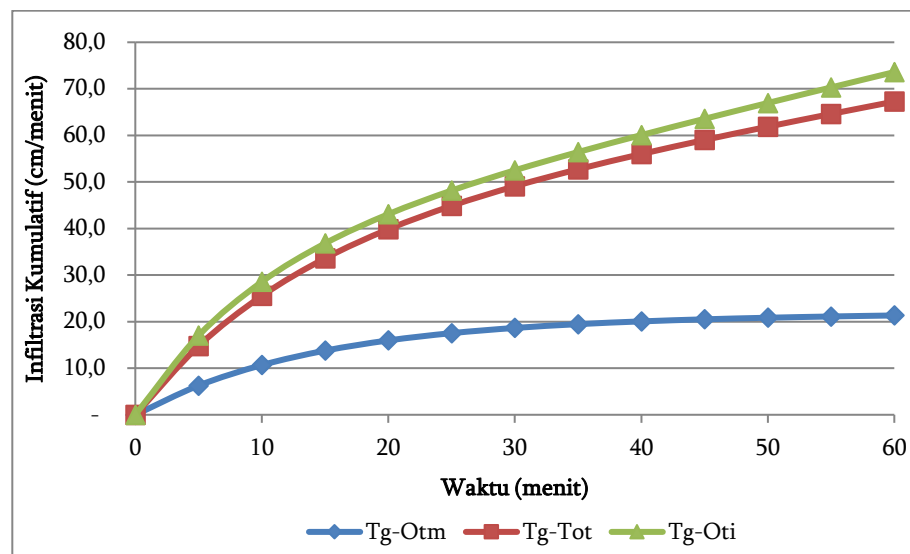
Gambar 2. Grafik kapasitas infiltrasi pada tipe lahan tegalan di Kelurahan Sasa.

Infiltrasi Kumulatif

Infiltrasi kumulatif (F) merupakan jumlah air secara keseluruhan yang terinfiltrasi ke dalam tanah mencapai kapasitas infiltrasi konstan. Infiltrasi kumulatif biasanya berbanding terbalik dengan kapasitas infiltrasi (f). Pada awal terjadinya infiltrasi jumlah air meresap ke dalam tanah relatif masih sedikit dan semakin banyak pada saat terjadinya infiltrasi konstan. Perhitungan pada Tabel 6 tampak bahwa besarnya infiltrasi kumulatif berdasarkan hasil perhitungan selama satu jam diperoleh jumlah air maksimum pada tegalan dengan olah tanah minimum (Tg-Otm) sebanyak 21,33 cm/jam, pada lahan tegalan tanpa olah tanah (Tg-Tot) sebanyak 67,27 cm/jam dan pada lahan tegalan dengan olah tanah intensif (Tg-Oti) sebanyak 73,60 cm/jam. Dari data tersebut,

menunjukkan infiltrasi kumulatif pada Tg-Oti lebih banyak dibandingkan pada Tg-Tot dan Tg-Otm. Grafik infiltrasi kumulatif dari berbagai tipe lahan tegalan di Kelurahan Sasa terdapat pada Gambar 3.

Pemahaman tentang penilaian infiltrasi pada suatu daerah diperlukan untuk menjaga siklus hidrologi di dalam tubuh tanah dan mengindikasikan kebutuhan air bagi aktivitas pertanian. Penilaian ini berkaitan erat dengan mengetahui tingkat kebutuhan air bagi vegetasi dalam proses transpirasi dan evaporasi. Penilaian infiltrasi juga dapat menjadi indikator untuk memprediksi kebutuhan air ketika terjadi kekeringan akibat kemarau panjang hingga mampu mengindikasikan untuk pencegahan tingkat bahaya erosi dan bencana banjir di suatu wilayah.



Gambar 3. Grafik infiltrasi kumulatif pada tipe lahan tegalan di Kelurahan Sasa.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan pada beberapa tipe lahan tegalan Kelurahan Sasa disimpulkan kapasitas infiltrasi pada lahan tegalan dengan olah tanah minimum (Tg-Otm) lebih rendah (0,04 cm/jam), dibandingkan lahan tegalan tanpa olah tanah (Tg-Tot) yang mencapai 0,53 cm/jam dan lahan tegalan dengan olah tanah intensif (Tg-Oti) yang mencapai 0,66 cm/jam. Demikian pula infiltrasi kumulatifnya pada Tg-Otm lebih rendah yaitu 21,33 cm/jam, dibandingkan dengan Tg-Tot yaitu sebanyak 67,27 cm/jam dan Tg-Oti yaitu sebanyak 73,60 cm/jam. Rendahnya nilai kapasitas infiltrasi pada Tg-Otm disebabkan karena pada lokasi ini memiliki tekstur tanah agak halus, bahan organik tanah rendah, berat volume tanah lebih tinggi, berat jenis partikel lebih rendah, porositas tanah sedang, kadar air tanah lebih tinggi dan permeabilitas tanah agak lambat.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, M. 2011. Hidrologi Teknik. Keteknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Hassanuddin. Makassar.
- Ashari, A, dan S Purwantara. 2022. Bentanglahan Vulkanik Indonesia: Aspek Fisikal dan Kultural. UNY Press. Yogyakarta.
- Askoni, dan S Sarminah. 2018. Laju infiltrasi dan permeabilitas pada beberapa tutupan lahan di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman Samarinda. Ulin: Jurnal Hutan Tropis. 2(1): 6–15.
- Basset, C, MA Najm, T Ghezzehei, X Hao, and A Daccache. 2023. How does soil structure affect water infiltration? A meta-data systematic review. *Soil & Tillage Research*. 226: 105577. DOI: 10.1016/j.still.2022.105577.
- Blake, GR. 2008. Particle density. Pp. 504–505 *In* Encyclopedia of Soil Science (W Chesworth, Ed.). Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer. Dordrecht.
- Budianto, PTH, R Wirosoedarmo, dan B Suharto. 2014. Perbedaan laju infiltrasi pada lahan hutan tanaman industri pinus, jati dan mahoni. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 1(2): 15–24.
- Dermawan, DA, D Harisuseno, dan JS Fidari. 2022. Estimasi laju infiltrasi berdasarkan kadar air, porositas, dan komposisi tanah di Sub DAS Lesti. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*. 2(2): 352–352.
- Dipa, H, M Fauzi, dan YL Handayani. 2021. Analisis tingkat laju infiltrasi pada daerah aliran sungai (DAS) Sail. *Jurnal Teknik*. 15(1): 18–25.
- Fang, Q, L Zhao, R Hou, C Fan, and J Zhang. 2022. Rainwater transformation to runoff and soil loss at the surface and belowground on soil-mantled karst slopes under rainfall simulation experiments. *Catena*. 215(3-4):106316. DOI: 10.1016/j.catena.2022.106316.
- Gan, F, H Shi, J Gou, L Zhang, and C Liu. 2023. Effects of bedrock strata dip on soil infiltration capacity under different land use types in a karst trough valley of Southwest China. *Catena*. 230: 107253. DOI: 10.1016/j.catena.2023.107253.

- Hasibuan, BE. 2006. Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian USU. Medan.
- Hidayat, A, Badaruddin, dan A Yamani. 2020. Analisis laju dan besarnya volume infiltrasi pada berbagai tutupan lahan di daerah aliran sungai (DAS) Maluka. *Jurnal Sylva Scientee*. 2(5): 785–791.
- Horton, RE. 1939. Analysis of runoff-plat experiments with varying infiltration-capacity. *Eos, Transactions American Geophysical Union*. 20(4): 693–711.
- Horton, RE. 1941. An Approach Toward a Physical Interpretation of Infiltration-Capacity. *Soil Science Society of America Journal*. 5: 399–417.
- Ikqra, B Tjahjono, dan E Sunarti. 2012. Studi geomorfologi Pulau Ternate dan penilaian bahaya longsor. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 14(1): 1–6.
- Le Mer, G, P Jouquet, Y Capowiez, J Maeght, TM Tran, TT Doan, and N Bottinelli. 2021. Age matters: Dynamics of earthworm casts and burrows produced by the anecic *Amyntas khami* and their effects on soil water infiltration. *Geoderma* 382: 114709. DOI: 10.1016/j.geoderma.2020.114709.
- Lozano-Baez, SE, M Cooper, P Meli, SFB Ferraz, RR Rodrigues, and TJ Sauer. 2019. Land restoration by tree planting in the tropics and subtropics improves soil infiltration, but some critical gaps still hinder conclusive results. *Forest Ecology and Management*. 444: 89–95.
- Musdalipa, A, S Suhardi, dan SN Faridah. 2018. Pengaruh sifat fisik tanah dan sistem perakaran vegetasi terhadap imbuhan air tanah. *Jurnal AgriTechno*. 11(1): 35–39.
- Nurmegawati. 2011. Infiltrasi pada Hutan di Sub DAS Sumani Bagian Hulu Kayu Aro Kabupaten Solok. *Jurnal Hidrolitan*. 2(2): 87–95.
- Penhen, N, TM Hartati, dan E Ladjinga. 2022. Penentuan laju infiltrasi dan permeabilitas tanah pada beberapa penggunaan lahan di Kelurahan Jambula. *Prosiding Seminar Nasional Agribisnis*. 2(1): 152–157.
- Schmidt, FH, and JHA Ferguson. 1951. Rainfall types based on wet and dry period ratios for Indonesia with Western New Guinea. *Kementerian Perhubungan*. Jakarta.
- Schoeneberger, PJ, DA Wysocki, and EC Benham. 2012. *Field Book for Describing and Sampling Soils*. Natural Resources Conservation Service. National Soil Survey Center. Lincoln.
- Scott, HD. 2000. *Soil Physics: Agricultural and Environmental Applications*. Iowa State University Press. Iowa.
- Setiawan, IW, D Harisuseno, dan S Wahyuni. 2022. Studi laju infiltrasi dengan menggunakan model horton dan model kostiakov pada beberapa tata guna lahan. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*. 2(1): 91–104.
- Sudarmanto, A, I Buchori, dan Sudarno. 2014. Perbandingan infiltrasi lahan terhadap karakteristik fisik tanah, kondisi penutupan tanah dan kondisi tegakan pohon pada berbagai jenis pemanfaatan lahan. *Jurnal Geografi*. 11(1): 1–13.
- Tawakal, GI, dan RY Lesmana. 2022. Analisis kapasitas infiltrasi pada variasi tutupan lahan dengan metode Horton di Kota Palangkaraya. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*. 7(3): 804–814.
- Wikantyasa, B and A Kusumandari. 2022. The infiltration capacity and rate at the grass, building yard and green open space areas of Universitas Gadjah Mada campus. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 959: 012046. DOI: 10.1088/1755-1315/959/1/012046.
- Yuda, HF, M Apriniyadi, SD Nuryana, N Triany, MA Amri, dan M Sulastri. 2022. Laju infiltrasi daerah bekas tambang yang dipengaruhi karakteristik sifat fisik tanah. *Jurnal Geografi*. 11(2): 102–111.