

PENERAPAN MODEL HORTON UNTUK KUANTIFIKASI INFILTRASI TEGAKAN KARET DI DAS MALUKA PROVINSI KALIMANTAN SELATAN

Syarifuddin Kadir, Badaruddin, dan Yunisa Pratiwi

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

Jl. A. Yani KM. 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714, Indonesia

Email: odeng1987@yahoo.com

ABSTRAK

*DAS Maluka seluas 89.506,19 Ha terdapat sub DAS Banyu Irang dan sub DAS Bati Bati serta secara administrasi tersebar di 3 kabupaten/kota yaitu Kabupaten Tanah Laut, Kabupaten Banjar dan Kota Banjarbaru Provinsi Kalimantan Selatan. DAS Maluka didominasi kekritisian lahan agak kritis 63%, kelerengan lereng didominasi tingkat kelerengan 0-8% 79,88%, tutupan lahan didominasi tutupan lahan perkebunan 17,91%, Kerusakan lingkungan di DAS Maluka telah menjadi keprihatinan banyak pihak, hal ini ditandai dengan meningkatnya bencana alam yang dirasakan, seperti bencana banjir, tanah longsor dan kekeringan yang semakin meningkat. Rendahnya kapasitas infiltrasi sebaliknya tingginya Surface run off penyebab utama terjadinya bencana alam yang terkait dengan tata air. Penelitian ini menggunakan model Horton yang bertujuan mengetahui infiltrasi terhadap berbagai kelas umur tegakan karet (*Hevea brasiliensis*). Metode penelitian menggunakan double ring infiltrometer pada kelas umur 4 tahun, 8 tahun dan 12 tahun. Hasil penelitian diperoleh bahwa: 1) Kapasitas infiltrasi 96,906 mm/jam, 103,981 mm/jam dan 104,651 mm/jam; 2) volume infiltrasi sebesar 93,432 m³, 95,945 m³, 591 m³; 3) semakin tinggi kelas umur tegakan karet semakin tinggi laju, kapasitas dan volume infiltrasi.*

Kata kunci : infiltrasi, *surface run off*, vegetasi tegakan karet.

ABSTRACT

*The Maluka watershed covers an area of 89,506.19 Ha, there are the Banyu Irang sub-watershed and the Bati Bati sub-watershed and are administratively spread across 3 regencies / cities, namely Tanah Laut Regency, Banjar Regency and Banjarbaru City South Kalimantan Province. The Maluka watershed is dominated by criticality of the rather critical land 63%, the slope is dominated by the slope level of 0-8% 79.88%, land cover is dominated by plantation land cover 17.91%, environmental damage in the Maluka watershed has become a concern of many parties, this is indicated by increasing perceived natural disasters, such as floods, landslides and increasing drought. The low infiltration capacity, on the other hand, is the high Surface run off, the main cause of natural disasters related to water management. This study uses the Horton model that aims to determine infiltration of various age groups of rubber stands (*Hevea brasiliensis*). The research method uses a double ring infiltrometer in the age class of 4 years, 8 years and 12 years. The results showed that: 1) Infiltration capacity of 96,906 mm / hour, 103,981 mm / hour and 104,651 mm/ hour; 2)*

infiltration volume of 93,432 m³, 95,945 m³, 591 m³; 3) the higher the age of rubber stand age, the higher the rate, capacity and volume of infiltration.

Keywords: infiltration, surface run off and rubber stand vegetation.

1. PENDAHULUAN

Secara keseluruhan dan kesatuan hidrologis, DAS Maluka 89.506,19 Ha terdapat sub DAS Banyu Irang dan sub DAS Bati Bati serta secara administrasi tersebar di 3 (tiga) kabupaten/kota yaitu Kabupaten Tanah Laut, Kabupaten Banjar dan Kota Banjarbaru Provinsi Kalimantan Selatan. BPDAS Barito (2013), DAS Maluka terdapat lahan agak kritis sampai sangat kritis seluas 75.869,78 Ha (84,77%).

Pengelolaan DAS adalah upaya manusia dalam mengendalikan hubungan timbal balik antara sumber daya alam dengan manusia di dalam DAS dan segala aktifitasnya dengan tujuan membina kelestarian dari keserasian ekosistem serta meningkatkan manfaat dari sumber daya alam bagi manusia secara berkelanjutan (Kadir, 2013).

Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) berasal dari negara Brazil. Tanaman ini merupakan sumber utama bahan tanaman karet alam dunia, sebagai penghasil lateks tanaman karet dapat dikatakan satu-satunya tanaman yang dikedarkan secara besar-besaran (Budiman, 2012). Tegakan Karet merupakan bagian dari tutupan lahan sebagai bagian dari komponen ekosistem DAS yang mempunyai peranan penting terhadap infiltrasi, aliran permukaan, erosi dan sedimentasi serta debit air (Kadir *et al.*, 2013). Selanjutnya Kometa *et al.* (2012), perubahan vegetasi tutupan lahan menentukan kuantitas air dan kualitas air pada musim hujan dan musim kemarau.

Kapasitas infiltrasi tanah adalah kemampuan suatu tanah untuk melewatkan air dari permukaan tanah ke dalam tanah secara vertikal. Infiltrasi yang efektif akan menurunkan *run off*, sebaliknya infiltrasi yang tidak efektif akan memperbesar terjadinya *run off* (Arsyad, 2006). Laju infiltrasi (*infiltration rate*) adalah banyaknya air persatuan waktu yang masuk melalui permukaan tanah, dinyatakan dalam mm per jam atau cm per jam. Sewaktu tanah masih kering, laju infiltrasi tinggi setelah tanah menjadi jenuh. Horton mengamati bahwa laju infiltrasi dimulai dari f_0 dan berkurang secara eksponensial menjadi f_c .

Asdak (2010), Infiltrasi merupakan komponen yang mempengaruhi siklus air pada suatu DAS yang memainkan peranan penting dalam mendistribusi curah hujan. Rendahnya infiltrasi sebaliknya aliran permukaan yang tinggi dapat mempengaruhi kuantitas air yang menyebabkan kejadian banjir pada bagian hilir DAS. Berdasarkan hal tersebut di atas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui laju, kapasitas dan volume infiltrasi pada tegakan karet di DAS Maluka.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di DAS Maluka Provinsi Kalimantan Selatan, sebagaimana disajikan pada Gambar 1. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Mei - Juni Tahun 2019 meliputi

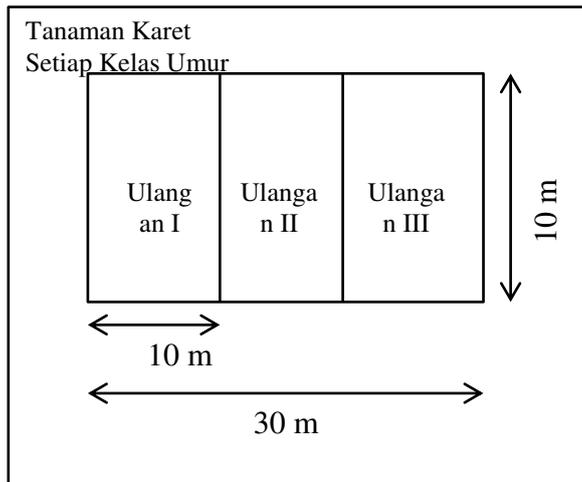
persiapan, pelaksanaan pengambilan data lapangan, pengolahan data dan penyusunan laporan penelitian. Peralatan yang digunakan dalam penelitian:

1. *Double ring infiltrometer*, untuk mengukur laju infiltrasi,
2. *Stopwatch*, untuk mengukur waktu yang digunakan selama infiltrasi terjadi,
3. Air sebagai media pengukuran laju infiltrasi
4. *Tally sheet* untuk penulisan data hasil pengukuran,
5. *GPS (Global Position System)* untuk mengambil titik koordinat pengambilan sampel,
6. Kamera, untuk dokumentasi penelitian,
7. Alat tulis menulis.



Gambar 1. Lokasi penelitian DAS Maluka Provinsi Kalimantan Selatan

Letak pengambilan data atau pengukuran laju infiltrasi dilakukan secara *purposive sampling*. Pengambilan data infiltrasi maupun peletakan alat *double ring infiltrometer* di area atau lahan yang dianggap dapat mewakili seluruh area untuk penelitian. Sketsa Pengambilan Data Dilapangan disajikan pada Gambar 2, dan Digital Infiltrimeter disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Sketsa Pengambilan Data Dilapangan



Gambar 3. Digital Infiltrometer

Pengumpulan data primer terdiri atas pengukuran laju infiltrasi dengan alat *double ring infiltrometer* pada kelas umur penutupan pohon karet (*Hevea brasiliensi*). Kriteria umur pohon 1-5 tahun, 6-10 tahun, 11-15. Data sekunder yang diperlukan sebagai data penunjang antara lain seperti keadaan tempat penelitian yang terdiri dari keadaan fisik yang meliputi data curah hujan dari BMKG, peta tupan lahan dan peta administrasi.

Kurva kapasitas infiltrasi merupakan kurva hubungan antara kapasitas infiltrasi dan waktu yang terjadi selama dan beberapa saat setelah hujan. Model persamaan kurva kapasitas infiltrasi untuk menentukan nilai kapasitas infiltrasi (f) dan volume (v) pada berbagai kelas umur penutupan lahan jenis Karet sesuai persamaan Horton, 1938 yang dikutip Asdak, 2010) disajikan berikut ini.

$$f = f_c + (f_0 - f_c)e^{-Kt} \quad \text{dan} \quad V(t) = f_c t + \frac{f_0 - f_c}{K} (1 - e^{-Kt}) \quad (1)$$

Dimana: a) t adalah waktu mencapai infiltrasi konstan (jam); b) f_0 adalah kapasitas infiltrasi saat awal, proses infiltrasi (mm/jam); c) f_c adalah tetapan kapasitas infiltrasi (saat laju infiltrasi telah konstan atau saat t mendekati nilai tak terhingga (mm/jam); d) e adalah 2,718; e) K adalah Konstanta untuk jenis tanah dan penutupan lahan (1/jam); f) vt (volume total) adalah tinggi kolom air hingga konstan (mm/jam); dan h) f adalah kapasitas infiltrasi atau laju maksimum air masuk kedalam tanah (mm/jam).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran rata-rata laju infiltrasi pada masing-masing tegakan pohon karet untuk masing-masing kelas umurnya dapat dilihat pada Tabel 1 sampai Tabel 2.

Tabel 1. Rata-rata Laju Infiltrasi Pada Kelas Umur 4 Tahun

| T (jam) | $f_0 - f_c$ (mm/jam) | | | Rata-rata |
|------------|----------------------|------------|-------------|-----------|
| | Ulangan I | Ulangan II | Ulangan III | |
| 0,08 | 7,0 | 10,0 | 6,0 | 7,67 |
| 0,17 | 5,0 | 8,0 | 9,0 | 7,33 |
| 0,25 | 4,0 | 8,0 | 6,0 | 6,00 |

| T (jam) | $f_o - f_c$ (mm/jam) | | | Rata-rata |
|------------|----------------------|------------|-------------|-----------|
| | Ulangan I | Ulangan II | Ulangan III | |
| 0,33 | 4,0 | 7,0 | 4,0 | 5,00 |
| 0,42 | 4,0 | 7,0 | 8,0 | 6,33 |
| 0,50 | 2,0 | 7,0 | 6,0 | 5,00 |
| 0,58 | 2,0 | 2,0 | 6,0 | 3,33 |
| 0,67 | 2,0 | 0,0 | 6,0 | 2,67 |

Tabel 2. Rata-rata Laju Infiltrasi pada Kelas Umur 8 tahun

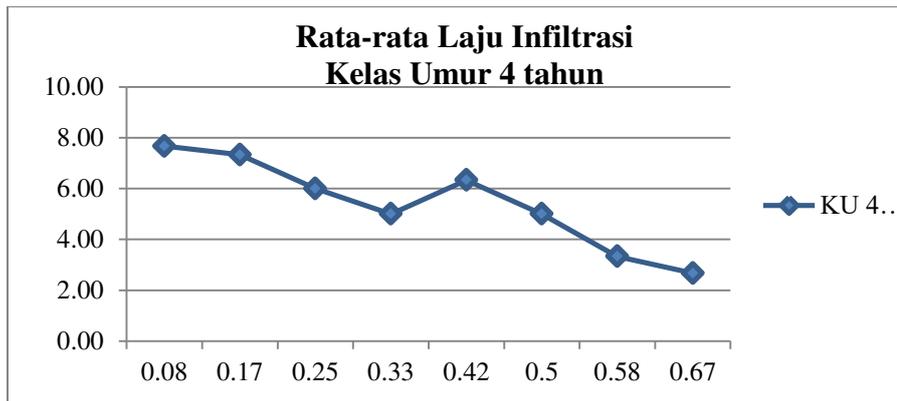
| t (jam) | $f_o - f_c$ (mm/jam) | | | Rata-rata |
|------------|----------------------|------------|-------------|-----------|
| | Ulangan I | Ulangan II | Ulangan III | |
| 0,08 | 18,0 | 7,0 | 15,0 | 13,33 |
| 0,17 | 10,0 | 4,0 | 5,0 | 6,33 |
| 0,25 | 7,0 | 4,0 | 11,0 | 7,33 |
| 0,33 | 5,0 | 4,0 | 5,0 | 4,67 |
| 0,42 | 2,0 | 2,0 | 1,0 | 1,67 |
| 0,50 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,33 |
| 0,58 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,33 |
| 0,67 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,33 |

Keterangan :

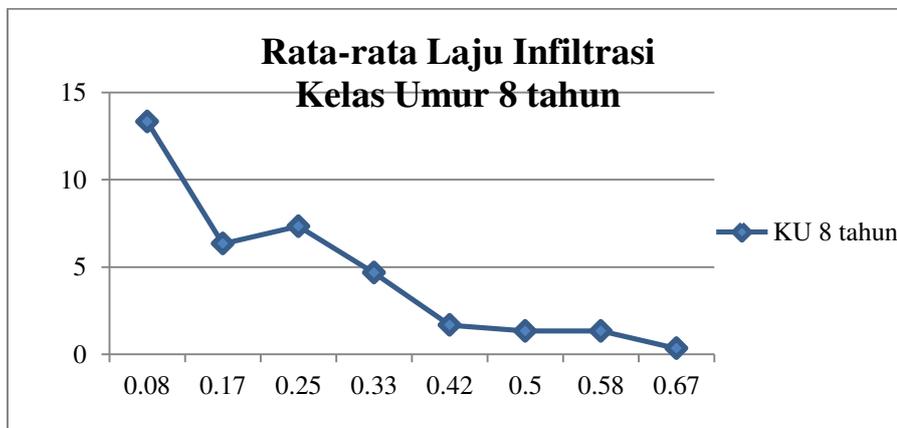
t : Waktu (jam)

f_o : Infiltrasi saat awal (mm/jam)

f_c : Infiltrasi konstan (mm/jam)



Gambar 4. Rata-rata Laju Infiltrasi Pada Kelas Umur 4 Tahun



Gambar 5. Rata-rata Laju Infiltrasi pada Kelas Umur 8 tahun

Data yang diperoleh pada Tabel 1 mengenai rata-rata laju infiltrasi di kelas umur 4 tahun dengan laju infiltrasi menit awal sebesar 7,67 mm/jam dan rata-rata laju infiltrasi pada menit akhir sebesar 2,67 mm/jam. Perbedaan hasil rata-rata laju infiltrasi dipengaruhi oleh waktu dan besarnya kapasitas pada lahan keret umur 4 tahun yang dapat dilihat di Tabel 13. Sesuai dengan pernyataan Suripin (2004), yang menyatakan banyaknya air yang masuk melalui permukaan tanah persatuan waktu dikenal sebagai laju infiltrasi.

Rata-rata laju infiltrasi pada kelas umur 8 tahun dengan laju infiltrasi awal sebesar 13,33 mm/jam, laju infiltrasi yang terjadi pada kelas umur ini lebih tinggi dibanding dengan laju infiltrasi pada kelas umur 4 tahun. Laju infiltrasi awal tertinggi pada setiap ulangan terjadi pada ulangan pertama sebesar 18,0 mm/jam dengan rata-rata laju infiltrasi akhir atau laju infiltrasi telah konstan sebesar 0,67 mm/jam. Meningkatnya laju infiltrasi yang terjadi dikarenakan tekstur tanah yang berpasir sesuai dengan pernyataan Hidayah *et al.* (2001), tanah yang memiliki pori makro (berpasir) berfungsi sebagai lalu lintas air karena mudahnya air untuk melewatinya sehingga laju infiltrasi meningkat.

3.1. Kapasitas dan Volume Infiltrasi

Berdasarkan perhitungan kapasitas infiltrasi berbagai kelas umur tegakan pohon karet pada Lampiran 4 sampai Lampiran 6 selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui rata-rata kapasitas dan volume infiltrasi. Hasil perhitungan rata-rata kapasitas dan volume infiltrasi berbagai kelas umur tegakan pohon karet di sajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Hasil Kapasitas Dan Volume Infiltrasi Pada Berbagai Kelas Umur

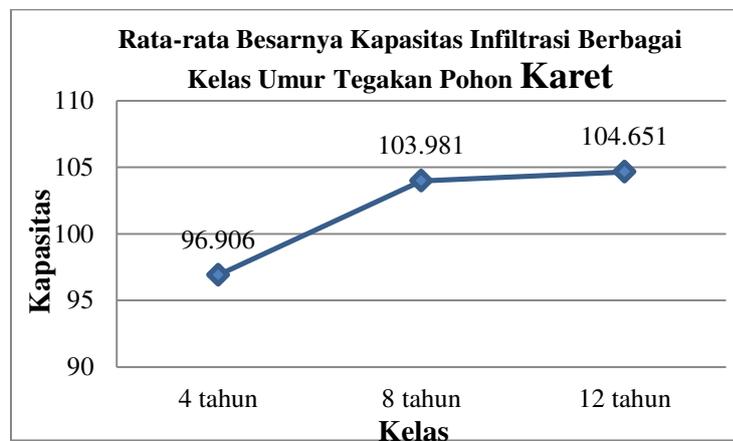
| No. | Lokasi | t (jam) | fc (mm/jam) | fo-fc (mm) | e | k | f (mm/jam) | v (m ³) |
|-----|------------------|------------|----------------|---------------|-------|-------|----------------|------------------------|
| 1 | KU 3-I | 0,92 | 110,0 | 30,00 | 2,718 | 4,850 | 110,346 | 107,314 |
| 2 | KU 3-II | 0,83 | 91,0 | 49,00 | 2,718 | 6,730 | 91,184 | 82,784 |
| 3 | KU 3-III | 0,92 | 89,0 | 51,00 | 2,718 | 6,100 | 89,186 | 90,210 |
| | Rata-rata | | 96,7 | | | | 96,906 | 93,436 |
| 4 | KU 8-I | 0,83 | 94,0 | 46,00 | 2,718 | 5,820 | 94,367 | 85,861 |
| 5 | KU 8-II | 0,92 | 116,0 | 24,00 | 2,718 | 4,640 | 116,336 | 111,820 |
| 6 | KU 8-III | 0,83 | 101,0 | 39,00 | 2,718 | 6,130 | 101,241 | 90,153 |
| | Rata-rata | | 103,667 | | | | 103,981 | 95,945 |
| 7 | KU 12-I | 0,83 | 121,0 | 19,00 | 2,718 | 4,810 | 121,351 | 104,307 |
| 8 | KU 12-II | 1,00 | 78,0 | 62,00 | 2,718 | 5,750 | 78,197 | 88,748 |
| 9 | KU 12-III | 0,83 | 114,0 | 26,00 | 2,718 | 5,020 | 114,403 | 99,719 |
| | Rata-rata | | 104,3 | | | | 104,651 | 97,591 |

Keterangan:

- t : Waktu (jam)
- fc : Infiltrasi konstan (mm/jam)
- fo : Infiltrasi saat awal (mm/jam) e : 2.718 k : konstanta
- f : Kapasitas infiltrasi (mm/jam)
- v : Volume Infiltrasi (mm³)

Hasil data pada Tabel 3 yang menjelaskan bahwa kapasitas infiltrasi pada berbagai kelas umur tegakan pohon karet menunjukkan hasil yang berbeda-beda walau pun hanya dengan selisih yang tidak begitu besar. Kapasitas infiltrasi dimaksudkan yaitu, kemampuan maksimal tanah untuk menyimpan air yang sesuai dengan pernyataan Sutedjo & Kartasapoetra *et al.* (2002), kapasitas infiltrasi yaitu kemampuan tanah dalam merembeskan banyaknya air ke dalam tanah. Semakin besar aliran kapasitas infiltrasi, maka aliran

permukaan akan makin kecil, dengan demikian infiltrasi air yang semaksimal mungkin masuk ke dalam tanah akan dapat mengendalikan terjadinya *run off* atau aliran permukaan.



Gambar 2. Rata-Rata Besarnya Kapasitas Infiltrasi Berbagai Kelas Umur

Berdasarkan pada Tabel 3. hasil dari rata-rata laju infiltrasi pada kelas umur 12 tahun laju infiltrasi awal sebesar 8,33 mm/jam, laju infiltrasi yang terjadi lebih rendah dibanding dengan laju infiltrasi pada kelas umur 8 tahun. Laju infiltrasi tertinggi pada setiap ulangan terjadi pada ulangan kedua sebesar 10,0 mm/jam dan memiliki laju infiltrasi rata-rata akhir sebesar 0,67 mm/jam. Laju infiltrasi konstan pada masing-masing ulangan sebesar 2,00 mm/jam dengan waktu rata-rata yang diperlukan untuk pengukuran laju infiltrasi yaitu 50 menit.

Tingginya laju infiltrasi pada kelas umur 8 dan 12 tahun disebabkan karena umur tanaman yang sudah tua memungkinkan serasah lebih banyak. Banyaknya serasah dapat meningkatkan bahan organik yang terdapat pada tanah yang akan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah. Mikroorganisme tanah ini akan membuat pori- pori atau celah pada tanah sehingga memungkinkan tanah lebih banyak menyimpan air.

Sistem perakaran tanaman juga mempengaruhi tanah dalam menyerap air. Akar karet yang cukup kuat juga akan tertanam dalam ke tanah, sehingga akar-akar tersebut akan membuat rekahan-rekahan untuk memudahkan air masuk dan tersimpan lama. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa semakin tua kelas umur tegakan karet, maka semakin tinggi laju infiltrasinya. Sesuai dengan pendapat Hutabarat *et al.* (2015), mengatakan bahwa semakin bertambah umur tanaman karet, sistem perakarannya akan memenuhi seluruh horizon tanah dengan demikian kemampuan tanah menahan air semakin banyak.

Kerapatan dan tinggi tajuk yang tinggi mampu melindungi tanah dari pukulan butir air hujan yang jatuh ke permukaan tanah sehingga agregat tanah tetap stabil, hal ini sesuai dengan pendapat Septianugraha & Suriadikusumah (2014), menyatakan bahwa tajuk-tajuk pohon yang saling menaungi akan mampu melindungi dan menahan jatuhnya titik air hujan di atas permukaan tanah.

Kapasitas infiltrasi terendah pada kelas umur karet 4 tahun sebesar 96,906 mm/jam. Rendahnya kapasitas infiltrasi pada umur 4 tahun dapat dikarenakan tajuk pohon dan perakarannya tidak serapat pada umur 12 dan 8 tahun yang dapat menurunkan kapasitas infiltrasi, hal ini sesuai dengan pernyataan Hanfiah (2004), bahwa pukulan butir air hujan

yang langsung jatuh ke permukaan tanah mengakibatkan rusaknya agregat tanah dan terjadi penyumbatan pori-pori tanah. Penyumbatan pori tanah akan menurunkan kapasitas infiltrasi dan kemungkinan terjadinya limpasan permukaan semakin besar mengakibatkan kapasitas infiltrasi tanah menjadi rendah

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan infiltrasi pada berbagai kelas umur tegakan pohon karet di DAS Maluka sebagai berikut:

- 1) Rata-rata laju infiltrasi awal yang tertinggi dalam penelitian ini terdapat pada kelas umur 8 tahun sebesar 13,33 mm/jam sedangkan, kelas umur 4 tahun sebesar 7,67 mm/jam dan kelas umur 12 tahun sebesar 8,33 mm/jam.
- 2) Kapasitas infiltrasi dari ketiga kelas umur yang tertinggi terdapat pada kelas umur 12 tahun sebesar 104,651 mm/jam dan kapasitas terendah terdapat pada kelas umur 4 tahun sebesar 96,906 mm/jam.
- 3) Volume infiltrasi yang terdapat pada ketiga kelas umur lebih rendah dari pada kapasitas infiltrasinya, dengan kelas umur 4 tahun sebesar 93,432 m³, kelas umur 8 tahun sebesar 95,945 m³ dan kelas umur 12 tahun sebesar 97,591 m³.

4.2. Saran

Penelitian infiltrasi ini dilakukan di Sub DAS Banyu Irang DAS Maluka, sehingga di sarankan agar di lakukan juga penelitian terkait infiltrasi di sub DAS Bati bati, agar diperoleh data yang lebih lengkap untuk analisis penentuan klasifikasi DAS dan analisis kerawan banjir di DAS Maluka Provinsi Kalimantan Selatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. (2006). *Konservasi Tanah dan Air*. Bandung: Penerbit IPB (IPB Press).
- Asdak, C. (2010). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hidayah, N., B. Suharto dan Widiyanto. (2001). *Evaluasi Model Infiltrasi Horton dengan Teknik Constant Head Melalui Pendugaan Beberapa Sifat Fisik Tanah pada Berbagai Pengelolaan Lahan*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Holilullah, Afandi, & Novpriansyah, H. (2015). Karakteristik Sifat Fisik Tanah Pada Lahan Produksi Rendah Dan Tinggi Di PT. Great Giant Pineapple. *Jurnal Agrotek Tropika*, 3(2): 278-282.
- Hutabarat, A.H., Sumono, & Ichwan, N. (2015). Kajian Laju Infiltrasi Pada Berbagai Penggunaan Lahan Di Kebun Percobaan Kwala Bekala Usu Desa Durin Tonggal Kecamatan Pancur Batu Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 3 (4) : 503-507.
- Indarto. (2010). *Hidrologi*. Bumi Aksara: Jember.
- Irawan, T., Yuwono, S.B., (2016) . Infiltrasi Pada Berbagai Tegakan Hutan di Arboretum Universitas Lampung. *Jurnal Silva Lestari* , 4(3) : 21-34.

- Kadir, S. (2013). *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Untuk Pengendalian Banjir di Catchmen Area Jaing Sub DAS Negara Propinsi Kalimantan Selatan*.
Disertasi Program Doktor Ilmu Pertanian Minat Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Kartasapoetra, G., A.G. Kartasapoetra, dan M. M. Sutedjo. (1991). *Teknologi Konservasi Tanah dan Air Edisi Kedua*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Lee, R. (1986). *Hidrologi Hutan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Madrid, A., Fernald, A. G., Baker, T. T. & VanLeeuwen, D. M. (2006). Evaluation of silvicultural treatment effects on infiltration, runoff, sediment yield, and soil moisture in a mixed conifer New Mexico forest. *Journal of Soil and Water Conservation*, 61(3): 159-168.
- Raharjo, B. (2011). *Belajar Otodidak Membuat Database Menggunakan MySQL*. Bandung: Informatika.
- Septianugraha, R. dan A. Suriadikusumah. (2011). *Pengaruh Penggunaan Lahan dan Kemiringan Lereng Terhadap C-Organik dan Permeabilitas Tanah di Sub-Das Cisangkuy Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung*. Jurusan Ilmu Tanah, Universitas Padjajaran, Jatinangor.
- Setiawan dan Andoko. (2005). *Petunjuk Lengkap Budidaya Karet*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Sirang, K. dan Kadir, S. (2011). Kajian Potensi Ketersediaan Air Di Das Berangas Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan. *Jurnal Hutan Tropika*. 6(2) : 1693-7643.
- Sosrodarsono, S. dan Takeda K. (2003). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sri Harto Br.(1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.
- Swadaya P. (2008). *Panduan Lengkap Karet*. Depok : Penebar Swadaya.
- Wibowo. H. (2010). Laju Infiltrasi Pada Lahan Gambut yang Dipengaruhi Air Tanah. *Jurnal Belian* 9 (1), 90–103.
- Zhang, H., and Wang, X. (2007). Land-Use Dynamics and Flood Risk In The Hinterland of the Pearl River Delta: The case of Foshan City. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 14 (5) : 485 - 92.