

INFILTRASI DAN LIMPASAN PERMUKAAN PADA POLA TANAM AGROFORESTRI DAN MONOKULTUR : STUDI DI DESA JERU KABUPATEN MALANG

Agung Sri Darmayanti ¹⁾, Solikin ²⁾

Purwodadi Botanic Garden – Indonesian Institute of Sciences
Jl. Raya Surabaya-Malang km 65 Pasuruan Jawa Timur
E-mail : yanthie82@gmail.com

ABSTRACT

The research aims to determine rate of water infiltration and soil run off on agroforestry, perennial and annual monoculture cropping systems was conducted at Jeru village Malang Refency. The water infiltration rate was measured by infiltrometer and the soil run off was measured simple rainfall simulator to make run off on the soil. The run off water and soil flowing was sheltered into a glass and then weighing the dry mass of the soil. Parameters observed were plant species, trees architectures model, the amount of litter in the land. The results showed that the highest water infiltration rate and the lowest soil run off was on multiculture agroforestry each 63,5 cm.h⁻¹ and 0,3 g.lt⁻¹ whereas the lowest water infiltration and the highest soil run off was on perennial trees monoculture cropping system each 30 h⁻¹ and 2,9 g.lt⁻¹. The multiculture agroforestry was dominated by 'waru gunung' (*Hibiscus macrophyllus*), 'mindi' (*Melia azedarach*), 'mahoni' (*Sweitenia macrophylla*), bamboes and cassava (*Manihot esculenta*) that have different tree architecture models. The diversity of the tree species also caused varying litters produced.

Key Word : infiltration, run off, architecture, litter

PENDAHULUAN

Air hujan yang jatuh pada lahan atau kawasan yang bervegetasi akan mengalami hambatan tajuk vegetasi atau tumbuhan sebelum mencapai permukaan tanah dan menjadi aliran permukaan. Air hujan ini mengalami proses aliran batang, lolos tajuk, intersepsi melalui tajuk dan serasah, sebagian lagi akan mengalami proses evapotranspirasi, aliran permukaan dan sisanya akan terinfiltrasi ke dalam tanah (Asdak, 2002). Limpasan permukaan terjadi apabila air hujan yang jatuh ke tanah melebihi besarnya infiltrasi, sehingga air yang tersisa mengalir sebagai aliran permukaan. Jumlah air yang menjadi limpasan sangat dipengaruhi oleh intensitas hujan, keadaan penutupan tanah, topografi, jenis tanah dan kadar air tanah sebelum terjadinya hujan (Asdak, 2002). Menurut Manan (1976), sedimentasi adalah proses pengendapan dari bahan organik dan nonorganik yang tersuspensi di dalam air dan diangkut oleh air.

Infiltrasi air pada umumnya mula-mula cepat kemudian melambat dan disusul dengan kondisi konstan. Pengamatan infiltrasi dapat digunakan untuk menduga seberapa besar kebutuhan air yang diperlukan oleh suatu jenis tanah pada suatu luasan tertentu untuk membasahinya, sejak dari kondisi kering lapangan hingga keadaan yang kebutuhan airnya menjadi konstan (Asdak, 2002). Laju infiltrasi dipengaruhi oleh sifat tanah dan vegetasi dan pola tanam yang ada di atasnya.

Kemampuan sistem lahan meretensi air hujan sangat bergantung kepada karakteristik sistem tajuk, perakaran, dan jumlah jatuhnya serasah vegetasi penutupnya. Permukaan yang tertutup oleh vegetasi dapat menyerap energi tumbuk hujan dan karenanya mampu mempertahankan laju infiltrasi yang tinggi. Menurut Seta (1987) tanaman dapat memperkecil erosi karena (1) Intersepsi air hujan oleh tajuk tanaman (2) Pengurangan aliran permukaan (3) Peningkatan agregasi tanah serta porositasnya dan (4) Peningkatan kehilangan air tanah sehingga tanah cepat kering. Karena itu pengolahan tanah atau pola tanam yang berbeda pada suatu lahan diduga sangat berpengaruh terhadap besar laju infiltrasi dan limpasan permukaan yang dihasilkannya.

Model arsitektur pohon mempunyai peranan dalam mendistribusikan serapan air ke dalam tanah dan besarnya aliran permukaan yang membawa tanah menjadi endapan tanah (sedimen). Elemen-elemen arsitektur pohon meliputi pola pertumbuhan batang, percabangan dan pembentukan



pucuk terminal. Pola pertumbuhan pohon dapat berupa ritmik atau kontinu (Halle, et al., 1978). Perbedaan bentuk arsitektur pohon mengakibatkan peran vegetasi dalam mendistribusikan air hujan sebagai air curah tajuk, aliran batang, dan air intersepsi juga berbeda.

Serasah adalah material tumbuhan yang terdiri dari daun dan ranting yang telah mati maupun bahan organik lainnya. Keberadaan serasah berperan penting dalam siklus hidrologi seperti mampu mencegah jatuhnya air hujan langsung sebelum mencapai permukaan tanah dan menghambat erosi yang dapat meningkatkan limpasan. Kemampuan serasah dalam menyimpan air berbeda-beda bergantung pada tipe vegetasi, pola tanam dan jenis serasah yang dihasilkan. Penutupan lantai hutan dengan serasah dan vegetasi sebesar 60-75% hanya menghasilkan 2% air limpasan (Sedell et al., 2000).

Hutan berfungsi untuk produksi dan berperan sebagai pengatur siklus hidrologi, mengendalikan kadar lengas tanah melalui sistem perakarannya dan mengendalikan aliran air yang dikeluarkan dalam hutan. Perubahan penggunaan lahan akan mempengaruhi parameter hidrologi dan tentunya mempunyai implikasi yang besar baik secara ekonomis maupun ekologis mengingat fungsi hidrologi dan tata air sangat erat kaitannya dengan kehidupan masyarakat.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan besarnya laju infiltrasi dan limpasan permukaan pada beberapa jenis pola tanam pada lahan berlereng di Desa Jeru Kecamatan Tumpang Kabupaten Malang.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan September 2012 di Desa Jeru, Kecamatan Tumpang, Kabupaten Malang pada lahan kering berlereng dengan pola tanam berbeda yaitu lahan agroforestri multikultur, lahan agroforestri monokultur tanaman tahunan, dan lahan agroforestri multikultur tanaman semusim. Kegiatan penelitian meliputi 3 jenis kegiatan yaitu pengamatan dan pendataan tanaman, penghitungan infiltrasi dan limpasan permukaan.

Pengumpulan data dimulai dengan pembuatan petak contoh berukuran 100 m x 100 m sebanyak dua petak untuk masing-masing pola tanam dengan mengukur laju infiltrasi dan kecepatan limpasan permukaan. Laju infiltrasi diukur dengan ring infiltrometer. Alat-alat lain yang dibutuhkan seperti penera penurunan air berpelampung dan berskala, stopwatch, drum aspal dan ember plastik besar sebagai tandon air, meteran, peta, godam (palu besar), plat besi untuk mendorong infiltrometer masuk ke dalam tanah, lembaran plastik, dan alat-alat tulis. Cara kerja pengamatan dapat dilihat dalam Landon (1980). Pengoperasian dengan cara menuang air ke dalam plat besi berdiameter 50 cm, lalu mencatat tiap 2 menit berapa cm ketinggian air yang masuk ke dalam tanah, begitu seterusnya sampai pemasukan air ke dalam tanah konstan (tidak ada penambahan). Data hasil pengamatan laju infiltrasi bagi setiap jenis tanah, disajikan dalam bentuk tabel dan atau kurva hubungan laju resapan versus waktu pengamatan. Data yang diperoleh lalu dihitung sampai mendapatkan laju infiltrasi (cm/ menit). Laju infiltrasi dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan: f = laju infiltrasi (cm/jam)
 Δh_c = perubahan tinggi muka air tiap selang waktu (cm)
 Δt = selang waktu pengukuran (menit)

Sedangkan limpasan permukaan diukur dengan menggunakan alat rainfall sederhana, yaitu alat pembuat hujan dilengkapi dengan plat seng dan gelas penakar di bawah plat. Apabila alat pembuat hujan mengalirkan air pada lahan yang cukup miring, air langsung terkonsentrasi pada plat besi tersebut dan masuk dalam gelas penakar bersama dengan tanah-tanah yang terikut di dalamnya. Air dalam tanah yang tertampung kemudian diuapkan sehingga tanah yang tertinggal



dapat diukur berat keringnya. Tanah yang tertampung merupakan limpasan dari butiran penyusun tanah dan bahan organik yang hanyut oleh air hujan.

Pengamatan model arsitektur pohon dilakukan dengan mengamati ciri-ciri morfologi tajuk dan dahan secara umum, pola perkembangan pohon, perkembangan batang pokok, perkembangan dahan dan ranting. Kemudian mencari model arsitektur tajuk yang sesuai dengan ketentuan Halle., et al (1978).

Pengamatan terhadap sifat fisika dan kimia tanah yaitu Bulk Density (g/ cm³), Porisitas (%), Kadar air (%) , dan bahan organik (%), dan menganalisa hasil pengamatan tersebut pada Laboratorium Analisa Tanah di Fakultas Pertanian Jurusan Tanah Universitas Brawijaya Malang.

Berat seresah diperoleh dengan cara mengambil seresah pada lantai hutan dan menimbang berat keringnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagian lahan di Desa Jeru, Kecamatan Tumpang termasuk dalam topografi lahan dengan kelerengan 0-70%. Penelitian ini dilakukan pada lahan berkelerengan 50-60 %. Dalam kelas kelerengan tersebut dijumpai berbagai perbedaan tata cara pengolahan lahan, yaitu lahan yang diolah monokultur dengan mendominasi pada tanaman ubi kayu (*Manihot esculenta*) dengan minimnya jumlah tanaman tahunan dan semak yang berada di sekitarnya, tanah yang diolah secara monokultur dengan mendominasi pada tanaman tahunan yaitu sengon (*Albizia falcataria*), dan lahan multikultur yang ditanami dengan berbagai jenis tanaman tahunan maupun musiman.

Lahan monokultur yang menjadi tempat penelitian memiliki kemiringan 50%, didominasi oleh ubi kayu (*Manihot esculenta*) sebanyak kurang lebih 500 pohon/ ha. Di sekitarnya hanya terdapat sekitar 30 anakan mahoni (*Swietenia macrophylla*), beberapa pohon jabon (*Anthocephalus cadamba*), waru gunung (*Hibiscus macrophyllus*) serta sengon laut (*Albizia falcataria*) yang berdiameter batang antara 10- 15 cm, dan beberapa tanaman sela seperti durian (*Durio zibethinus*), petai (*Parkia speciosa*), dan papaya (*Carica papaya*). Hasil penelitian menunjukkan besarnya infiltrasi pada lahan monokultur tanaman semusim adalah 57 cm/jam dan nilai limpasan 0,7 g/lt. Menurut klasifikasi Booker Agricultural International (BAI) nilai laju infiltrasi pada semua sampel tegakan pohon tergolong laju yang sangat cepat yaitu di atas 25 cm/jam (Landon, 1984).

Lahan monokultur tanaman tahunan yang menjadi tempat penelitian memiliki kemiringan 60%, didominasi oleh pohon 'sengon laut' (*Albizia falcataria*). Sengon laut yang ditanam berjumlah sekitar 50 pohon/ 1 ha yang memiliki jarak tanam 1 m x 1 m. Tidak ada tanaman sela yang lain yang dijumpai. Hasil penelitian menunjukkan besarnya infiltrasi pada lahan monokultur tanaman tahunan adalah 30 cm/jam (termasuk laju infiltrasi sangat cepat) dan limpasan cukup besar, yaitu 2,9 g/lt.

Lahan multikultur agroforestri yang menjadi tempat penelitian memiliki kemiringan 50%. Dalam luasan 1 ha lokasi penelitian dijumpai berbagai tanaman tahunan dan musiman, diantaranya adalah tanaman mahoni (*Swietenia macrophylla*), waru gunung (*Hibiscus macrophyllus*), mindi (*Melia azedarach*), dan kopi (*Coffea Arabica*), yang berjumlah masing-masing antara 10-30 tanaman, bambu dari berbagai jenis berjumlah sekitar 50 rumpun, dan ubi kayu (*Manihot esculenta*) berjumlah sekitar 100 tanaman. Hasil penelitian menunjukkan besarnya infiltrasi pada lahan agroforestri adalah 63,5 cm/jam (termasuk laju infiltrasi sangat cepat) dan besarnya limpasan 0,3 g/liter.

Hasil penelitian terhadap infiltrasi dan limpasan permukaan serta beberapa faktor fisika tanah yang ikut mempengaruhi disajikan pada Tabel 1.

Menurut Suripin (2002) laju infiltrasi akan berkurang sejalan dengan bertambahnya waktu, disebabkan bahwa pada saat awal dimana tanah itu belum jenuh, infiltrasi terjadi akibat tarikan hisapan matriks dengan gravitasi. Laju Infiltrasi terbesar terjadi pada saat kandungan air tanah rendah dan sedang. Semakin tinggi kadar air tanah hingga keadaan jenuh air , laju infiltrasi menurun hingga mencapai maksimum dan konstan. Laju infiltrasi pada lahan monokultur tanaman semusim bernilai lebih besar (57 cm/jam) dibandingkan laju infiltrasi pada lahan monokultur tanaman tahunan (30 cm/jam) dikarenakan kandungan air tanah di dalamnya sangat kurang yaitu 8,4 %. Seperti yang dinyatakan oleh Asdak (2002) bahwa berkurangnya laju infiltrasi dapat terjadi karena bertambahnya



kadar air dan kelembaban tanah sehingga menyebabkan butiran tanah berkembang dan menutup pori tanah. Pada lahan agroforestri, banyaknya tanaman pohon dan paduan dari tanaman semusim serta semak menyebabkan banyak seresah daun dan tajuk yang menghalangi hujan langsung menumbuk tanah. Hujan yang terhalangi oleh tajuk baru kemudian jatuh ke tanah menyebabkan agregat tanah tidak rusak dan tidak menutupi pori tanah, akibatnya kondisi fisik tanah baik dan dengan cepat dapat mengalirkan air hujan secara vertikal mengisi air tanah.

Tabel 1. Hasil Pengukuran dan Penelitian pada Tiga Lokasi Sampel

Lokasi	Tekstur	Bulk density (g/cm ³)	Ruang Pori (%)	Kadar Air (%)	Bahan Organik (%)	Laju Infiltrasi (cm/jam)	Limpasan (g/lt)	Berat seresah (g/100 m ²)
Monokultur tanaman semusim	Lempung Berpasir	1,1	50,4	8,4	1,33	57	0,7	240
Monokultur tanaman tahunan	Lempung Berpasir	1,0	51,7	12,7	1,02	30	2,9	134
Multikultur	Lempung Berpasir	0,95	54,2	10,3	2,3	63,5	0,3	512

Kurangnya perlindungan dari tajuk yang berlapis pada lahan monokultur menyebabkan air hujan sering menumbuk tanah dan menyebabkan kerusakan agregat tanah, akibatnya setiap ada hujan, air banyak yang terlimpas dan sedikit yang mengisi ruang antar lapisan tanahnya. Hasil limpasan permukaan pada lahan monokultur tanaman tahunan ditunjukkan oleh berat sedimen tanah 2,9 gram per liter air yang terlimpas. Berat ini lebih besar dibandingkan 2 sampel yang lain. Hal ini dikarenakan kerusakan pada agregat tanah menyebabkan ikatan antar partikel tanahnya kurang kuat, sehingga butiran tanah serta bahan organik ikut hanyut dalam air hujan yang tidak terinfiltrasi. Tegakan sengon yang tidak dipadukan dengan beberapa tanaman semak atau tanaman lain menyebabkan tumbukan air hujan hanya tertangkap sementara oleh tajuk sengon dan menumbuk dengan energi yang besar ke permukaan tanah.

Hasil Pengamatan terhadap model arsitektur pohon di lokasi penelitian menunjukkan adanya perbedaan beberapa karakteristik masing-masing tegakan. Pada lahan monokultur tanaman semusim, dapat diamati tanaman yang mendominasi adalah ubi kayu (*Manihot esculenta*), tajuk tanaman ubi kayu melebar dengan daun yang menjari, namun jumlah daun yang jarang dan tajuk yang tidak tebal kurang dapat menahan pukulan air hujan yang jatuh ke tanah. Sedangkan pada lahan monokultur tanaman tahunan didominasi oleh tanaman sengon memiliki tajuk yang kurang lebar, namun dahan yang tinggi menyebabkan air hujan yang tertahan sementara oleh tajuk jatuh ke tanah tetap dengan gaya tumbukan yang kuat. Pada lahan agroforestri multikultur, didominasi oleh banyak tanaman tahunan. Mahoni (*Swietenia macrophylla*) dan mindi (*Melia azedarach*) termasuk pohon yang memiliki arsitektur model Rauh, yang merupakan memiliki tajuk lebar dan tebal. Model arsitektur Rauh adalah model arsitektur pohon dengan ciri-ciri batang bercabang, poliaksial, atau pohon dengan beberapa aksis yang berbeda. Aksis vegetatif yang tidak ekuivalen dengan bentuk homogen, semuanya orthotropik, percabangan monopodial dengan pertumbuhan secara ritmik (Halle, et al., 1978). Batang monopodial dengan pertumbuhan secara ritmik dan mengakibatkan perkembangan percabangan dimana secara morfologi identik dengan batang. Banyaknya tanaman ubi kayu juga berpengaruh terhadap distribusi air hujan menjadi air infiltrasi. Bentuk arsitektur



tanaman ubi kayu adalah model Leewenberg. Model Leewenberg adalah model arsitektur pohon yang bercabang dengan aksis vegetatif yang ekuivalen, homogen (tidak ada pembagian batang dan cabang) dan orthotropik (seringkali berupa aksis vertikal serta akrotoni yaitu percabangan tidak menggarpu). Setiap modul terdapat dua atau lebih cabang, simpodium berdimensi tiga, tidak linier, percabangan jelas, dan pembungaan terminal (Halle, et al., 1978). Dua jenis model tanaman di atas sangat berperan penting dalam pendistribusian air hujan untuk banyak menjadi air infiltrasi. Numberi, 2006 dalam penelitiannya mengatakan bahwa semakin tebal dan rapat penutupan tajuk, curahan tajuk yang terjadi akan semakin kecil dan air yang terinfiltrasi semakin besar. Seperti yang juga telah diteliti oleh Darmayanti (2012) nilai curah tajuk mahoni paling rendah dikarenakan prosentase penutupan tajuk mahoni paling besar diantara pohon trembesi dan jabon (sekitar 80%). Selain itu tata letak daun mahoni tersebar hampir merata di seluruh cabang, susunan daunnya rapat, dan ukuran daun relatif besar. Ditambahkan pula bahwa pada sekitar plot dominan tanaman mahoni bahwa makroporositas tanah sekitar tanaman mahoni cukup tinggi dan berat isi tanahnya cukup rendah menyebabkan air cepat masuk dan mengalir vertikal ke dalam tanah (Darmayanti, 2012).

Salah satu faktor yang juga sangat berpengaruh terhadap infiltrasi dan limpasan permukaan adalah tersedianya kandungan bahan organik tanah. Bahan organik tanah yang tinggi diperoleh salah satunya dari jatuhnya serasah daun dari vegetasi yang menaunginya. Pada lahan agroforestri multikultur, dominasi dari mahoni menyebabkan tebalnya serasah yang ditimbang per luasan petak penelitian yaitu 512 gram/ are. Serasah di permukaan tanah semakin lama akan semakin terdegradasi dan menjadi pertikel yang semakin kecil dan menyumbangkan unsur hara atau bahan organik bagi tanah, serasah juga akan menghalangi air hujan yang jatuh langsung memukul tanah, sehingga membantu pergerakan air secara vertikal (Utomo, 1998). Serasah mahoni juga merupakan serasah yang sukar lapuk karena nilai C/N nya dan polifenol serta lignin yang tinggi, sehingga ketersediaannya di atas tanah terjaga. Berdasarkan penelitian Darmayanti, et al. (2012) juga disebutkan dalam pendekomposisi serasah daun mahoni selama 12 minggu, tidak ada penurunan berarti pada prosentase lignin dan polifenol, namun ada perubahan berarti pada pelepasan unsur C dan N nya sebagai bukti adanya pelepasan unsur hara dari serasah mahoni ke dalam tanah. Sifat ini bila dipadukan dengan serasah lain yang memiliki sifat mudah lapuk tentunya sangat menguntungkan bagi sifat tanah. Selain mahoni pada lahan agroforestri multikultur juga ada beberapa tanaman yang juga menggugurkan daun seperti waru gunung, kopi, dan bambu.

KESIMPULAN

Perbedaan pola tanam di lahan agroforestri menyebabkan perbedaan nilai infiltrasi dan limpasan permukaan pada lahan tersebut. Jenis tanaman pada lahan agroforestri lebih beragam sehingga dapat menyumbangkan penutupan tajuk yang lebih rapat dan kondisi permukaan tanah yang lebih lembab karena banyak jatuhnya serasah. Laju infiltrasi tertinggi dan limpasan terendah terjadi pada agroforestri multikultur masing-masing 63,5 cm/jam dan 0,3 g/lt. Laju infiltrasi terendah dan limpasan tertinggi terjadi pada monokultur tanaman tahunan masing-masing 30 cm/jam dan 2,9 g/lt. Pada lahan agroforestri multikultur yang banyak memberi pengaruh baik pada peningkatan laju infiltrasi adalah vegetasi dengan bentuk arsitektur yang bertajuk melebar dan tebal, yaitu Model Rauh pada mahoni dan mindi, dan Model Leeuwenberg pada ketela pohon. Sedangkan yang banyak memberipengaruh pada kondisi organik tanah adalah serasah dari pohon yang menggugurkan daunnya yaitu mahoni, waru, kopi dan bamboo.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C., 2002. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Darmayanti, A.S. 2012. Tesis : Karakteristik Pohon dalam Pengaruhnya terhadap Infiltrasi Air Hujan di Beberapa Vak Kebun Raya Purwodadi. Program Pascasarjana Prodi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan, Universitas Brawijaya. Malang



- Darmayanti, A.S, Ridesti, R. 2012. Perubahan Persentase Unsur Hara Serasah Akibat Proses Dekomposisi pada Empat Spesies Tanaman Gugur Daun di Kebun Raya Purwodadi. *Jurnal Biologi Indonesia* 8 (1):. 45-55. Puslit Biologi- LIPI. Cibinong
- Landon, J.R. 1984. *Booker Tropical Soil Manual. A Handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in the Tropics and Subtropics*. Pitman Press Ltd., Bath, Great Britain.
- Manan S. 1976. *Pengaruh Hutan dan Manajemen Daerah Aliran Sungai*. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Numberi, W. 2006. *Skripsi : Pengaruh Bentuk Tajuk terhadap Besarnya Presentase Aliran Batang serta Cucuran Tajuk pada Tegakan Alstonia scholaris dan Agathis labillardieri Warb di Kebun Percobaan Anggori Manokwari*. Jurusan Budidaya Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Negeri Papua, Manokwari
- Sedell, J., M., Sharpe, D., Apple, M., Copenhagen and M., Furniss. 2000. *Water and Forest Service*. United States Department of Agriculture. Forest Service. Washington FS 660.
- Seta AK. 1987. *Konservasi Sumberdaya Tanah dan Air*. Jakarta: Kalam Mulia.
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Utomo, W.H. 1998. *Erosi dan Konservasi Tanah*. IKIP Malang. Malang

