

Penentuan Laju Infiltrasi Tanah pada Beberapa Kondisi Vegetasi di Kebun Raya ITERA

Determination of Soil Infiltration Rate in Several Vegetation Conditions in the ITERA Botanical Gardens

Faradila Mei Jayani^{1*}, Silvi Novianti²

^{1,2} Program Studi Rekayasa Kehutanan, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia

*corresponding author: faradila.jayani@rh.itera.ac.id

ABSTRACT

Measuring the rate of infiltration in an area is important as one of the basic actions for land management. The existence of infiltration allows the soil to temporarily store water so that it is available for absorption by plants and soil organisms. The ITERA Botanical Gardens, which aims to conserve Sumatran plants ex-situ, needs to be supported by successful revegetation. The infiltration rate is an indicator of the physical condition of the soil during the revegetation process. The purpose of this study was to calculate the soil infiltration rate in the ITERA Botanical Gardens under different vegetation conditions, namely under sengon (*Falcataria moluccana*) and grass stands. This research is an experimental study that measures the rate of soil infiltration using a double ring infiltrometer with a diameter of 15 cm and 30 cm. The infiltration rate was then calculated based on data on changes in water level over time intervals (Δh) and changes in measurement time intervals (Δt) obtained from field measurements. Infiltration in the area of ITERA Botanical Gardens is influenced by the condition of the vegetation above the ground. Lowering of the water level in the ring on grassy land reaches a constant faster than under sengon stands. The infiltration rate under *Albizia* stands is faster than on land with grassy vegetation. This requires the act of planting vegetation that has deep roots, on land that is still planted with grass.

Keywords: *Albizia* stands, grass stands, infiltration rate, ITERA Botanical Gardens

ABSTRAK

Pengukuran laju infiltrasi di suatu area penting dilakukan sebagai salah satu dasar tindakan untuk pengelolaan lahan. Adanya infiltrasi memungkinkan tanah untuk menyimpan air sementara sehingga tersedia untuk diserap oleh tanaman maupun organisme tanah. Kebun Raya ITERA yang bertujuan mengonservasi tumbuhan pamah Sumatera secara eksitu perlu didukung oleh keberhasilan revegetasi. Laju infiltrasi menjadi salah satu indikator perbaikan kondisi fisik tanah pada proses revegetasi. Tujuan dari penelitian ini untuk menghitung laju infiltrasi tanah di lahan Kebun Raya ITERA pada kondisi vegetasi yang berbeda yaitu di bawah tegakan sengon (*Falcataria moluccana*) dan rerumputan. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yaitu mengukur laju infiltrasi tanah menggunakan *double ring infiltrometer* berdiameter 15 cm dan 30 cm. Laju infiltrasi kemudian dihitung berdasarkan data perubahan tinggi muka air tiap selang waktu (Δh) dan perubahan selang waktu pengukuran (Δt) yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan. Infiltrasi pada lahan di Kebun Raya ITERA dipengaruhi oleh kondisi vegetasi di atas tanah terutama sistem perakaran. Penurunan permukaan air pada ring di lahan dengan vegetasi rerumputan lebih cepat mencapai konstan dibandingkan di bawah tegakan sengon. Laju infiltrasi di bawah tegakan sengon lebih cepat dibandingkan pada lahan dengan vegetasi rerumputan. Hal ini memerlukan tindakan penanaman vegetasi yang memiliki perakaran dalam pada lahan yang masih ditanami rerumputan.

Kata Kunci: Kebun Raya ITERA, lahan rerumputan, laju infiltrasi, tegakan sengon

PENDAHULUAN

Institut Teknologi Sumatera (ITERA) sebagai salah satu institusi pendidikan turut berkontribusi dalam mengonservasi tumbuhan pamah Sumatera secara eksitu melalui pembangunan Kebun Raya ITERA. Revegetasi merupakan salah satu tahapan awal yang mendukung pembangunan kebun raya ini. Keberhasilan kegiatan revegetasi salah satunya dapat dilakukan dengan perbaikan kondisi tanah di area kebun raya. Salah satu indikator perbaikan kondisi tanah yaitu laju infiltrasi tanah. Adanya proses infiltrasi tanah memungkinkan kebutuhan tanaman terhadap air menjadi terpenuhi.

Infiltrasi merupakan suatu proses meresapnya air ke dalam tanah melalui permukaan atau rekahan-rekahan tanah (Yunagardasari et al., 2017). Air pada beberapa kasus juga dapat masuk ke tanah melalui gerakan horizontal dari samping (Kurnia et al., 2006). Infiltrasi merupakan proses yang penting karena air hujan meresap ke dalam tanah dan bergerak ke bawah untuk bergabung dengan air tanah (Kalam & Ramesh, 2016). Hal ini memungkinkan tanah untuk menyimpan air sementara sehingga tersedia untuk diserap oleh tanaman maupun organisme tanah. Infiltrasi dalam bidang konservasi tanah merupakan komponen yang penting karena pada dasarnya masalah konservasi tanah merupakan pengaturan hubungan antara kapasitas infiltrasi, intensitas hujan, dan aliran permukaan (Kurnia et al., 2006). Cara untuk mengatur aliran permukaan hanya dapat dilakukan

dengan memperbesar kemampuan tanah untuk menyimpan air terutama melalui perbaikan atau peningkatan kapasitas infiltrasi.

Laju infiltrasi adalah ukuran seberapa cepat air memasuki tanah (Johnson, 1991). Besarnya laju infiltrasi dapat berbeda tergantung pada tipe penggunaan lahan. Selain itu laju infiltrasi juga dipengaruhi oleh sifat fisik tanah seperti tekstur tanah, porositas, bahan organik, kadar air, kerapatan massa (*bulk density*), stabilitas agregat, dan kadar air (Januardin, 2008) (Yunagardasari et al., 2017) (Basset et al., 2022). Pengukuran laju infiltrasi di suatu area penting dilakukan sebagai salah satu dasar tindakan untuk pengelolaan lahan. Terdapat beberapa macam infiltrometer yang dapat digunakan untuk menetapkan laju infiltrasi yaitu (Kurnia et al., 2006): 1) ring infiltrometer (*single atau double/concentric-ring infiltrometer*); 2) wells, auger hole permeameter; 3) pressure infiltrometer; 4) closed-top permeameter; 5) crust test; 6) tension and disc infiltrometer; 7) driper; dan 8) rainfall. Penelitian ini menggunakan alat *double ring infiltrometer*. Keunggulan dari alat ini dibandingkan dengan peralatan lainnya yaitu relative mudah dalam menggunakan maupun menganalisis datanya dan harganya relatif murah (Kurnia et al., 2006). Tujuan dari penelitian ini untuk menghitung laju infiltrasi tanah di lahan Kebun Raya ITERA dengan kondisi vegetasi yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2021 pada dua kondisi vegetasi di Kebun Raya ITERA yaitu di bawah tegakan sengon (*Falcataria moluccana*) dan rerumputan. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yaitu mengukur laju infiltrasi tanah menggunakan *double ring infiltrometer* berdiameter 15 cm dan 30 cm. Ring bagian dalam dan luar memiliki fungsi yang berbeda (David et al., 2016). Ring bagian luar berfungsi agar air tidak bergerak secara horizontal, sedangkan ring bagian dalam berfungsi untuk mengukur penurunan permukaan air. Peralatan lain yang digunakan dalam penelitian yaitu papan kayu untuk memukul ring infiltrometer ke dalam tanah, penggaris berskala, *stopwatch*, dan gayung. Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu air.

Penelitian dimulai dengan menentukan dua lokasi di Kebun Raya ITERA yang memiliki kondisi vegetasi yang berbeda. Prosedur pengukuran laju infiltrasi tanah yaitu: 1) Membersihkan lokasi yang akan dilakukan pengukuran laju infiltrasi; 2) Menancapkan kedua ring ke tanah dengan kedalaman ± 5 cm menggunakan bantuan papan kayu; 3) Memasang penggaris pada ring bagian dalam; 4) Mengisi air pada ring bagian dalam dan luar secara bersamaan hingga ketinggian 20 cm; 5) Mengamati penurunan permukaan air setiap 1 menit. Pengamatan dilakukan hingga penurunan permukaan air tanah relatif konstan (Minimal terdapat tiga kali pengukuran dengan penurunan yang sama); dan 6) Mencatat data dalam tabel yang berisi waktu (t), interval waktu (t), kedalaman air dalam ring (Δh), intake (Δh) dan laju infiltrasi parsial (f).

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan lalu dihitung dengan persamaan untuk menentukan laju infiltrasi (Januardin, 2008):

$$= f \left[\frac{\Delta h}{\Delta t} \right] \times 60$$

Keterangan:

- f = Laju infiltrasi (cm/jam)
- Δh = Perubahan tinggi muka air tiap selang waktu (cm)
- Δt = Perubahan selang waktu pengukuran (menit)

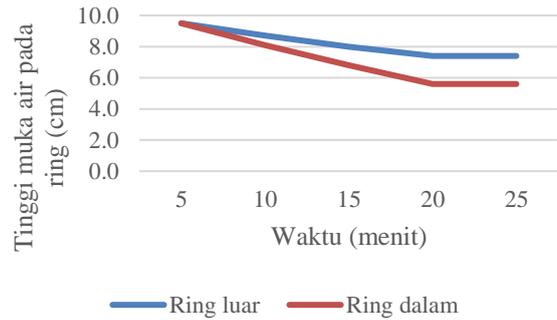
Besarnya laju infiltrasi kemudian diklasifikasikan berdasarkan klasifikasi laju infiltrasi (Narwal et al., 2004):

Tabel 1. Klasifikasi laju infiltrasi

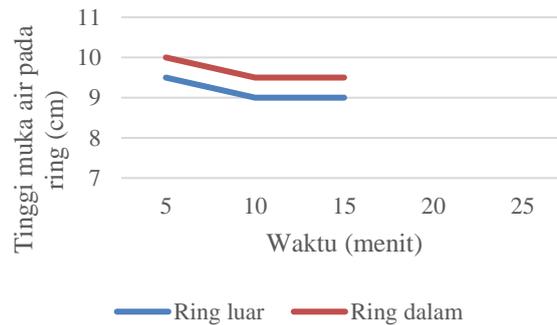
Laju infiltrasi (cm/jam)	Kriteria
>25,4	Sangat cepat
12,7-25,4	Cepat
6,3-12,7	Agak lambat
2-6,3,0	Sedang
0,5-2,0	Agak lambat
0,1-0,5	Lambat
<0,1	Sangat lambat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penurunan permukaan air pada ring di lahan dengan vegetasi rerumputan lebih cepat mencapai konstan dibandingkan di bawah tegakan sengon. Tinggi muka air pada ring tiap selang waktu di bawah tegakan sengon ditunjukkan oleh Gambar 1. Tinggi muka air pada ring tiap selang waktu pada lahan dengan vegetasi rerumputan ditunjukkan oleh Gambar 2. Laju infiltrasi di bawah tegakan sengon lebih cepat dibandingkan pada lahan dengan vegetasi rerumputan. Data laju infiltrasi di bawah tegakan sengon ditunjukkan oleh Tabel 2. Data laju infiltrasi pada lahan dengan vegetasi rerumputan ditunjukkan oleh Tabel 3.



Gambar 1. Tinggi muka air pada ring tiap selang waktu di bawah tegakan sengon



Gambar 2. Tinggi muka air pada ring tiap selang waktu pada lahan dengan vegetasi rerumputan

Tabel 2. Laju infiltrasi di bawah tegakan sengon

Waktu (menit)	Ring luar		Ring dalam	
	Laju infiltrasi (cm/jam)	Klasifikasi *	Laju infiltrasi (cm/jam)	Klasifikasi *
5	9,6	Agak cepat	16,8	Cepat
10	8,4	Agak cepat	15,6	Cepat
15	7,2	Agak cepat	14,4	Cepat
20	7,2	Agak cepat	8,4	Agak cepat

*sumber: (Narwal et al., 2004)

Tabel 3. Laju infiltrasi pada lahan dengan vegetasi rerumputan

Waktu (menit)	Ring luar		Ring dalam	
	Laju infiltrasi (cm/jam)	Klasifikasi *	Laju infiltrasi (cm/jam)	Klasifikasi *
5	6	Sedang	6	Sedang
10	4,8	Sedang	4,8	Sedang

*sumber: (Narwal et al., 2004)

Laju Infiltrasi pada Kedua Lahan

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa penurunan ketinggian air pada ring di lahan dengan vegetasi rerumputan lebih cepat mencapai konstan dibandingkan di bawah tegakan sengon. Gambar 1 menunjukkan ketinggian air baik di ring bagian dalam maupun ring bagian luar di lahan dengan tegakan sengon mengalami konstan pada menit ke-20. Pada lahan dengan vegetasi rerumputan, ketinggian air di ring bagian dalam maupun ring bagian luar mengalami konstan pada menit ke-10 seperti yang ditunjukkan Gambar 2. Hasil perhitungan laju infiltrasi menunjukkan bahwa laju infiltrasi di bawah tegakan sengon lebih cepat dibandingkan di lahan dengan vegetasi rerumputan.

Tabel 2 menunjukkan laju infiltrasi di bawah tegakan sengon pada ring bagian luar sebesar 7,2 cm/jam sedangkan pada bagian luar sebesar 8,4 cm/jam. Tabel 3 menunjukkan laju infiltrasi di lahan dengan vegetasi rerumputan pada ring bagian luar maupun dalam sebesar 4,8 cm/jam. Nilai laju infiltrasi ditentukan ketika lahan yang diukur laju infiltrasinya telah mencapai keadaan jenuh air yang ditunjukkan oleh ketinggian air di dalam *double ring infiltrometer* yang konstan (Kurnia et al., 2006) (Susanawati et al., 2018). Laju infiltrasi yang cepat memungkinkan air untuk mudah masuk ke dalam tanah sehingga kebutuhan tanaman akan air menjadi tercukupi.

Laju infiltrasi di bawah tegakan sengon masuk dalam klasifikasi agak cepat, sedangkan laju infiltrasi lahan dengan vegetasi rerumputan masuk dalam klasifikasi sedang. Laju infiltrasi yang sedang memungkinkan penyerapan air ke dalam tanah tidak optimal sehingga kebutuhan tanaman akan air kurang tercukupi. Laju infiltrasi juga dipengaruhi oleh porositas tanah. Tanah yang memiliki porositas baik maka aerasi dan draenasenya juga baik sehingga memudahkan pergerakan air maupun udara di tanah (Yunagardasari et al., 2017).

Laju infiltrasi semakin lama semakin berkurang (Putra et al., 2013). Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa laju infiltrasi baik di bawah tegakan sengon maupun lahan dengan vegetasi rerumputan semakin lama semakin berkurang. Hal ini terjadi di ring bagian dalam maupun ring bagian luar. Laju infiltrasi di bawah tegakan sengon pada ring bagian luar menurun setiap lima menit yaitu 9,6 cm/jam, 8,4 cm/jam, dan 7,2 cm/jam. Laju infiltrasi di bawah tegakan sengon pada ring bagian dalam menurun setiap lima menit yaitu 16,8 cm/jam, 15,6 cm/jam, 14,4 cm/jam, dan 8,4 cm/jam. Laju infiltrasi pada lahan dengan vegetasi rerumputan baik pada ring bagian luar maupun bagian dalam menurun setiap lima menit yaitu 6 cm/jam menjadi 4,8 cm/jam. Hal ini dikarenakan tanah menjadi semakin jenuh karena terdapat beberapa rongga tanah yang sudah terisi oleh tanah-tanah yang lembut yang menyebabkan berkurangnya ruang pergerakan air.

Pengaruh Sistem Perakaran

Hasil pengukuran laju infiltrasi pada kedua lahan di Kebun Raya ITERA ini menunjukkan bahwa kemampuan air untuk masuk ke dalam tanah pada lahan dengan vegetasi rerumputan lebih kecil dibandingkan di bawah tegakan sengon. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi vegetasi pada kedua lahan tersebut terutama sistem perakaran. Vegetasi yang tumbuh di suatu lahan berpengaruh terhadap laju infiltrasi dan penyimpanan air karena vegetasi memberi pengaruh terhadap proses penyerapan dan pergerakan air di dalam tanah (Musdalipa et al., 2018). Sistem tata guna lahan yang terdapat vegetasi penutup mempunyai kemampuan untuk meretensi air hujan lebih baik dibandingkan dengan tingkat semak (Suharto, 2006). Penutupan tanah oleh vegetasi dan kondisi permukaan tanah sangat berpengaruh terhadap kemampuan air untuk menembus tanah (Kurnia et al., 2006).

Akar sengon lebih berat dibandingkan dengan akar rumput sehingga laju infiltrasi di bawah tegakan sengon lebih cepat dibandingkan di lahan dengan vegetasi rerumputan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian lain yang menunjukkan bahwa semakin berat akar suatu vegetasi maka besarnya laju infiltrasi akan semakin cepat sehingga pengisian air tanah akan semakin tinggi (Musdalipa et al., 2018). Perakaran sengon juga menyebar ke segala arah agar mendapatkan nutrisi yang optimal (Musdalipa et al., 2018). Akar sengon berkembang pada lapisan atas tanah yaitu lebih dari 63 % akar utama menyebar secara horisontal. Kedalaman rata-rata akar sengon <120 cm dan panjang akar lateralnya tidak mencapai 10 m. Akar sengon berkembang baik pada tanah pasir dengan porositas tanah tinggi. Akar-akar di dalam tanah dapat membantu proses masuknya air ke dalam tanah (Yunagardasari et al., 2017). Hal ini disebabkan pergerakan akar semakin lama semakin kebawah sehingga dapat membentuk rongga pada tanah. Rongga yang terbentuk ini dapat memudahkan air untuk masuk ke tanah. Akar-akar juga akan

menyerap air untuk kebutuhan tanaman sehingga air menjadi terikat.

Lahan dengan vegetasi rerumputan didominasi oleh jenis-jenis rumput yang memiliki perakaran yang dangkal. Keadaan seperti ini menyebabkan pori-pori tanah menjadi tertutup sehingga air sulit untuk masuk ke tanah. Rumput memiliki akar serabut dan berkembang ke segala arah (Pranesti et al., 2014). Perkembangan akar rumput berada pada lapisan tanah atas.

Saran Pengelolaan

Laju infiltrasi pada lahan dengan tegakan sengon tergolong agak cepat sehingga tidak memerlukan pengelolaan yang signifikan untuk mengatur peresapan air ke tanah. Hal yang perlu dilakukan yaitu pemeliharaan tanaman setiap tahun sekali terutama pendangiran di sekitar tanaman sengon. Pendangiran bertujuan untuk menggemburkan tanah sehingga menjaga porositas tanah tetap baik (Kholifah et al., 2017). Pendangiran dapat dilakukan menggunakan cangkul. Struktur tanah terutama porositas tanah sangat berpengaruh terhadap laju air saat melewati tanah (Kurnia et al., 2006). Laju infiltrasi pada lahan dengan vegetasi rumput tergolong sedang sehingga diperlukan upaya untuk memperbaiki laju infiltrasinya. Upaya yang dapat dilakukan yaitu melakukan penanaman dengan tanaman yang memiliki perakaran dalam. Jika lahan tersebut diperuntukkan untuk taman maka dapat dipilih jenis tanaman seperti kamboja (*Plumeria* sp.), cemara (*Casuarina* sp.), pucuk merah (*Syzygium paniculatum*), dan bugenvil (*Bougainvillea* sp.).

Saat dilakukan penanaman, perlu ditambahkan kompos untuk memperbaiki sifat tanah dan menyediakan nutrisi bagi tanaman. Adanya kompos dapat menambah ketersediaan bahan organik. Bahan organik berperan sangat penting dalam memperbaiki sifat fisik tanah dan mampu meningkatkan kapasitas infiltrasi (Putra et al., 2013). Bahan organik juga sangat berperan dalam pembentukan agregat tanah (Refliaty & Marpaung, 2010). Bahan organik yang telah terdekomposisi akan menghasilkan senyawa-senyawa organik yaitu humus dan asam-asam organik. Senyawa organik ini mampu merekatkan fraksi-fraksi penyusun tanah sehingga membentuk agregat yang utuh (Yunagardasari et al., 2017). Tanah yang memiliki agregat tanah yang kurang baik akan mudah hancur ketika terkena tergenangi maupun terkena air hujan. Hal ini menyebabkan laju infiltrasi menurun dikarenakan butiran tanah menjadi terdispersi. Penambahan kompos juga mampu meningkatkan tinggi dan diameter bibit tanaman serta meningkatkan kolonisasi akar tanaman dengan mikoriza (Jayani et al., 2018). Selain itu perlu juga dilakukan pemeliharaan tanaman terutama pendangiran setelah tanaman ditanam selama 6 bulan.

KESIMPULAN

Laju infiltrasi dipengaruhi oleh kondisi vegetasi di atas tanah terutama sistem perakaran. Penurunan permukaan air pada ring di lahan dengan vegetasi rerumputan lebih cepat mencapai konstan dibandingkan di bawah tegakan sengon. Laju infiltrasi di bawah tegakan sengon lebih cepat dibandingkan pada lahan dengan vegetasi rerumputan. Laju infiltrasi di bawah tegakan sengon tergolong dalam klasifikasi agak cepat. Laju infiltrasi pada lahan dengan vegetasi rerumputan tergolong dalam klasifikasi sedang. Hal ini dikarenakan perakaran sengon yang lebih dalam dibandingkan perakaran rerumputan sehingga memperbaiki sifat fisik tanah. Perlu dilakukan tindakan penanaman vegetasi yang memiliki perakaran dalam dan menambahkan kompos pada lahan yang masih ditanami rerumputan. Perlu juga dilakukan pemeliharaan tanaman berupa pendangiran untuk menjaga porositas tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Basset, C., Abou Najm, M., Ghezzehei, T., Hao, X., & Daccache, A. (2022). How does soil structure affect water infiltration? A meta-data systematic review. *Soil and Tillage Research*, 226(October 2022). <https://doi.org/10.1016/j.still.2022.105577>
- David, M., Manyuk Fauzi, & Sandhyavitri, A. (2016). Analisis laju infiltrasi pada tutupan lahan perkebunan dan Hutan Tanam Industri (HTI) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Siak. *Jom. FTEKNIK*, 3(2), 1–12.
- Januardin. (2008). *Pengukuran Laju Infiltrasi pada Tata Guna Lahan yang Berbeda di Desa Tanjung Selamat Kecamatan Medan Tuntungan Medan*. Universitas Sumatera Utara.
- Jayani, F. M., Budi, S. W., & Pamoengkas, P. (2018). Response of forest tree species inoculated with MycoSilvi and soil ameliorant addition grown in silica sand. *Asian J Agri & Biol.*, 6(4), 556–565.
- Johnson, A. I. (1991). Report of Definitions Approved by the Committee on Terminology Soil Science Society of America. In *United States Government Printing Office*. United States Government Printing Office. <https://doi.org/10.2136/sssaj1956.03615995002000030036x>
- Kalam, M. A., & Ramesh, M. (2016). Determination of infiltration rate and soil indices using double ring infiltrometer and implementing it by GIS and Rs for selected areas in Zaheerabad, India. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(30). <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i30/90330>
- Kholifah, U. N., Wulandari, C., Santoso, T., & Kaskoyo, H. (2017). Kontribusi agroforestri terhadap pendapatan petani di Kelurahan Sumber Agung Kecamatan Kemiling Kota Bandar Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*, 5(3), 39–47.
- Kurnia, U., Agus, F., Adimihardja, A., & Dariah, A. (2006). *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Musdalipa, A., Suhardi, & Faridah, S. N. (2018). Pengaruh sifat fisik tanah dan sistem perakaran vegetasi terhadap imbuhan air tanah. *Jurnal AgriTechno*, 11(1), 35–39.
- Narwal, S. S., Dahiya, S. S., & Singh, J. P. (2004). *Research Methods in Plant Science: Allelopathy*. Scientific Publisher.
- Pranesti, A., Rogomulyo, R., & Waluyo, S. (2014). Pengaruh tingkat kerapatan teki (*Cyperus rotundus* L.) terhadap pertumbuhan dan hasil dua habitus wijen (*Sesamum indicum* L.). *Vegetalika*, 3(4), 119–130.
- Putra, A. E., Sumono, Ichwan, N., & Susanto, E. (2013). Kajian laju infiltrasi tanah pada berbagai penggunaan lahan di Desa Sempajaya Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo. *J.Rekayasa Pangan Dan Pert.*, 1(2), 38–44.
- Refliaty, & Marpaung, E. J. (2010). Kemantapan Agregat Ultisol Pada Beberapa Penggunaan Lahan Dan Kemiringan Lereng. *Jurnal Hidrolitan*, 1(2), 35–42. <http://jiip.fapet.unja.ac.id/index.php/hidrolitan/article/view/417>
- Suharto, E. (2006). Kapasitas simpanan air Tanah Pada Sistem Tataguna Lahan Lpp Tahura Raja Lelo Bengkulu. *Jipi*, 8(1), 44–49.
- Susanawati, L. D., Rahadi, B., & Tauhid, Y. (2018). Penentuan Laju Infiltrasi Menggunakan Pengukuran Double Ring Infiltrometer dan Perhitungan Model Horton pada Kebun Jeruk Keprok 55 (*Citrus Reticulata*) Di Desa Selorejo, Kabupaten Malang. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 5(2), 28–34. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2018.005.02.4>
- Yunagardasari, C., Paloloang, A. K., & Monde, A. (2017). Model infiltrasi pada berbagai penggunaan lahan di Desa Tulo Kecamatan Dolo Kabupaten Sigi. *Agrotekbis*, 5(3), 315–323.