

STUDI INFILTRASI DI DAS DUA LAUT KABUPATEN TANAH BUMBU PROVINSI KALIMANTAN SELATAN

*Study Infiltration in Dua Laut Watersheds of Tanah Bumbu District
South Kalimantan province*

Nofitasari, Muhammad Ruslan, dan Syarifuddin Kadir

Jurusan Kehutanan

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. *Infiltration is part of the hydrologic cycle, namely the process of entering water from the surface into the soil. Infiltration is affected by vegetation, slope dan soil type. This study aims to analyze the amount of capacity and volume of infiltration in open land, shrubs and rubber plantations in the DAS Dua Laut. The reseach method uses the Horton formula with the observation point using purposive sampling with regard to various land cover and slope classes. The results showed that the highest value of infiltration capacity in rubber plantation land cover at slopes of 0-8% with a value of 1.182 mm/jam and the lowest in open land at slopes of 15-25% with a value of 0.402 mm/jam. The highest infiltration volume value in rubber plantations is 0.734 mm³ while the lowest value in open land is 0.131 mm³. this shows that the higher the slope, the smaller the infiltration and the land that has vegetation the infiltration tends to be greater. The level of slope of the land in the DAS Dua Laut affects the rate of infiltration. Infiltration rate can be categorized as slow and very slow. This is influenced by the type of soil which is clay and dusty clay.*

Keywords; *infiltration; capacity and volume of infiltration; DAS Dua Laut*

ABSTRAK. Infiltrasi merupakan bagian dari siklus hidrologi yaitu proses masuknya air dari permukaan masuk ke dalam tanah. Infiltrasi dipengaruhi oleh vegetasi, kelerengan dan jenis tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis besarnya kapasitas dan volume infiltrasi di lahan terbuka, semak belukar dan perkebunan karet di DAS Dua Laut. Metode penelitian ini menggunakan rumus Horton dengan titik pengamatan menggunakan purposive sampling dengan memperhatikan berbagai penutupan lahan dan kelerengan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kapasitas infiltrasi tertinggi pada tutupan lahan perkebunan karet dengan kelerengan 0-8% sebesar 1.182 mm/jam dan yang terendah adalah lahan terbuka pada kelerengan 15-25% dengan nilai 0.402 mm/jam. Nilai volume infiltrasi tertinggi pada perkebunan karet sebesar 0.734 mm³ sedangkan yang terendah pada lahan terbuka sebesar 0.131 mm³. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kelerengan maka infiltrasi akan semakin kecil dan tanah yang memiliki vegetasi maka infiltrasinya cenderung lebih besar. Tingkat kelerengan tanah pada DAS Dua Laut mempengaruhi laju infiltrasi. Dimana dapat dikategorikan laju infiltrasinya yaitu lambat dan sangat lambat. Hal ini juga dipengaruhi oleh jenis tanah yaitu tanah liat dan liat berdebu.

Kata kunci; infiltrasi, kapasitas dan volume infiltrasi, DAS Dua Laut

Penulis untuk korespondensi, surel: nofitasari309@gmail.com

PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai hutan tropis dengan luas terbesar ketiga setelah Brazil. Hutan memiliki fungsi yang di antaranya adalah mengatur tata air, mencegah terjadinya banjir, erosi, serta memelihara kesuburan tanah. Infiltrasi merupakan bagian dari siklus hidrologi yaitu proses masuknya air dari permukaan masuk ke dalam tanah. Suatu kawasan jika infiltrasinya terganggu maka akan

berpengaruh terhadap siklus hidrologi pada kawasan tersebut, sehingga keseimbangan alam tidak terpenuhi. Siklus hidrologi merupakan gerakan air laut ke udara kemudian jatuh ke permukaan bumi sebagai hujan.

Tipe penutupan lahan yang dianggap memiliki peran yang baik dalam pengendalian daur hidrologi adalah hutan. Lahan yang tidak memiliki tutupan lahan (lahan terbuka) mengakibatkan terjadinya erosi dan aliran permukaan sehingga berpengaruh pada infiltrasi yang rendah.

Lahan terbuka ini dapat ditanggulangi dengan melakukan konservasi secara vegetatif, dengan adanya vegetasi air yang jatuh ke tanah tidak langsung mengenai permukaan tanah, sehingga akan mengurangi aliran permukaan yang menjadi penyebab terjadinya erosi sehingga dapat dikatakan bahwa infiltrasi di lahan tersebut bagus.

Kabupaten Tanah Bumbu merupakan salah satu kabupaten yang ada di Provinsi Kalimantan Selatan dengan luas $\pm 5.066,96$ km² (506.696 ha). Sebagian besar wilayah Kabupaten Tanah Bumbu masih merupakan hutan yaitu seluas 319.470 Ha atau 63,05% dari keseluruhan wilayah Kabupaten Tanah Bumbu. Hanya sekitar 19,56 persen atau 99.111 ha saja yang sudah dimanfaatkan untuk pertanian sawah, ladang dan perkebunan. Penduduk Kabupaten Tanah Bumbu menempati kurang lebih 7.831 ha yang digunakan sebagai pemukiman, selebihnya digunakan untuk pertambangan, perairan darat, padang rumput dan tanah terbuka sehingga lahan kritis di tanah bumbu yaitu sekitar 19.753,2 ha. Kabupaten yang beribukota Batulicin ini memiliki 10 (sepuluh) Kecamatan yaitu Kecamatan Kusan Hilir, Sungai Loban, Satui, Kusan Hulu, Batulicin, Karang Bintang, Simpang Empat, Mantewe, Kuranji dan Angsana (BPS Dalam Angka 2016).

Tanah bumbu terdapat 93 titik desa dan 8 kecamatan yang merupakan daerah yang rawan banjir, termasuk di kecamatan sungai loban hal ini dikarenakan pada daerah tersebut terdapat penyalahgunaan lahan atau alih fungsi lahan. Seperti pada daerah yang akan dilakukan penelitian ini yaitu pada DAS Dua Laut. DAS Dua Laut sendiri merupakan salah satu DAS yang berada di kecamatan sungai loban. Melihat kondisi ini (lahan kritis yang luas dan rawan terhadap banjir), Oleh karena itu, perlu dilakukan prediksi untuk menganalisa besarnya infiltrasi di berbagai tutupan lahan (lahan terbuka, semak belukar dan perkebunan karet) dengan memperhatikan kelerengan tertentu. Tujuan Penelitian ini adalah untuk menganalisis besarnya kapasitas dan volume infiltrasi di lahan terbuka, semak belukar dan perkebunan karet di DAS Dua Laut dengan kelerengan 0-8%, 8-15% dan 15-25%.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di DAS Dua Laut Kecamatan Sungai Loban Kabupaten Tanah Bumbu. Pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan Desember 2017 sampai dengan selesai.

Objek yang diteliti adalah infiltrasi pada lahan terbuka, semak belukar dan perkebunan karet dengan kelerengan 0 – 8%, 8 – 15% dan 15 – 25%. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jerigen untuk menampung air, *double ring infiltrometer* untuk mengukur laju infiltrasi, *stopwatch* untuk menghitung waktu, *clinometer* untuk mengukur kelerengan, penggaris untuk mengukur tinggi muka air, palu untuk memasukkan infiltrometer ke dalam tanah, kamera untuk dokumentasi selama penelitian, kalkulator untuk menghitung data, alat tulis. Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini berupa air.

Prosedur Penelitian

Pengambilan Data

Letak pengambilan data atau pengukuran laju infiltrasi dilakukan secara purposive sampling artinya pengambilan data infiltrasi maupun peletakan alat *double ring infiltrometer* di area atau lahan yang dianggap dapat mewakili seluruh areal yang diteliti sesuai dengan ketentuan.

Pengumpulan Data

Upaya yang dilakukan untuk mengumpulkan data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data primer yang didapat dengan melakukan pengamatan secara langsung di lapangan (observasi), yang terdiri atas pengambilan data laju infiltrasi pada lahan terbuka, semak belukar dan perkebunan karet dengan kelerengan 0–8%, 8–15% dan 15–25% dengan masing-masing 3 ulangan. Pengambilan data sekunder dilakukan untuk melengkapi penelitian, data yang dikumpulkan berupa data tentang gambaran umum lokasi penelitian yang diperoleh dari instansi terkait, data curah hujan yang mewakili wilayah DAS Dua Laut diperoleh dari BMKG Stasiun Klimatologi Banjarbaru, serta peta DAS, Peta tutupan lahan, peta kelerengan dan peta jenis tanah.

Analisis Data

Pengukuran infiltrasi dilakukan di lahan terbuka semak belukar dan perkebunan karet sehingga diperoleh data kapasitas infiltrasi dan volume infiltrasi. Pada perhitungan data hasil penelitian infiltrasi menggunakan rumus Horton. Model Horton adalah salah satu model infiltrasi yang terkenal dalam hidrologi. Horton mengakui bahwa kapasitas infiltrasi berkurang seiring dengan bertambahnya waktu hingga mendekati nilai konstan. Model Horton (1998) dapat dinyatakan secara matematis mengikuti persamaan berikut:

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

$$v = f_c t + \frac{f_0 - f_c}{k} (1 - e^{-kt})$$

Keterangan:

- f_c : Infiltrasi konstan (mm/jam)
- f_0 : Infiltrasi saat awal (mm/jam)
- f : Kapasitas infiltrasi (mm/jam)
- v : Volume infiltrasi (mm³)
- t : Waktu
- k : Konstanta
- e : 2,718

Berikut rincian tingkat klasifikasi infiltrasi yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi infiltrasi tanah

Deskripsi	Infiltrasi (mm/jam)
Sangat lambat	< 1
Lambat	1 – < 5
Sedang lambat	5 – < 20
Sedang	20 – < 65
Sedang cepat	65 – < 125
Cepat	125 – < 250
Sangat cepat	> 250

Sumber: Lee, 1988

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Infiltrasi

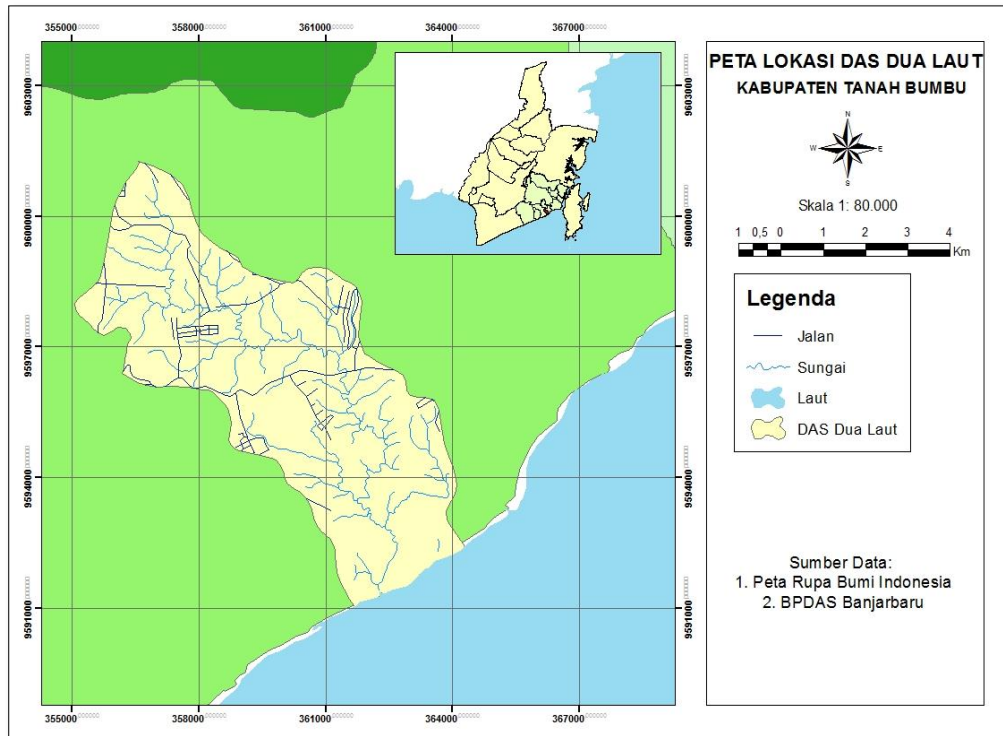
Pengukuran infiltrasi menggunakan alat *Double Ring Infiltrometer* yang memiliki diameter bagian luar 50 cm dan bagian dalam berdiameter 30 cm serta memiliki tinggi 30 cm diatas permukaan tanah. Fungsi air ring bagian luar adalah menjaga aliran air ring bagian dalam agar bergerak vertikal ke bawah sehingga tidak menyebar. Pengukuran infiltrasi dilapangan dilakukan setiap 5 menit, hal ini sesuai dengan Madrid *et al.* (2006) bahwa pengukuran infiltrasi menggunakan sebuah cincin logam melingkar dengan interval lima menit.

Pengukuran infiltrasi dilakukan pada berbagai penutupan lahan seperti

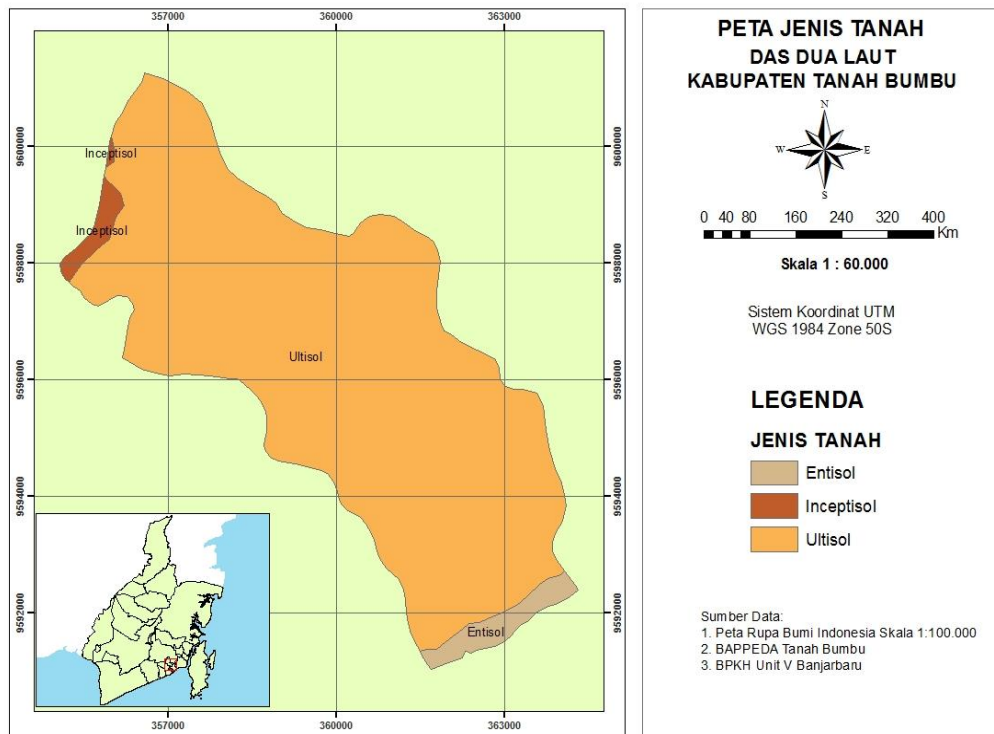
perkebunan karet, semak belukar dan lahan terbuka dengan kelerengan 0-8%, 8-15% dan 15-25%. Masing-masing pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali ulangan sehingga didapatkan data sebanyak 27 dengan jenis tanahnya ultisol (PMK) dan tekstur tanahnya berupa liat dan liat berdebu. Dilihat dari peta pada Gambar 1 Peta Lokasi DAS Dua Laut dan Gambar 2 Peta Jenis Tanah DAS Dua Laut yang didominasi oleh jenis tanah ultisol, yang persebarannya dari hilir sampai bagian hulu.

Permeabilitas Tanah

Berdasarkan hasil analisis tanah Laboratorium Pertanian diperoleh nilai permeabilitas tanah seperti pada Tabel 2.



Gambar 1 Peta Lokasi DAS Dua Laut



Gambar 2 Peta Jenis Tanah DAS Dua Laut

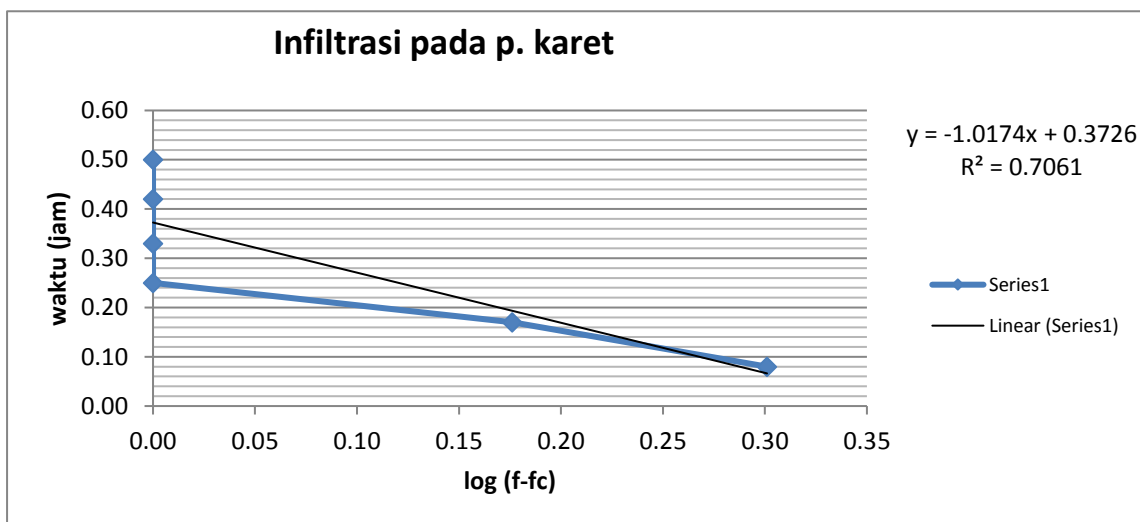
Tabel 2. Hasil Analisis Permeabilitas

No	Lereng	Penutupan Lahan	permeabilitas	Jenis tanah	Deskripsi
1	0-8%	Perkebunan Karet	3.03	Liat	Sedang
2	8-15%	Perkebunan Karet	2.75	Liat	Sedang
3	15-25%	Perkebunan Karet	2.55	Liat	Sedang
4	0-8%	Semak Belukar	2.58	Liat berdebu	Sedang
5	8-15%	Semak Belukar	3.01	Liat	Sedang
6	15-25%	Semak Belukar	2.47	Liat	Sedang
7	0-8%	Lahan Terbuka	2.55	Liat berdebu	Sedang
8	8-15%	Lahan Terbuka	2.39	Liat	Sedang
9	15-25%	Lahan Terbuka	1.87	Liat	Agak Lambat

Data yang diperoleh dapat dilihat permeabilitas tertinggi yaitu pada perkebunan karet sebesar 3.03 cm/dtk dan nilai terendah yaitu pada lahan terbuka sebesar 1.87 cm/dtk. Hal ini menunjukkan bahwa permeabilitas pada daerah tersebut dapat dikatakan sedang karena dipengaruhi oleh faktor jenis tanah yaitu liat dan liat berdebu. Menurut Rachim (1997) bahwa permeabilitas pada tanah yang memiliki tekstur yang semakin kasar maka permeabilitas semakin cepat, sedangkan tekstur tanah pada daerah penelitian yaitu liat dan liat berdebu yang sifatnya halus, agak licin dan sangat lekat sehingga permeabilitasnya rendah. Permeabilitas berkaitan erat dengan pori tanah jika ukuran pori besar maka pergerakan air dan udara dalam tanah akan bebas sehingga infiltrasinya akan tinggi.

Kapasitas Infiltrasi

Kurva kapasitas infiltrasi dibuat dari data hasil pengukuran infiltrasi menggunakan model Horton (1938). Horton mengatakan bahwa kapasitas infiltrasi berkurang sejalan dengan bertambahnya waktu sehingga infiltrasi mendekati nilai konstan. Adapun tahapan-tahapan perhitungan yaitu mengetahui nilai k (konstanta), fc dan fo yang mana di dapat dari data pengukuran yang telah dilakukan di lapangan. Perhitungan nilai k dilakukan dengan menghitung nilai log dari perhitungan analisis infiltrasi, kemudian membuat kurva dengan persamaan linear regresi $Y = m X - c$ dan $X = \log (f - f_c)$ sehingga dari grafik tersebut nilai k bisa dihitung. Dari kurva tersebut didapat nilai m (gradien) yang akan dimasukkan kedalam persamaan $k = -1/0.434.m$. Kurva persamaan linear yang digunakan untuk mencari nilai m adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Kurva Persamaan Linear Regresi

Berdasarkan kurva persamaan linear regresi tersebut didapat nilai m sebesar - 1.0174 dan R= 0.7061. Maka nilai m dimasukkan ke dalam rumus persamaan k yaitu $k = -1/0.434.m$. Sehingga didapatkan nilai k yaitu 2.26.

Rata-rata Kapasitas dan Volume Infiltrasi

Berdasarkan hasil perhitungan kurva kapasitas infiltrasi pada berbagai penutupan

lahan (gambar 3) dan kelerengan (Gambar 4) dilapangan selanjutnya dilakukan analisis untuk mengetahui rata-rata kapasitas dan volume infiltrasi. Hasil analisis kapasitas dan volume infiltrasi di DAS Dua Laut disajikan pada Tabel 3 yaitu Rata-rata hasil analisis kapasitas infiltrasi dan volume infiltrasi diberbagai penutupan lahan dan kelerengan di DAS Dua Laut.

Tabel 3. Rata-rata hasil analisis kapasitas dan volume infiltrasi pada berbagai penutupan lahan dan kelerengan di DAS Dua Laut.

No	Kelerengan	Penutupan Lahan	fo (mm/jam)	fc (mm/jam)	f (mm/jam)	v (mm ³)
1	0-8%	Perkebunan Karet	2.83	0.83	1.182	0.611
2	8-15%	Perkebunan Karet	2.76	1.00	1.144	0.734
3	15-25%	Perkebunan Karet	2.33	0.43	0.603	0.488
4	0-8%	Semak Belukar	1.9	0.66	1.021	0.441
5	8-15%	Semak Belukar	2.0	0.40	0.739	0.455
6	15-25%	Semak Belukar	1.63	0.46	0.467	0.243
7	0-8%	Lahan Terbuka	1.56	0.66	0.829	0.359
8	8-15%	Lahan Terbuka	1.3	0.63	0.721	0.246
9	15-25%	Lahan Terbuka	0.86	0.26	0.402	0.131

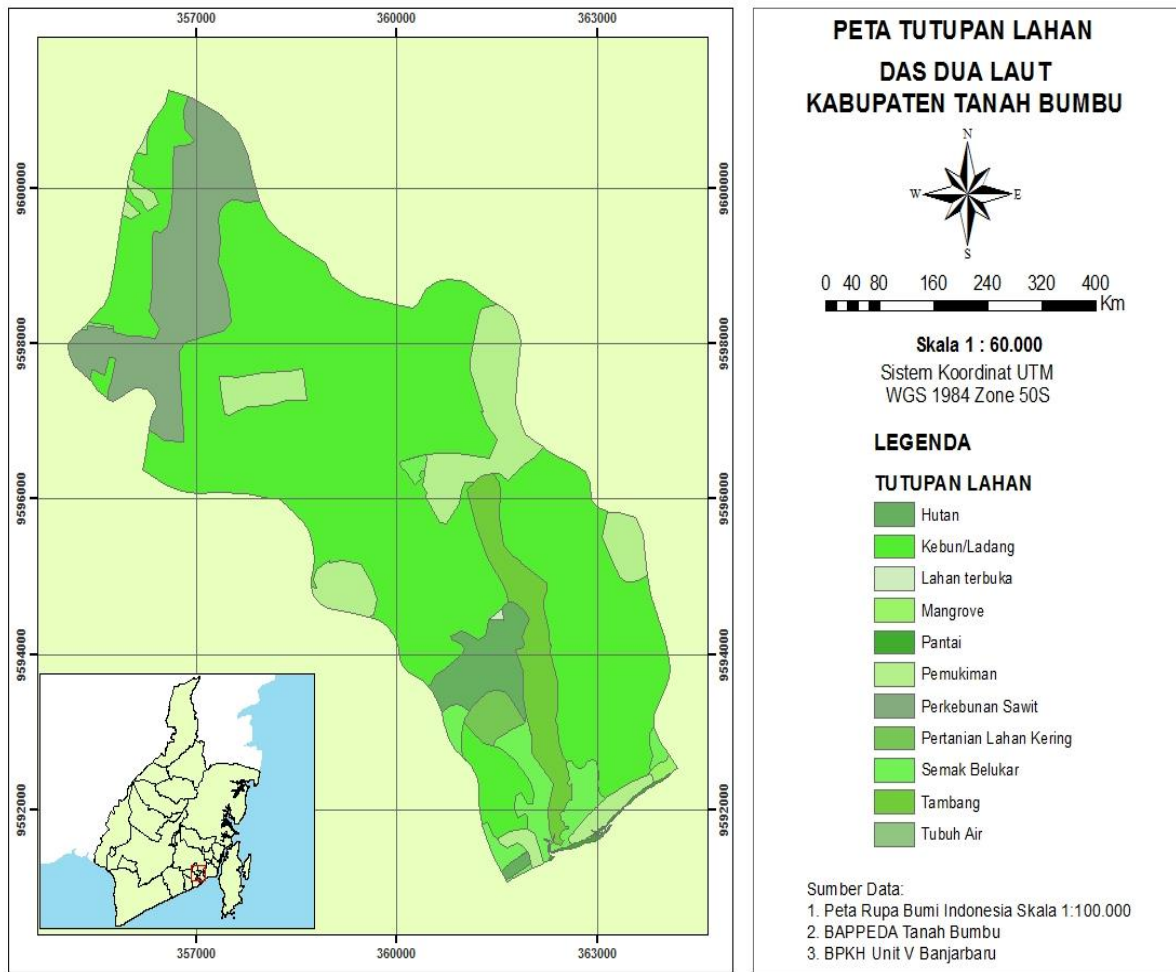
Keterangan:

- fo = Rata-rata kapasitas infiltrasi saat awal (mm/jam)
- fc = Rata-rata kapasitas infiltrasi saat konstan (mm/jam)
- f = Rata-rata kapasitas infiltrasi atau laju maksimum air masuk kedalam tanah (mm/jam)
- v = Rata-rata volume infiltrasi (mm³)

Hasil analisis infiltrasi diperoleh bahwa kapasitas infiltrasi tertinggi pada penutupan lahan perkebunan karet pada kelerengan 0-8% dengan nilai 1.182 mm/jam sedangkan infiltrasi terendah pada lahan terbuka kelerengan 15-25% dengan nilai 0.402 mm/jam. Hal ini dikarenakan besarnya infiltrasi pada perkebunan karet dipengaruhi oleh kerapatan tajuk. Penutupan tajuk yang semakin rapat akan meningkatkan bahan organik dari seresah yang dihasilkan. Lahan terbuka vegetasi penutup tanahnya didominasi oleh rumput yang perakarannya pendek, sehingga infiltrasinya rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Yanrilla

(2001) dimana air hujan yang jatuh tidak langsung mengenai permukaan tanah akan tetapi tertahan oleh vegetasi yang berupa tajuk dan tanaman bawah sehingga infiltrasi yang dihasilkan akan tinggi. Hal ini didukung dengan pernyataan bahwa dengan adanya pohon-pohon maka perakarannya akan meningkat dalam penyerapan air sehingga akan memperbesar infiltrasinya (Setyowati, 2007)

Data kapasitas infiltrasi suatu wilayah menjadi acuan untuk perencanaan pelaksanaan pengendalian kerawanan banjir (Ruslan *et al.* , 2013).



Gambar 4. Peta Tutupan Lahan

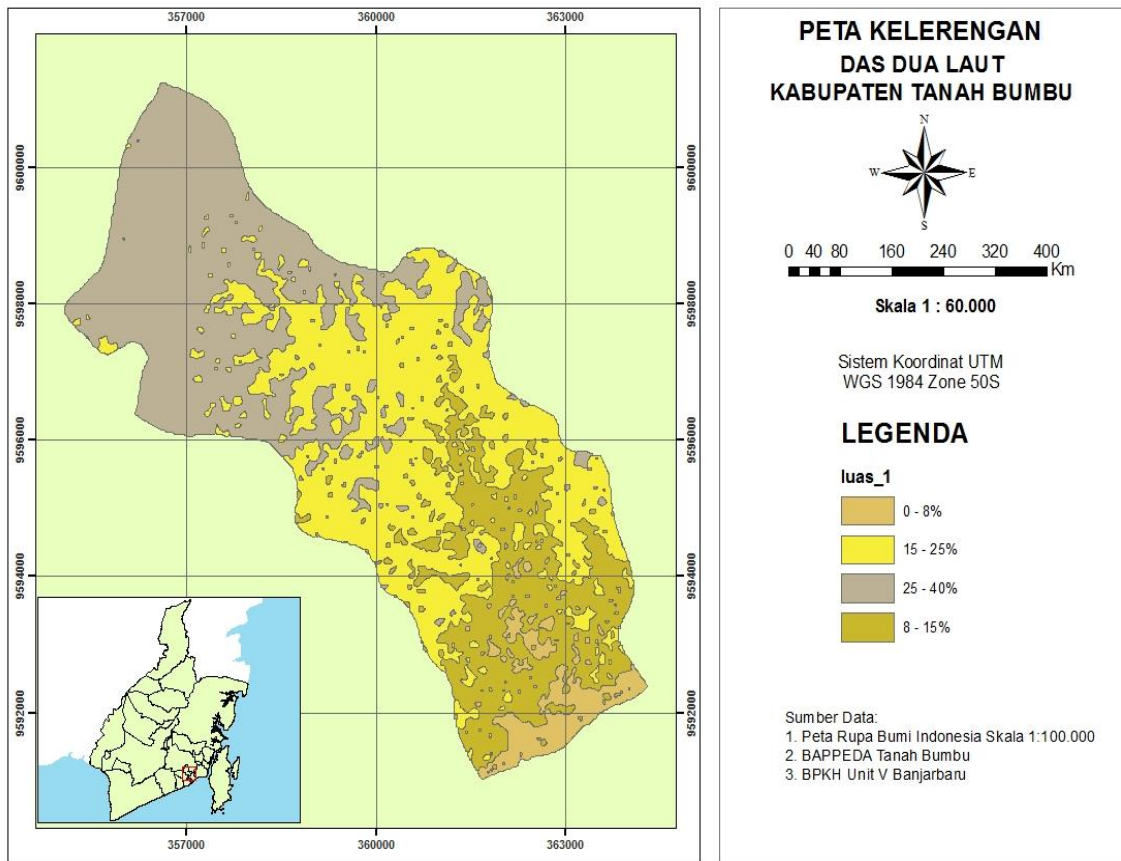
Berdasarkan tanah yang bervegetasi selain aktivitas perakarannya yang membantu membentuk agregat tanah juga mampu melindungi permukaan tanah dari hujan sehingga menghambat aliran permukaan. Vegetasi dapat meningkatkan infiltrasi karena perakarannya yang mampu menyerap air masuk ke dalam tanah. Sedangkan untuk tanah yang tidak bervegetasi memiliki infiltrasi yang rendah karena tidak ada akar yang dapat menyerap air sehingga aliran permukaannya tinggi dan dapat menyebabkan terjadinya erosi.

Kelerengn terhadap Infiltrasi

Berdasarkan kondisi di lapangan faktor kelerengn mempengaruhi laju infiltrasi (Gambar 5). Jika semakin curam maka

aliran permukaan tinggi dan infiltrasinya rendah. Besarnya aliran permukaan akan menyebabkan tingginya pengikisan permukaan tanah dan tidak ada kesempatan air yang masuk ke dalam tanah (infiltrasi). Data kemiringan lereng berdasarkan laju infiltrasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari gambar peta kelerengn diatas dapat dilihat bahwa kelerengn di DAS Dua Laut terdapat 4 kelerengn yaitu kelerengn 0-8%, 8-15%, 15-25% dan 25-40%. Hal ini sesuai dengan klasifikasi kemiringan lereng menurut Departemen Kehutanan (1998). Namun dalam penelitian infiltrasi ini hanya menggunakan kelerengn 0-8%, 8-15% dan 15-25%.



Gambar 5. Peta Kelerengan DAS Dua Laut

Tabel 4. Data Kemiringan Lereng Terhadap Laju Infiltrasi

No	kelerengan	Penutupan lahan	f (mm/jam)	Keterangan dilapangan
1	0-8%	Perkebunan Karet	1.182	Lambat
2	8-15%	Perkebunan Karet	1.144	Lambat
3	15-25%	Perkebunan Karet	0.603	Sangat lambat
4	0-8%	Semak Belukar	1.021	Sangat lambat
5	8-15%	Semak Belukar	0.739	Sangat lambat
6	15-25%	Semak Belukar	0.467	Sangat lambat
7	0-8%	Lahan Terbuka	0.829	Sangat lambat
8	8-15%	Lahan Terbuka	0.721	Sangat lambat
9	15-25%	Lahan Terbuka	0.402	Sangat lambat

Berdasarkan data yang diperoleh dilapangan kelerengan 0-8%, 8-15% pada perkebunan karet laju infiltrasinya pada saat pengamatan dilapangan yaitu lambat dan lainnya sangat lambat. Hal ini dapat dipengaruhi oleh keadaan tanah dan vegetasi. Pada kelerengan 0-8% di semua tutupan lahan hanya perkebunan karet yang laju infiltrasinya lambat dan yang lainnya sangat lambat, hal ini dikarenakan terdapat

vegetasi yang berupa pohon karet yang akarnya dapat menyerap air masuk kedalam tanah tetapi juga dipengaruhi oleh keadaan tanahnya yang berupa tanah liat sehingga laju infiltrasinya lambat.

Sedangkan pada kelerengan 15-25% disemua tutupan lahan laju infiltrasinya sangat lambat ini disebabkan oleh keadaan kelerengan yaitu semakin curam maka aliran permukaan tinggi dan infiltrasinya

rendah serta di pengaruhi oleh keadaan tanah yang berupa tanah liat.

Berdasarkan pembahasan diatas dapat diketahui kapasitas dan volume infiltrasi pada DAS Dua Laut di pengaruhi oleh jenis tanah, vegetasi dan kelerengan. Tetapi tidak hanya kelerengan, vegetasi dan jenis tanah yang dapat mempengaruhi laju infiltrasi tetapi juga curah hujan yang tinggi, yang akan menyebabkan tanah menjadi jenuh air dan dalam penyerapan airnya menjadi tidak optimal,

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian yang telah dilaksanakan di DAS Dua Laut diperoleh data hasil penelitian infiltrasi pada lahan perkebunan karet, semak belukar dan lahan terbuka didapatkan hasil infiltrasi tertinggi pada lahan perkebunan karet sebesar 1.182 dan infiltrasi terendah pada lahan terbuka yaitu sebesar 0.402. Dan volume infiltrasi tertinggi pada penutupan lahan perkebunan karet sebesar 0.734 mm³, sedangkan volume infiltrasi yang terendah pada lahan terbuka sebesar 0.131 mm³. Tanah pada tempat penelitian mengandung liat yang tinggi sehingga diperoleh volume infiltrasi yang rendah dan aliran permukaannya tinggi.

Saran

Perhitungan infintrasi tanah sangat penting dilakukan untuk mengetahui berapa nilai infiltrasi suatu wilayah tertentu dan dapat menentukan pengaruh terhadap kerawanan pemasok banjir, serta sebagai acuan untuk perencanaan pelaksanaan pengendalian kerawanan banjir sehingga perlu adanya tindakan konservasi pada daerah DAS Dua Laut dan daerah lainnya yang termasuk rawan akan bencana banjir.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik, 2015. Kabupaten Tanah Bumbu dalam Angka Tahun 2016. <https://tanahbumbukab.bps.go.id/news.html> [diakses: 08 desember 2017].

Departemen Kehutanan RI. 1998. *Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Daerah Aliran Sungai*. Direktorat Jendral Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan. Jakarta.

Horton RI. 1938. *Interpretation and application of Runoff Plot Exsperimnts With Reference to Soil Erosion Problems*. Journal soil science society of America proceedings. 3:340-349

Lee R. 1986. *Forest Hydrology*. West Virginia University. Terjemahan Subagyo,S. 1986. *Hidrologi Hutan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Madrid A., Fernald AG., Baker TT. and VanLeeuwen DM. 2006. *Evaluation Of Silvicultural Treatment Effect 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

Rachim DA. 1997. *Tanah Dan Pengamatanya Dilapangan*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian IPB. Bogor.

Ruslan M., Kadir S., dan Sirang K. 2013. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Barito*. Cetakan 1. Universitas Lambung Mangkurat Press. Banjarmasin.

Yanrilla R. 2001. *Laju Infiltrasi pada Berbagai Jenis Penutupan Lahan Hutan Di RPH Tennjowaringin, BKPH Singaparna, KPH Tasikmalaya Perum Perhutani Unit II Jawa Barat*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.

Setyowati DI. 2004. *Sifat Fisik Tanah dan Kemampuan Tanah Meresap Air Pada Lahan Hutan, Sawah dan Permukiman*. Skripsi. Jurusan Geografi FIS UNNES. Semarang

Wischmeier, WH. and Smith, DD. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guite to Conservation Planning*, US Departement of Agriculture Handbook No. 537, USDA, Washington, D.C.