

ANALISIS INFILTRASI PADA BERBAGAI KELAS LERENG DI DAERAH ALIRAN SUNGAI SERATAK KABUPATEN KOTABARU

Analys of Infiltration in Various Class of Slopes in the Seratak River Flow Area of Kotabaru District

Erwin Rif'at Nazari, Badaruddin, dan Syarifuddin Kadir

Program Studi Kehutanan

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. *Infiltration is a process where water enters from the soil surface into the soil through soil pores. Different levels of infiltration at different slopes can influence the amount of water that can seep into the soil and how much surface runoff is formed. The Seratak watershed in South Kalimantan is known to have high levels of infiltration which can cause a small risk of flooding. This research aims to: (1) analyze the level of infiltration; and (2) analyzing the capacity and volume of infiltration at various slopes, ranging from flat to very steep. The research was conducted in the Seratak watershed, Kotabaru. The Horton method with 3 repetitions and a time interval of 5 minutes was used in the infiltration test. The results showed that a gentle slope had the highest infiltration rate, reaching 103.27 cm/hour (fast), while a very steep slope had the lowest infiltration rate, namely 23.77 cm/hour. The highest infiltration capacity and volume is found on gentle slopes (8-15%), while the lowest is found on steep slopes (25-40%). A gentle slope has a capacity of 36.3 cm/hour and an infiltration volume of 94.9 cm³, while a steep slope has a capacity of 10.6 cm/hour and an infiltration volume of 25.4 cm³. The role of slope influences the level, capacity and volume of infiltration with significant variations.*

Keywords: *Infiltration; Seratak; Horton Method*

ABSTRAK. Infiltrasi adalah proses dimana air masuk dari permukaan tanah ke dalam tanah melalui pori-pori tanah. Tingkat infiltrasi yang berbeda pada berbagai kemiringan lereng dapat memengaruhi jumlah air yang dapat meresap ke dalam tanah dan seberapa besar aliran permukaan yang terbentuk. DAS Seratak di Kalimantan Selatan dikenal memiliki tingkat infiltrasi tinggi yang dapat menyebabkan risiko banjir kecil. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis tingkat infiltrasi; dan (2) menganalisis kapasitas serta volume infiltrasi pada berbagai kemiringan lereng, mulai dari yang datar hingga sangat curam. Penelitian dilakukan di DAS Seratak, Kotabaru. Metode Horton dengan 3 pengulangan dan interval waktu 5 menit digunakan dalam pengujian infiltrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemiringan yang landai memiliki tingkat infiltrasi tertinggi, mencapai 103,27 cm/jam (cepat), sementara kemiringan yang sangat curam memiliki tingkat infiltrasi terendah, yaitu 23,77 cm/jam. Kapasitas dan volume infiltrasi tertinggi terdapat pada kemiringan yang landai (8-15%), sementara yang terendah terdapat pada kemiringan yang curam (25-40%). Kemiringan landai memiliki kapasitas sebesar 36,3 cm/jam dan volume infiltrasi sebesar 94,9 cm³, sedangkan kemiringan curam memiliki kapasitas sebesar 10,6 cm/jam dan volume infiltrasi sebesar 25,4 cm³. Peran kemiringan lereng mempengaruhi tingkat, kapasitas, dan volume infiltrasi dengan variasi yang signifikan.

Kata Kunci: Infiltrasi; Seratak; Metode Horton

Penulis untuk korespondensi, surel: erwinrifatn@gmail.com

PENDAHULUAN

Pentingnya eksplorasi peran fungsi kawasan resapan menjadi sangat penting untuk dipahami lebih mendalam dalam konteks pengelolaan sumber daya air yang holistik dan berkelanjutan. Hal ini menegaskan perlunya upaya konservasi air melalui regulasi pengaturan tata air. Salah satu langkah dalam pelestarian air adalah dengan memaksimalkan

penetrasi air hujan ke dalam tanah. Infiltrasi memiliki peran dalam siklus hidrologi khususnya dalam mengubah hujan menjadi aliran sungai. Dengan infiltrasi yang berlangsung secara optimal, aliran permukaan dapat dikelola dengan baik dan tanaman juga dapat mendapatkan pasokan air yang diserap oleh akarnya untuk proses evapotranspirasi (Harto S, 1993).

Perhatian terhadap kondisi hidrologi di Daerah Aliran Sungai Seratak menjadi penting

dalam merencanakan pengelolaannya. Data hidrologi yang digunakan untuk perencanaan pengelolaan daerah aliran sungai yaitu data infiltrasi. Tingkat infiltrasi akan mempengaruhi seberapa banyak air yang akan mengalir di permukaan dan seberapa banyak yang akan terinfiltrasi ke dalam tanah untuk membentuk aliran bawah tanah. Selain itu, peranan tingkat infiltrasi juga terlihat dalam mengatasi permasalahan seperti banjir dan kekeringan cenderung berkurang. Sebaliknya, jika tingkat infiltrasi rendah, aliran permukaan meningkat, yang dapat menyebabkan kenaikan debit sungai dan meningkatkan potensi banjir dan kekeringan. Kerusakan lingkungan, terutama di wilayah hulu daerah aliran sungai menjadi pemicu utama terjadinya bencana alam seperti banjir dan longsor. Proses infiltrasi bermanfaat dalam mengurangi risiko terjadinya banjir dan erosi tanah. Selain itu, infiltrasi juga penting untuk memnuhi kebutuhan air vegetasi seperti transpirasi, mendukung evaporasi, mengembalikan kembali sumber air tanah dan menjaga aliran sungai selama musim kemarau (Seyhan, 1990).

Kebutuhan akan air bersih yang diperoleh dari sumber air tanah di Kabupaten Kotabaru terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan aktivitas pembangunan dari tahun ke tahun. DAS Seratak terletak di Pulau Laut Kabupaten Kotabaru dengan luas mencapai 1.386,93 hektar, berlokasi di Kecamatan Pulau Laut Timur. DAS ini memiliki potensi sumber daya yang dapat digunakan untuk memnuhi kebutuhan masyarakat akan pasokan air di wilayah Kotabaru dan sekitarnya. (RPJMD Kabupaten Kotabaru).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlangsung di DAS Seratak Kabupaten Kotabaru dengan durasi sekitar 3 bulan. Kegiatan meliputi penyusunan proposal, survei lapangan, pengumpulan data dan penyajian hasil penelitian. Peralatan yang digunakan terdiri dari *Double Ring Infiltrometer* untuk mengukur laju infiltrasi, *Stopwatch* untuk menghitung perubahan laju infiltrasi, *Clinometer* untuk mengukur kemiringan lereng, Penggaris untuk mengukur ketinggian muka air, Palu untuk memasang *Double Ring Infiltrometer* ke dalam tanah, Kamera untuk dokumentasi di lapangan, Kalkulator untuk perhitungan data dan Alat Tulis untuk mencatat hasil. Bahan yang digunakan adalah air.

Penelitian infiltrasi ini terbagi menjadi beberapa tahap: 1). Survei lapangan terlebih dahulu untuk menentukan titik-titik penempatan alat *Double Ring Infiltrometer*. 2) Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan. 3) menuangkan air kedalam ember, 4) Menancapkan *Double Ring Infiltrometer* ke dalam tanah dengan bantuan papan dan palu. 5) Menempelkan penggaris disamping ring sampel tengah untuk mengetahui seberapa banyak air yang diserap oleh tanah. 6). Menuangkan air kedalam ring terluar terlebih dahulu, kemudian ring dalam diisi dengan air sampai batas yang sudah ditentukan. 7). Menghidupkan *stopwatch* untuk menghitung laju infiltrasi dan catat perubahan per 5 menit sampai hasilnya konstan.

Penentuan lokasi pengambilan data atau pengukuran laju infiltrasi dilakukan dengan menggunakan metode *Purposive Sampling*. Analisis data dilakukan dengan menggunakan Model Horton, model terkemuka di bidang hidrologi. Menurut Horton, kapasitas infiltrasi secara bertahap berkurang seiring berjalannya waktu hingga stabil pada tingkat yang tetap. Representasi matematis model Horton (1968), sebagaimana dikutip dalam Kadir, *et al* (2013), dapat diartikulasikan sebagai berikut:

$$F = F_c + (F_0 - F_c) e^{-kt}$$

$$K = \frac{F_0 - F_c}{F_c}$$

$$V = F_c \cdot t + \frac{F_0 - F_c}{k} (1 - e^{-kt})$$

Dimana:

F_c : Infiltrasi Konstan (cm/jam)
 F_0 : Infiltrasi Saat Awal (cm/jam)
 F : Kapasitas Infiltrasi (cm/jam)
 V : Volume Infiltrasi (cm³)
 t : Waktu (jam)
 K : Konstanta
 e : 2,718

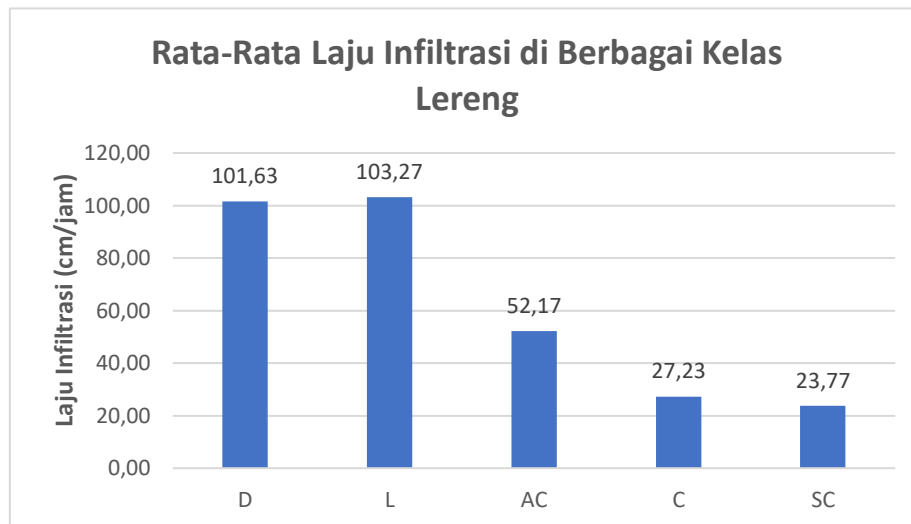
HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Infiltrasi

Laju infiltrasi adalah kecepatan air terinfiltrasi ke dalam tanah saat hujan. Proses ini memiliki peran penting dalam siklus

hidrologi dan pengelolaan sumber daya air. Laju infiltrasi dapat memberikan perkiraan terhadap limpasan permukaan, yang menjadi penyebab utama terjadinya banjir, serta digunakan dalam perencanaan konservasi

tanah dan air (Arsyad, 2010), serta untuk mengendalikan kerentanan banjir (Ruslan *et al*, 2013). Hasil pengukuran rata-rata laju infiltrasi dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1.



Gambar 1. Diagram Rata-Rata Laju Infiltrasi di Berbagai Kelas Lereng

Keterangan :

D : Datar

L : Landai

AC : Agak Curam

C : Curam

SC : Sangat Curam

Tabel 1. Laju Infiltrasi di Berbagai Kelas Lereng

No.	Lokasi	t	fo	fc	fo-fc
1	UL 1 D	1,00	108,1	6,6	101,5
2	UL 2 D	0,92	122,3	7,0	115,3
3	UL 3 D	1,00	98,8	10,7	88,1
					101,633
4	UL 1 L	0,92	112,6	4,0	108,6
5	UL 2 L	0,83	94,6	10,0	84,6
6	UL 3 L	1,00	124,6	8,0	116,6
					103,267
7	UL 1 AC	1,17	48,8	2,1	46,7
8	UL 2 AC	1,08	68,1	4,5	63,6
9	UL 3 AC	1,00	49,2	3,0	46,2
					52,166
10	UL 1 C	0,75	23,1	2,0	21,1
11	UL 2 C	0,83	41,5	7,0	34,5
12	UL 3 C	0,75	30,1	4,0	26,1
					27,23
13	UL 1 SC	0,58	29,7	4,0	25,7
14	UL 2 SC	0,50	27,6	5,0	22,6
15	UL 3 SC	0,58	29	6,0	23
					23,77

Keterangan :

t : Waktu (jam)

F0 : Infiltrasi Awal (cm/jam)

Fc : Infiltrasi Konstan (cm/jam)

F0-Fc : Laju Infiltrasi (cm/jam)

Hasil analisis Gambar 1 dan Tabel 1, rata-rata laju infiltrasi terbesar ialah pada kelerengan landai dengan nilai 103,26 cm/jam dan yang terendah ialah pada kelerengan sangat curam dengan nilai 23,77 cm/jam. Kelerengan landai memiliki tanah dengan pori-pori yang lebih besar dibandingkan dengan pori-pori tanah pada kelerengan curam dan sangat curam, sehingga pada pengukuran laju infiltrasi dapat menghambat proses masuknya air kedalam tanah, dengan demikian maka laju infiltrasi pada lahan kelerengan landai akan lebih besar. Waktu pengukuran laju infiltrasi setiap kelerengan bervariasi dari 30 hingga 80 menit. Kelerengan landai memiliki laju infiltrasi yang paling tinggi dengan membutuhkan waktu rata-rata 65 menit dan kelerengan sangat curam memiliki laju infiltrasi paling rendah dengan membutuhkan waktu rata-rata 45 menit. Semakin lama waktu yang diperlukan saat pengukuran maka semakin konstan hasil yang didapat.

Penyebab laju infiltrasi tertinggi yang terdapat pada kelerengan datar dan landai ini juga dikarenakan adanya faktor jenis tanah, dimana pada kelerengan datar dan landai memiliki tanah berpasir, sehingga kelembaban pada kelerengan tersebut rendah karena banyak ruang untuk sinar matahari masuk. Menurut Hanafiah (2005), tanah yang didominasi oleh pasir akan memiliki poros yang lebih besar dan tingkat infiltrasi air yang tinggi. Penyebab laju infiltrasi pada kelas curam itu

rendah dikarenakan memiliki tekstur tanah lempung, vegetasi nya lumayan rapat yang mengakibatkan kurangnya paparan sinar matahari sehingga kelembaban di daerah tersebut tinggi. Hafiz. M. D. *et al.* (2023) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi infiltrasi seperti kelerengan, kelembaban, paparan sinar matahari, pemadatan tanah, penyumbatan butir halus dan bahan organik.

Kapasitas dan Volume Infiltrasi

Kapasitas infiltrasi menunjukkan jumlah maksimum air yang dapat terinfiltrasi ke dalam tanah dalam jangka waktu tertentu, sementara volume infiltrasi menunjukkan jumlah air yang berhasil terinfiltrasi ke dalam tanah. Ketika kapasitas infiltrasi meningkat, limpasan permukaan biasanya berkurang, sehingga menyebabkan peningkatan volume infiltrasi dan sebaliknya. Kemampuan tanah menahan air bergantung pada kondisinya. Tanah yang kering cenderung memiliki infiltrasi yang tinggi karena mampu menyerap lebih banyak air. Tanah yang kering memiliki kapasitas infiltrasi lebih tinggi daripada tanah yang pori-porinya telah jenuh dengan air (Asdak, 2010). Analisis data memperoleh kapasitas dan volume infiltrasi di berbagai kelas lereng di DAS Seratak, Kabupaten Kotabaru, seperti ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Tabel 2. Kapasitas dan Volume Infiltrasi di Berbagai Kelas Lereng

No	Lokasi	t	F ₀	F _c	F ₀ -F _c	M	K	e	F	V
1	Datar UL.1	1,00	108,1	6,6	101,5	-1,6892	1,36	2,718	32,55	80,76
2	Datar UL.2	0,92	122,3	7,0	115,3	-1,9887	1,16	2,718	40,18	105,59
3	Datar UL.3	1,00	98,8	10,7	88,1	-1,6287	1,41	2,718	32,11	72,73
4	Landai UL.1	0,92	112,6	4,0	108,6	-1,9335	1,19	2,718	34,24	94,46
5	Landai UL.2	0,83	94,6	10,0	84,6	-2,4660	0,93	2,718	37,70	98,42
6	Landai UL.3	1,00	124,6	8,0	116,6	-1,6649	1,38	2,718	37,22	92,00
7	Agak Curam UL.1	1,17	48,8	2,1	46,7	-1,5119	1,52	2,718	13,97	32,92
8	Agak Curam UL.2	1,08	68,1	4,5	63,6	-1,6151	1,43	2,718	21,05	49,24
9	Agak Curam UL.3	1,00	49,2	3,0	46,2	-1,6737	1,38	2,718	14,66	36,31
10	Curam UL.1	0,75	23,1	2,0	21,1	-1,9196	1,20	2,718	6,77	18,67
11	Curam UL.2	0,83	41,5	7,0	34,5	-1,8038	1,28	2,718	15,02	32,50
12	Curam UL.3	0,75	30,1	4,0	26,1	-1,9792	1,16	2,718	10,11	25,00

No	Lokasi	t	F ₀	F _c	F ₀ -F _c	M	K	e	F	V
13	Sangat Curam UL.1	0,58	29,7	4,0	25,7	-2,3732	0,97	2,718	9,68	28,24
14	Sangat Curam UL.2	0,50	27,6	5,0	22,6	-2,9564	0,78	2,718	10,18	30,82
15	Sangat Curam UL.3	0,58	29	6,0	23	-2,5516	0,90	2,718	11,44	28,38

Keterangan :

t : Waktu (jam)

F_c : Infiltrasi Konstan (cm/jam)

M : Gradien

e : 2,718

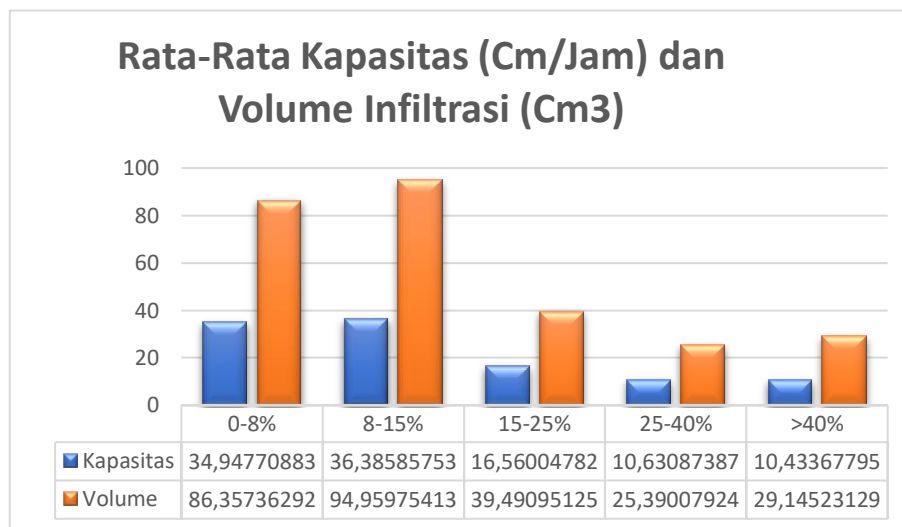
V : Volume Infiltrasi (cm³)

F₀ : Infiltrasi awal (cm/jam)

F₀-F_c : Laju Infiltrasi (cm/jam)

K : Konstanta

F : Kapasitas Infiltrasi (cm/jam)



Gambar 2. Diagram Rata-Rata Kapasitas (Cm/Jam) dan Volume Infiltrasi (Cm³)

Hasil analisis pada Tabel 2 dan Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa semakin besar kapasitas infiltrasi maka semakin banyak air yang dapat diserap oleh tanah, yang berarti volume infiltrasi juga meningkat. Rata-rata kapasitas dan volume infiltrasi paling tinggi terjadi pada kelerengan yang landai dengan rata-rata kapasitas mencapai 36,3 cm/jam dan volume infiltrasi mencapai 94,9 cm³. Sebaliknya, kapasitas dan volume infiltrasi paling rendah terjadi pada kelerengan yang curam dengan rata-rata kapasitas sekitar 10,6 cm/jam dan volume infiltrasi terendah hanya sebesar 25,4 cm³. Elfiati dan Delvian (2010) menyatakan bahwa semakin lereng lahan maka laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi semakin lambat. Grafik diatas tidak beraturan, tetapi grafik tersebut bisa diartikan bahwa pada lahan yang landau infiltrasinya itu lebih besar dari pada lahan yang lereng. Volume infiltrasi akan mencapai kapasitas infiltrasi maksimum ketika tanah sudah tidak dapat menyerap lebih banyak air. Oleh karena itu, volume infiltrasi

dapat bergantung pada kapasitas infiltrasi, terutama jika hujan berlangsung dalam waktu yang lama. Secara keseluruhan korelasi antara hasil pengukuran kapasitas infiltrasi dengan hasil pengukuran volume infiltrasi di berbagai kelas lereng menunjukkan 98% berkorelasi, hanya ada 2 persen eror.

Tingkat infiltrasi pada kelerengan 0-15% lebih cepat dari pada kelerengan 15-25%, 25-40% dan lebih dari 40%. Kapasitas infiltrasi pada kelerengan 0-15% lebih tinggi dibandingkan dengan kapasitas infiltrasi pada kelerengan 15-40%. Hal tersebut bisa terjadi dikarenakan pada saat di lapangan ternyata makin masuk ke dalam hutan jenis tanah tersebut memang sama, tapi jika dilihat pada kelembabannya sedikit berbeda karena tutupan lahannya semakin rapat. Menurut Kadir (2013) berbagai faktor yang mempengaruhi proses infiltrasi termasuk tutupan lahan, vegetasi, faktor-faktor fisik, karakteristik tanah, iklim dan kelerengan. Jumlah air yang berhasil terinfiltrasi ke dalam

tanah meningkatkan volume infiltrasi secara keseluruhan. Semakin banyak air yang dapat terinfiltrasi maka semakin kecil kemungkinan terjadinya aliran permukaan.

Kemampuan tanah untuk menyimpan air bervariasi tergantung pada kondisi tanahnya. Tanah yang kering cenderung memiliki tingkat infiltrasi yang tinggi karena dapat menyerap lebih banyak air. Tanah yang memiliki kapasitas penyimpanan yang lebih besar daripada tanah yang telah jenuh dengan air (Asdak, 2010). Perbedaan jenis tanah juga mempengaruhi kecepatan infiltrasi. Menurut Badaruddin, *et al* (2019), setiap jenis tanah memiliki kemampuan penyerapan yang berbeda. Tanah berpasir umumnya memiliki tingkat infiltrasi yang cepat, sementara tanah lempung biasanya memiliki tingkat infiltrasi yang lambat.

Dampak waktu terhadap infiltrasi adalah bahwa semakin lama air meresap ke dalam tanah, semakin lambat laju infiltrasinya. Ini terjadi karena tanah menjadi semakin jenuh dan sebagian ruang di dalam tanah sudah terisi oleh partikel-partikel lembut, yang menghambat gerakan air. Kapasitas infiltrasi tercapai ketika intensitas hujan melebihi kemampuan tanah untuk menyerap air, sementara jika intensitas hujan lebih rendah dari kapasitas infiltrasi, laju infiltrasi akan sejalan dengan jumlah air hujan yang jatuh (Badaruddin, 2021). Semakin besar kapasitas infiltrasi, semakin sedikit air yang mengalir di permukaan. Oleh karena itu, memungkinkan air meresap ke dalam tanah secara maksimal dapat mengendalikan aliran permukaan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang di peroleh dari penelitian ini adalah laju infiltrasi tertinggi berada pada kelerengan landai (8-15%) sebesar 103,27 cm/jam masuk pada kelas sangat cepat dan laju infiltrasi terendah berada pada kelerengan sangat curam (>40%) sebesar 23,77 cm/jam masuk pada kelas cepat. Kapasitas dan Volume Infiltrasi tertinggi berada pada kelerengan landai (8-15%) dan terendah berada pada kelerengan curam (25-40%). Kelerengan landai memiliki kapasitas sebesar 36,3 cm/jam dan volume sebesar 94,9 cm³ sedangkan kelerengan curam memiliki

kapasitas sebesar 10,6 cm/jam dan volume sebesar 25,4 cm³.

Saran

Tingkat infiltrasi di Daerah Aliran Sungai Seratak masuk pada kelas yang relatif tinggi. Untuk memanfaatkan potensi ini secara maksimal, penulis merekomendasikan beberapa langkah strategis. Pertama, implementasi program pengelolaan air yang efisien dan berkelanjutan, pembangunan infrastruktur seperti waduk akan membantu menyimpan air hujan yang meresap ke dalam tanah, menjaga ketersediaan air untuk kebutuhan pertanian dan domestik. Selain itu, perlu adanya upaya konservasi tanah dan air melalui penanaman vegetasi yang mendukung infiltrasi air dan pengendalian erosi. Langkah ini akan mempertahankan kapasitas tanah untuk meresap air, mengurangi risiko banjir, dan meningkatkan kualitas tanah untuk pertanian.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada dosen pembimbing, seluruh masyarakat dan struktur pemerintahan Desa Seratak Kabupaten Kotabaru yang telah memberikan izin dan memfasilitasi penulis dalam melaksanakan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad. 2010. Konservasi Tanah dan Air. Edisi ke-2. Bogor: IPB Press
- Asdak. 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Cetakan Kelima (revisi). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Badaruddin., Kadir, S., dan Nisa K. 2021. Buku Ajar Hidrologi Hutan. Banjarmasin: CV. Batang. 40 – 51.
- Badaruddin., Kadir, S., Yamani, A., & Nurlina. 2019. *The Study of the Rate of Infiltration and Soil Permeability on Different Land Cover in Watershed Maluka Province of South Kalimantan. International Journal of Environment Agriculture and Biotechnology* (IJEAB). Vol 4 (5). 1367 – 1372.

- Hafiz, M, D., Badaruddin, dan Khairun Nisa. 2023. Analisis Penggunaan Lahan Terhadap Kemampuan Infiltrasi dan Aliran Permukaan Curah Hujan di DAS Maluka. *Jurnal Sylva Scienteae* Vol. 06 No. 3.
- Hanafiah, K, A. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*
- Kadir, S. 2013. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Untuk Pengendalian Banjir di Catchmen Area Jaing Sub DAS Negara Provinsi Kalimantan Selatan*. Disertasi. Malang: Program Doktor Ilmu Pertanian Minat Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Kadir S., Badaruddin, & Pratiwi Y. 2019. Penerapan Model Horton Untuk Kuantifikasi Infiltrasi Tegakan Karet di DAS Maluka Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol. 5(2). 70-78.
- Kadir, S., Rayes, M L., Ruslan, M., & Kusuma, Z. 2013. *Infiltration to Control Flood Vulnerability. Academic Research International, Agricultural Sciences Graduate Program of Brawijaya University. Journals Savap*. Vol.4 No.5.
- Ruslan, M., Kadir, S. & Sirang, K. 2013. *Managemnet of Barito Watershed (First Print)*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press.
- RPJMD Kabupaten Kotabaru 2011-2015. Bab II.
- Seyhan. 1990. *Dasar-Dasar Hidrologi*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sri Harto. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.