

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 6, No. 1, April 2018



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. JTEP terbit tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember, dan mulai tahun ini berisi 15 naskah untuk setiap nomornya. Peningkatan jumlah naskah pada setiap nomornya ini dimaksudkan untuk mengurangi masa tunggu dengan tidak menurunkan kualitas naskah yang dipublikasikan. Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Jurnal ini diterbitkan dua kali setahun baik dalam edisi cetak maupun edisi online. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota PERTETA tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain meliputi teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam invited paper yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, review perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, technical paper hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta research methodology berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (online submission) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Dewan Redaksi:

Ketua : Wawan Hermawan (Scopus ID: 6602716827, Institut Pertanian Bogor)
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, Institut Pertanian Bogor)
Daniel Saputra (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya - Palembang)
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, Institut Pertanian Bogor)
Muhammad Faiz Syuaib (Scopus ID: 55368844900, Institut Pertanian Bogor)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin - Makassar)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana - Bali)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah (Scopus ID: 55782905900, Institut Pertanian Bogor)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, Institut Pertanian Bogor)
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Anggota : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, Institut Pertanian Bogor)
Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, Institut Pertanian Bogor)
Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, Institut Pertanian Bogor)
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, Institut Pertanian Bogor)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, Institut Pertanian Bogor)
Administrasi : Diana Nursolehat (Institut Pertanian Bogor)

Penerbit: Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Alamat: Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680.
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com
Website: web.ipb.ac.id/~jtep atau <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Rekening: BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaah (*me-review*) Naskah pada penerbitan Vol. 6 No. 1 April 2018. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. Edward Saleh, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Prof.Dr.Ir. Nurpilihan Bafdal, M.Sc (Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran), Prof.Dr.Ir. Lilik Sutiarmo, M.eng (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Andri Prima Nugroho, STP., M.Sc (Universitas Gadjah Mada), Prof.Dr.Ir. Bambang Purwantana (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Radite Praeko Agus Setiawan, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Ir. I Made Anom Sutrisna Wijaya, M.App.Sc., Ph.D (Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana), Dr.Ir. Amin Rejo, M.P (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Prof.Dr.Ir. Daniel Saputra, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Prof.Dr.Ir. Hasbi, MSi (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Dr. Siti Nikmatin, M.Si (Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor), Dr. Farkhan (PT. CNC Controller Indonesia), Dr. Alimuddin, ST., MM., MT (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa) Dr. Dedy Wirawan Soedibyo, STP., M.Si (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Jember), Dr. Radi, STP., M.Eng (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Lenny Saulia, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Nursigit Bintoro, M.Sc (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Rokhani Hasbullah, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr. Andasuryani, STP., M.Si (Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Andalas), Dr.Ir. I Wayan Budiastira, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. I Dewa Made Subrata (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr. Ir. Nora H. Pandjaitan, DEA (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Rusnam, MS (Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas), Dr. Radi, STP., M.Eng (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Dr. Suhardi, STP., MP (Program Studi Keteknikan Pertanian, Universitas Hasanuddin) Dr. Ir. Yuli Suharnoto, M.Eng (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor).

Technical Paper

Kajian Tingkat Laju Limpasan Permukaan dan Erosi Berdasarkan Pengelolaan Tanaman Pertanian Sistem *Agroforestry* di DAS Cianten-Cipancar, Provinsi Jawa Barat, Indonesia

Study of Runoff Rate and Erosion Rate Based on Agricultural Plant Management of Agroforestry System in Cianten-Cipancar Watershed, West Java Province, Indonesia

Devianti, Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala
Email: devidharma28@yahoo.co.id

Abstract

*Increasing cultivation area in a watershed has implications on increase of runoff and erosion rate. Agroforestry system can reduce erosion rate through management of agricultural crops under the stand of annual plant of white teak (*Gmelina arborea* sp.). This study aims to assess the runoff and erosion rate in watershed area in some types of agroforestry cropping systems. In Cianten-Cipancar watershed area there are several crops cultivated i.e. maize, turmeric, red bean and local chili. In order to assess the runoff and erosion rate in watershed area is designed 3 experimental plots involving 4 types of horticultural crops. Plot 1 uses intercropping turmeric, maize, red bean, local chili. Plot 2 uses intercropping turmeric, corn, red beans. Plot 3 uses pattern of monoculture planting of local chili. The average rainfall of 21.6 mm is resulted in runoff 0.28 mm (Plot 1), 0.55 mm (Plot 2) and 0.94 mm (Plot 3). Intensity of rainfall on each plot (63.4 mm/h, 51.6 mm/h, 63.4 mm/h) resulted in runoff and erosion 0.83 mm, 29.67 kg/ha, 1.59 mm, 275.01 kg/ha, 5.0 mm, 464.78 kg/ha, respectively. Average erosion occurring was 9.27 kg/ha (Plot 1), 55.65 kg/ha (Plot 2) and 101.23 kg/ha (Plot 3). The rain events in the study was 30 times with a total rainfall of 647.11 mm. The smallest rainfall of 0.2 mm resulted in runoff on Plot 3 of 0.01 mm and erosion of 1.13 kg/ha but in Plot 1 and Plot 2 there was no runoff and erosion.*

Keywords: *Agroforestry system, runoff, erosion, intercropping, monoculture*

Abstrak

Peningkatan kawasan budidaya pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) berimplikasi pada peningkatan laju limpasan dan erosi. Sistem agroforestry dapat menurunkan tingkat erosi melalui pengelolaan tanaman pertanian di bawah tegakan tanaman tahunan Jati putih (*Gmelina arborea* sp.). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tingkat laju limpasan permukaan dan erosi yang terjadi di DAS pada beberapa jenis sistem tanam *agroforestry*. Di kawasan DAS Cianten-Cipancar terdapat beberapa tanaman yang dibudidaya petani yaitu jagung, kunyit, kacang merah dan cabe rawit lokal. Guna mengkaji tingkat laju limpasan permukaan dan erosi pada kawasan DAS tersebut maka didesain 3 plot percobaan yang melibatkan 4 jenis tanaman hortikultura. Plot 1 menggunakan pola tanam tumpangsari (kunyit, jagung, kacang merah, cabe rawit lokal). Plot 2 menggunakan pola tanam tumpangsari (kunyit, jagung, kacang merah). Plot 3 menggunakan pola tanam monokultur cabe rawit lokal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limpasan rata-rata pada masing-masing plot (1-3) adalah 0.28 mm, 0.55 mm, 0.94 mm pada tingkat curah hujan rata-rata 21.6 mm. Intensitas hujan pada masing-masing plot (63.4 mm/jam, 51.6 mm/jam, 63.4 mm/jam) menyebabkan terjadinya limpasan dan erosi masing-masing sebesar 0.83 mm, 29.67 kg/ha, 1.59 mm, 275.01 kg/ha, 5.0 mm, 464.78 kg/ha. Erosi rata-rata yang terjadi adalah 9.27 kg/ha (Plot 1), 55.65 kg/ha (Plot 2) dan 101.23 kg/ha (Plot 3). Jumlah kejadian hujan selama penelitian adalah 30 kali dengan total curah hujan 647.11 mm. Curah hujan terkecil sebesar 0.2 mm mengakibatkan limpasan pada Plot 3 sebesar 0.01 mm dan erosi 1.13 kg/ha namun pada Plot 1 dan Plot 2 tidak terjadi limpasan dan erosi.

Kata kunci: Sistem *agroforestry*, limpasan, erosi, tumpangsari, monokultur

Diterima: 16 Mei 2017; Disetujui: 20 Februari 2018

Pendahuluan

Peningkatan kebutuhan pangan karena meningkatnya laju pertumbuhan penduduk menjadikan penggunaan sebahagian lahan di daerah aliran sungai (DAS) tidak dapat dihindari. Berdasarkan data BPS 2011, kepemilikan lahan untuk pertanian di Indonesia cenderung rendah yaitu 0.25 ha/petani. Hal ini menjadikan petani tidak dapat menanam lahannya untuk tanaman tahunan. Akibatnya tata guna lahan bersifat dinamis dan berubah secara spasial (Lin *et al.* 2007; Wu *et al.* 2008; Wijitkosum 2012). Perubahan penggunaan lahan dari kawasan lindung (hutan primer dan sekunder) menjadi kawasan budidaya dapat mengakibatkan berbagai hal seperti volume limpasan yang semakin besar dan frekuensi banjir yang terus meningkat (Adnan dan Atkinson 2011; Wang *et al.* 2008; Li dan Wang 2009, Du *et al.* 2012). Implikasi perubahan pengelolaan lahan (konversi dari hutan menjadi lahan pertanian, perumahan dan tanah komersial) telah menyebabkan masalah lingkungan. Penggunaan lahan yang tidak terkendali menyebabkan dinamika aliran sungai, mempercepat erosi dan dapat menurunkan kualitas air (Zhu 2011). Fenomena erosi yang berkepanjangan juga dapat menurunkan produktivitas lahan yang ditunjukkan oleh menurunnya produksi hasil pertanian (Okoba dan Sterk 2006).

Erosi dapat dikurangi dengan melakukan tindakan konservasi di lahan pertanian. Hasil penelitian Suproyogo *et al.* (2003) menunjukkan bahwa sistem *agroforestry* pada lahan berlereng 30% dengan curah hujan 763 mm menyebabkan erosi sebesar 1.59 ton/ha. Sedangkan pada lahan hutan dengan curah hujan 988 mm menyebabkan erosi sebesar 0.28 ton/ha. Kondisi hidrologi lahan pertanian yang telah dimanfaatkan menjadi kawasan budidaya (kebun campuran, tegal ladang) dapat tetap dijaga dengan penerapan sistem budidaya *agroforestry*. Sistem budidaya pertanian *agroforestry* terdiri dari beberapa strata. Strata pertama adalah tanaman hutan dan strata kedua tanaman hortikultura (monokultur atau tumpangsari dan dapat juga dipadukan dengan semak. Vegetasi penutup tanah yang mempunyai struktur tajuk berlapis dapat menurunkan energi kinetik air hujan dan memperkecil diameter tetesan air hujan (Nurpilihan *et al.*, 2011). Tumbuhan bawah (hortikultura dan atau semak) lebih berperan dalam menurunkan besarnya erosi karena merupakan strata vegetasi terakhir yang menentukan terjadinya erosi. Sistem *agroforestry* juga mengusahakan agar tercipta struktur pelapisan tajuk yang serapat mungkin tanpa mengurangi persaingan unsur hara dan sinar matahari antar sesama vegetasi. Sistem *agroforestry* dapat dikatakan berhasil jika tanah tertutup rapat sehingga memperkecil tumbukan butiran hujan dan produksi tidak terganggu.

Sistem *agroforestry* merupakan budidaya pertanian berbentuk konservasi lahan pertanian yang efektif dalam menurunkan jumlah erosi. Hal ini baik dilakukan terutama berkaitan dengan pola tanam dan

pada budidaya tanaman semusim. Pola tanam dan jenis tanaman yang berbeda-beda akan menghasilkan kemampuan mereduksi erosi yang berbedapula. Sistem budidaya pertanian *agroforestry* merupakan konsep pemanfaatan lahan terpadu yang menggabungkan unsur kehutanan dengan pertanian (Smith, 2010). Hal tersebut bertujuan untuk menjaga agar sistem produksi yang dilakukan berkelanjutan dan dapat mempertahankan keanekaragaman hayati dengan menyeimbangkan produktivitas dan memberikan perlindungan pada lingkungan. Lahan pertanian yang menggunakan sistem budidaya *agroforestry* akan memberikan keuntungan yaitu tanaman terdiri dari beberapa strata, naungan lebih menutupi tanah dan daya tetes (*drop size*) dari butiran hujan dapat dikendalikan saat sampai di permukaan tanah. Hal ini menjadikan dampak erosi dan peningkatan volume limpasan pada lahan pertanian dapat direduksi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tingkat laju limpasan permukaan dan erosi terhadap penerapan sistem *agroforestry* pada DAS Cianten-Cipancar.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan mulai dari bulan Desember 2013 sampai dengan Maret 2014. Penelitian dilakukan pada lahan yang memiliki tanaman hutan jati putih (*Gmelina arborea* sp.) yang telah berumur tiga tahun. Lahan sistem *agroforestry* terletak di DAS Cianten-Cipancar desa Simpen Kaler kecamatan Limbangan, kabupaten Garut Provinsi Jawa Barat, Indonesia (06° 52' 00" LS; 108° 06' 00" BT) pada ketinggian 940-994 DPL. Lahan percobaan memiliki tingkat kemiringan 18% dan dibuat teras guludan berkontur. Guludan dibuat sebanyak 13 buah dengan panjang 22 m dan lebar 4 m. Guludan dibuat dengan jarak 5 m dan tinggi guludan 35 cm. Jenis tanahnya adalah latosol dengan perbandingan pasir, liat, debu masing-masing 15.69%, 55.65%, 27.76%. Kandungan bahan organik sebesar 2.05% dengan tingkat permeabilitas 7.45 cm/jam. Sistem *agroforestry* Plot 1 (Gambar 1a) dikategorikan sebagai tanaman berpenutup rapat, Plot 2 (Gambar 1b) berpenutup kurang rapat dan Plot 3 (Gambar 1c) termasuk dalam penutup tidak rapat. Perbedaan kategori ini dilihat dari naungan tanaman yang dapat menutupi permukaan tanah.

Peralatan yang dipergunakan selama penelitian diantara adalah penakar curah hujan otomatis (Tipe GL50021), *ring sample*, timbangan digital, gelas ukur, pembatas plot erosi, wadah penampung erosi, label, cawan dan oven. Setiap plot percobaan berukuran 4 m × 22 m dengan kemiringan lahan 18%. Plot percobaan dibagi dalam tiga plot dan dikelola berdasarkan jenis tanaman strata dua seperti disajikan pada Tabel 1. Tanaman pada strata satu menggunakan tanaman hutan jati putih (*Gmelina arborea* sp.)

Pengukuran erosi dilakukan pada setiap kejadian hujan. Erosi pada masing-masing plot percobaan

Tabel 1. Plot percobaan pengelolaan tanaman pertanian pada sistem *agroforestry*

Plot	Pengelolaan	Vegetasi Lahan Percobaan
1	Sistem <i>agroforestry</i> tumpangsari	1. Tanaman strata 1 : Jati putih (<i>Gmelina arborea</i> sp.) dengan jarak tanam 2 m × 2.5 m 2. Tanaman strata 2 : a) Kunyit b) Jagung c) Kacang merah d) Cabe rawit lokal
2	Sistem <i>agroforestry</i> tumpangsari	1. Tanaman strata 1 : Jati putih (<i>Gmelina arborea</i> sp.) dengan jarak tanam 2 m × 2.5 m 2. Tanaman strata 2 : a) Kunyit b) Jagung c) Kacang merah
3	Sistem <i>agroforestry</i> monokultur	1. Tanaman strata 1 : Jati putih (<i>Gmelina arborea</i> sp.) dengan jarak tanam 2 m × 2.5 m 2. Tanaman strata 2 : Cabe rawit lokal

ditampung pada bagian *outlet* plot. Erosi yang tertampung akan diambil *sample* dan ditimbang. *Sample* selanjutnya akan dikering udarakan selama satu hari. *Sample* tersebut kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C hingga mencapai berat yang konstan.

Hasil dan Pembahasan

Sistem *Agroforestry* pada Plot Percobaan

Curah hujan sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah limpasan dan jumlah erosi. Apabila intensitas hujan melebihi kapasitas infiltrasi maka akan terjadi limpasan. Hujan yang dimulai dengan intensitas tinggi tidak secara langsung memberikan limpasan karena air terlebih dahulu mengisi ruang pori tanah sampai tanah dalam kondisi jenuh. Faktor kondisi lahan dan tanaman penutup tanah juga ikut berperan dalam mempengaruhi jumlah

limpasan yang terjadi.

Hasil pengamatan selama empat bulan terjadi hujan sebanyak 30 kali dengan total curah hujan sebesar 647.11 mm dan rata-rata 21.6 mm. Curah hujan tertinggi yaitu 88 mm/hari yang mengakibatkan terjadinya limpasan pada Plot 1, 2 dan 3 berturut-turut adalah 1.49 mm, 2.59 mm dan 1.70 mm. Hal tersebut menghasilkan erosi pada Plot 1, 2 dan 3 berturut-turut adalah 16.57 kg/ha, 275.01 kg/ha dan 304.77 kg/ha. Kadar air tanah pada masing-masing Plot (1-3) sebelum dilakukan penelitian ini masing-masing adalah 56.2 % bk, 46.9% bk dan 92.9% bk. Intensitas hujan tertinggi sebesar 63.4 mm/jam yang berimplikasi pada limpasan berturut-turut 0.83 mm (Plot 1), 2.67 mm (Plot 2) dan 5 mm (Plot 3). Erosi yang terjadi yaitu 29.67 kg/ha (Plot 1), 221.26 kg/ha (Plot 2) dan 464.78 kg/ha (Plot 3). Intensitas hujan terkecil (0.4 mm/jam) mengakibatkan limpasan pada Plot 3 sebesar 0.01 mm dan erosi sebesar 1.13 kg/ha, sedangkan pada Plot 2 dan Plot 1 tidak terjadi limpasan dan erosi.



(a)



(b)



(c)

Gambar 1. Kondisi plot percobaan (a) Plot 1 (b) Plot 2 (c) Plot 3

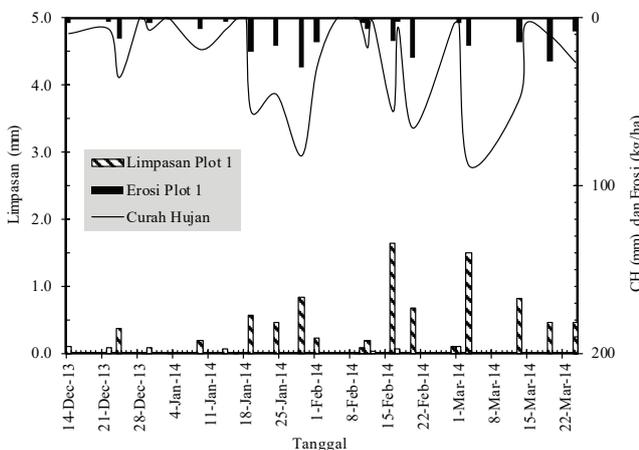
Implikasi Sistem Agroforestri Terhadap Limpasan dan Erosi pada Plot 1

Pola tanaman sistem *agroforestry* mempunyai respon yang berbeda terhadap jumlah limpasan dan erosi pada setiap kejadian hujan yang sama. Hal ini disebabkan oleh tingkat kerapatan tajuk yang menyebabkan sebagian air hujan tertampung di tajuk tanaman sebelum memukul massa tanah. Tajuk tanaman dapat menahan air hujan yang akan jatuh langsung di permukaan tanah. Ukuran butiran hujan akan terpecah oleh tajuk dan kecepatannya akan melambat ketika sampai ke permukaan tanah. Hal ini memberikan kesempatan kepada tanah untuk melakukan peresapan lebih lama yang dapat mengurangi volume limpasan permukaan. Disamping itu, faktor intersepsi dan transpirasi tanaman juga dapat mengurangi limpasan permukaan.

Plot 1 dengan pola tanam kunyit, jagung, kacang merah dan cabe rawit lokal menunjukkan bahwa limpasan dan erosi yang terjadi lebih kecil dari semua plot yang ada. Hal ini disebabkan oleh luas tajuk tanaman yang dapat menutupi tanah akibat jumlah tanaman yang berada pada plot tersebut. Teori ini didukung oleh Asdak (2014) yang menyebutkan bahwa, kerapatan, bentuk dan tekstur vegetasi menentukan besarnya air yang tertampung pada permukaan tajuk, batang dan cabang vegetasi (kapasitas simpan intersepsi). Hubungan antara curah hujan dengan limpasan dan erosi pada Plot 1 disajikan pada Gambar 2.

Curah hujan terbesar (88 mm) (Gambar 2) mengakibatkan limpasan pada Plot 1 sebesar 1.49 mm dan erosi 16.57 kg/ha. Curah hujan 0.6 mm menyebabkan terjadi limpasan sebesar 0.01 mm dan erosi 0.22 kg/ha. Total dan rata-rata limpasan pada Plot 1 berturut-turut adalah 9.08 mm; 0.28 mm. Total dan rata-rata erosi pada Plot 1 berturut-turut adalah 299.68 kg/ha; 9.27 kg/ha. Intensitas hujan terbesar 63.4 mm/jam mengakibatkan terjadinya limpasan sebesar 0.83 mm dan erosi sebesar 29.67 kg/ha. Intensitas hujan terkecil (0.4 mm/jam) tidak menyebabkan limpasan dan erosi.

Limpasan dan erosi yang mampu ditimbulkan



Gambar 2. Besaran curah hujan, limpasan dan erosi pada Plot 1.

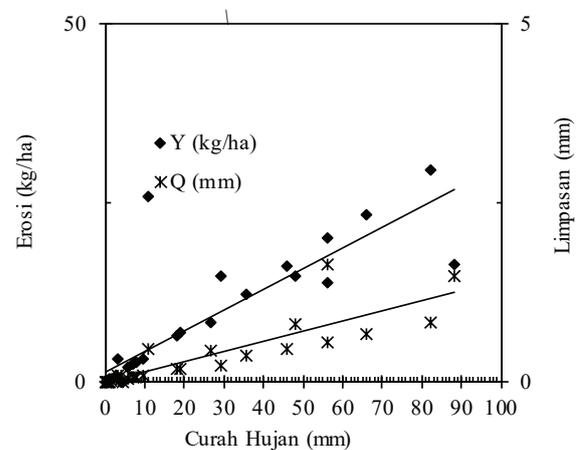
oleh curah hujan pada Plot 1 disajikan pada Gambar 3. Curah hujan sebesar 1 mm dapat menimbulkan limpasan sebesar 0.01 mm dan erosi 0.36 kg/ha. Hasil pada Plot 1 ini mengindikasikan bahwa terjadinya erosi di kawasan DAS ini masih dipengaruhi secara linear oleh curah hujan dengan koefisien determinasi 0.71. Namun, hal ini tidak menunjukkan bahwa faktor curah hujan merupakan faktor utama yang menyebabkan terjadinya erosi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mohamadi dan Kavian (2015) yang menjelaskan bahwa, faktor curah hujan bisa saja mempunyai hubungan yang linear, logaritmik dan eksponensial terhadap erosi yang terjadi. Faktor lain yang dapat berpengaruh diantaranya adalah faktor jenis tanaman dan faktor tanah itu sendiri. Namun, untuk hasil pengukuran curah hujan yang tersebar dan jauh dari garis regresi dapat mengindikasikan bahwa erosi tidak semata-mata terkait dengan curah hujan.

Berdasarkan hasil pengamatan sistem *agroforestry* dengan pola tanam tumpangsari dan teras guludan sangat baik dalam pengendalian erosi. Penggunaan teras berfungsi untuk mengurangi panjang lereng sehingga infiltrasi lebih lama, limpasan dan kecepatan alirannya menjadi lebih kecil, serta daya pengangkutan partikel tanah berkurang. Tumpangsari memiliki tajuk tanaman yang rapat dan menutupi sebagian besar permukaan tanah, sehingga dapat mengurangi energi kinetik hujan serta percikan tanah. Hal ini disebabkan oleh sebagian air hujan terintersepsi pada tajuk tanaman.

Implikasi Sistem Agroforestri Terhadap Limpasan dan Erosi pada Plot 2

Besaran hujan yang sama dengan pola tanam berbeda dapat menyebabkan jumlah limpasan dan erosi berbeda. Hubungan antara besaran curah hujan dengan limpasan dan erosi pada Plot 2 ditampilkan pada Gambar 4.

Curah hujan terbesar sebesar 88 mm pada intensitas hujan 51.6 mm/jam mengakibatkan limpasan sebesar 1.59 mm dan erosi 275.01 kg/ha. Curah hujan terkecil 0.2 mm pada Plot 2 tidak menyebabkan erosi dan limpasan. Limpasan dan erosi terjadi saat curah



Gambar 3. Hubungan curah hujan, erosi dan limpasan pada Plot 1.

hujan 0.4 mm pada intensitas hujan 0.8 mm/jam. Limpasan dan erosi tersebut berturut-turut adalah 0.01 mm dan erosi 1.07 kg/ha. Total dan rata-rata curah hujan selama 30 kejadian hujan yaitu 647.11 mm, 20.22 mm. Hal tersebut menyebabkan total dan rata-rata limpasan sebesar 17.54 mm, 0.55 mm. Total dan rata-rata erosi pada Plot 2 yaitu 1780.81 kg/ha, 55.65 kg/ha. Hubungan antara curah hujan dengan limpasan dan erosi pada Plot 2 disajikan pada Gambar 5.

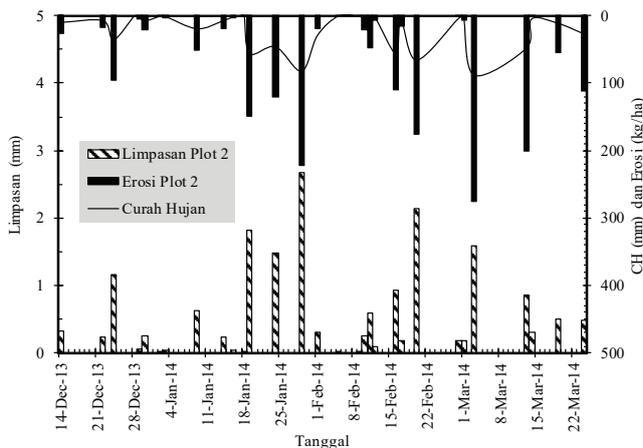
Peningkatan curah hujan akan berbanding lurus dengan peningkatan limpasan dan erosi (Gambar 5). Hal ini terlihat dari koefisien determinasinya hubungan curah hujan dengan limpasan dan erosi berturut-turut 0.92 dan 0.86. Hal ini telah mengindikasikan bahwa kejadian curah hujan sangat erat kaitannya dengan erosi dan limpasan yang terjadi pada Plot 2. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Jebari *et al.* (2008) dan Marques *et al.* (2008) yang menyebutkan bahwa curah hujan dapat meningkatkan terjadinya erosi dan limpasan.

Implikasi Sistem Agroforestri Terhadap Limpasan dan Erosi pada Plot 3

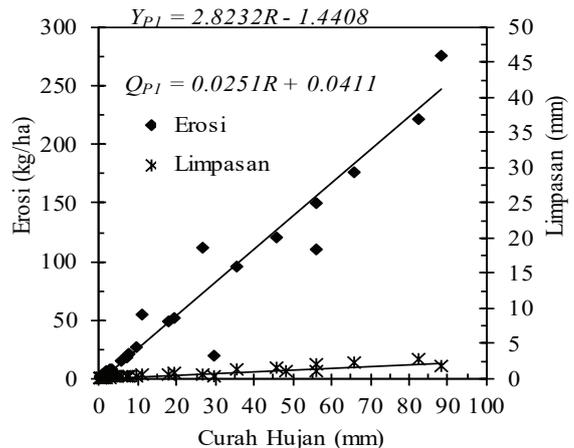
Pola tanaman dapat mereduksi limpasan dan erosi. Hasil penelitian (Gambar 6) menunjukkan bahwa tanaman berpenutup rapat memberikan limpasan

lebih kecil dibandingkan dengan tanaman berpenutup kurang rapat. Hasil pengamatan pada Plot 3 menunjukkan bahwa pola tanam monokultur (tanaman cabe) masih dapat mereduksi erosi berdasarkan jumlah curah hujan. Curah hujan terbesar sebesar 88 mm menyebabkan limpasan dan erosi sebesar 1.70 mm dan 304.77 kg/ha pada Plot 3. Intensitas hujan 63.4 mm/jam mengakibatkan limpasan sebesar 5 mm dan erosi sebesar 464.78 kg/ha. Curah hujan 0.2 mm pada intensitas hujan 0.4 mm/jam menyebabkan terjadinya limpasan sebesar 0.01 mm dan erosi 1.07 kg/ha. Jumlah curah hujan sebesar 647.11 mm menyebabkan terjadinya limpasan dan total erosi sebesar 29.95 mm, 3239.47 kg/ha pada Plot 3.

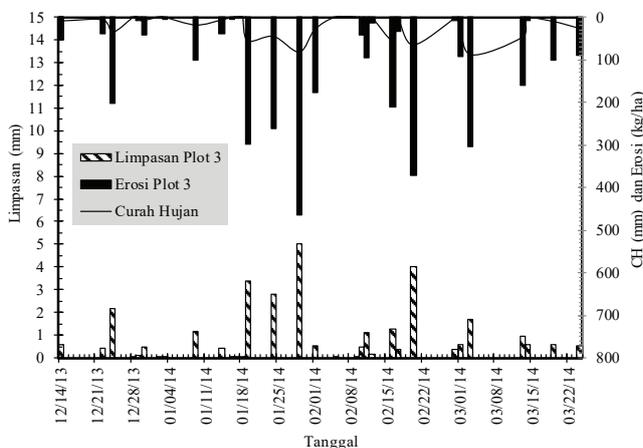
Sistem tanam monokultur (Plot 3) masih kurang efektif dalam mereduksi erosi lahan. Fenomena ini ditunjukkan dengan limpasan dan erosi yang terjadi lebih besar dari sistem tanam tumpangsari (Plot 1 dan Plot 2) pada kondisi intensitas hujan yang sama. Hal ini disebabkan karena pada sistem monokultur tajuk tanaman kurang rapat yang mengakibatkan pada bagian yang terbuka secara langsung air hujan jatuh di permukaan tanah. Tumbukan langsung air hujan pada permukaan tanah akan melemahkan ikatan diantara partikel tanah yang dapat mempercepat pelepasan, perpindahan dan pengangkutan partikel tanah.



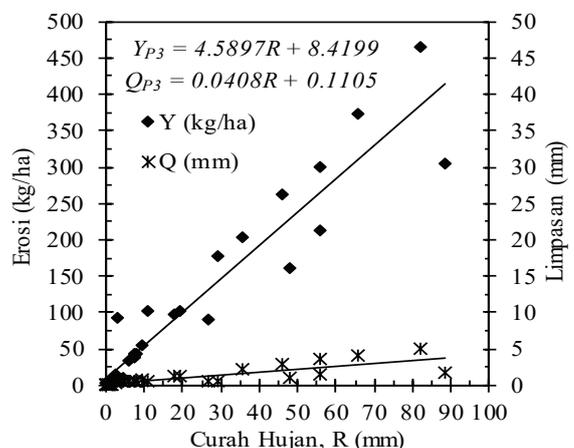
Gambar 4. Besaran curah hujan, limpasan dan erosi pada Plot 2.



Gambar 5. Hubungan curah hujan, erosi dan limpasan pada Plot 2.



Gambar 6. Besaran curah hujan, limpasan dan erosi pada Plot 3.



Gambar 7. Hubungan curah hujan, erosi dan limpasan pada Plot 3.

Hubungan antara curah hujan dengan limpasan dan erosi pada Plot 3 disajikan pada Gambar 7.

Berdasarkan nilai koefisien determinasi pada Gambar 7, curah hujan dapat mempengaruhi terjadinya limpasan ($R^2 = 0.91$) dan erosi ($R^2 = 0.71$). Peningkatan curah hujan 1 mm dapat meningkatkan limpasan 0.06 mm dan jumlah erosi 5.34 kg/ha. Kejadian curah hujan dengan erosi dan limpasan ini diplotkan dan dihubungkan dengan bentuk regresi linear. Hal ini sejalan dengan penelitian Mohamadi dan Kavian (2015) yang juga melakukan analisis regresi linear untuk mengetahui hubungan antara curah hujan dengan erosi dan limpasan.

Simpulan

1. Tingkat laju limpasan permukaan rata-rata dan erosi rata-rata pada sistem tanam *agroforestry* dengan pengelolaan tanaman pertanian tumpangsari (kunyit, jagung, kacang merah, cabe rawit lokal) adalah 0.28 mm, 9.27 kg/ha.
2. Tingkat laju limpasan permukaan rata-rata dan erosi rata-rata pada sistem tanam *agroforestry* dengan pengelolaan tanaman pertanian tumpangsari (kunyit, jagung, kacang merah) adalah 0.55 mm, 55.65 kg/ha.
3. Tingkat laju limpasan permukaan rata-rata dan erosi rata-rata pada sistem tanam *agroforestry* dengan pengelolaan tanaman pertanian monokultur (cabe rawit lokal) adalah 0.94 mm, 101.23 kg/ha.
4. Sistem *agroforestry* dengan pengelolaan tanaman pertanian tumpangsari kunyit, jagung, kacang merah, cabe rawit lokal lebih efektif dalam mereduksi laju limpasan dan erosi dibandingkan dengan tumpangsari kunyit, jagung, kacang merah dan monokultur cabe rawit lokal.

Daftar Pustaka

Adnan, N.A., P.M. Atkinson. 2011. *Exploring the Impact of Climate and Land Use Changes on Streamflow Trends in a Monsoon Catchment*. *International Journal of Climatology*. 31(6): 815-831.

Asdak, C. 2014. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Du, J.Q. Li, H. Rui, T. Zuo, D. Zheng, Y. Xu, C.Y. Xu. 2012. *Assessing the effects of urbanization on annual runoff and flood events using an integrated hydrological modeling system for Qinhuai River basin, China*. *Journal of Hydrology*. 464: 127-139.

BPS (Badan Pusat Statistik). 2011. *Land Utilization by Provinces in Indonesia*. BPS. Jakarta.

Jebari, S.R. Berndtsson, A. Bahri, M. Boufaroua. 2008. *Exceptional rainfall characteristics related to erosion risk in semiarid Tunisia*. *Journal of the Open Hydrology*. 2: 25-33.

Lin, Y.P., N.M. Hong, P.J. Wu, C.F. Wu, P.H. Verburg. 2007. *Impact Of Land Use Change Scenarios on hydrology and Land Use Pattern in the Wu-Tu Watershed In Northern Taiwan*. *Landscape and Urban Planning*. 80(1): 111-126.

Li, Y., C. Wang. 2009. *Impacts of urbanization on surface runoff of the Dardenne Creek watershed, St. Charles County, Missouri*. *Journal Physical Geography*. 30(6): 556-573.

Marques, M.J., R. Bienes, R. Pérez-Rodríguez, L. Jiménez. 2008. *Soil degradation in Central Spain due to sheet water erosion by low intensity rainfall events*. *Journal of Earth Surface Processes and Landforms*. 33(3). 414-423.

Mohamadi, M.A., A. Kavian. 2015. *Effects of rainfall patterns on runoff and soil erosion in field plots*. *Journal of International Soil and Water Conservation Research*. 3: 273-281.

Nurpilihan, B., K. Amaru, E. Suryadi. 2011. *Buku Ajar Teknik Pengawetan Tanah dan Air. Teknik dan Manajemen Industri Pertanian*. FTIP. UNPAD.

Okoba, B.O., G. Sterk. 2006. *Quantification of visual soil erosion indicators in Gikuuri catchment in the central highlands of Kenya*. *Geoderma*. 134(1): 34-47.

Smith, J. 2010. *Agroforestry: Reconciling Production with Protection of the Environment*.

Suproyogo, D. Hairiah, K. Wijayanto, N. Sunaryo, M.V. Nordwijk. 2003. *Peran Agroforestri Pada Skala Plot: Analisis komponen Agroforestri sebagai Kunci Keberhasilan atau Kegagalan Pemanfaatan Lahan*. *World Agroforestry Center*. Bogor Indonesia.

Wang, S., S. Kang, L. Zhang, F. Li. 2008. *Modelling hydrological response to Different land-use and climate change scenarios in the Zamu River basin of northwest China*. *Journal Hydrological Processes*. 22: 2502-2510.

Wijitkosum, S. 2012. *Impacts of Land Use Changes on Soil Erosion in Pa Deng Sub-district, Adjacent Area of Kaeng Krachan National Park, Thailand*. *Soil Water Res*. 7(1): 10-17.

Wu, X.Z., R. Shen, Liu, X. Ding. 2008. *Land Use/Cover Dynamics in Response to Changes in Environmental and Socio-Political Forces in the Upper Reaches of the Yangtze River China*. *Journal Sensors*. 8(12): 8104-8122.

Zhu, C. 2011. *Land Use/Land Cover Change and Its Hydrological Impacts from 1984 to 2010 in The Little River Watershed*. [Thesis]. University of Tennessee.

Nomenklatur

Y_{P1} : Limpasan Plot 1 (mm)
 Y_{P2} : Limpasan Plot 2 (mm)
 Y_{P3} : Limpasan Plot 3 (mm)
 Q_{P1} : Erosi Plot 1 (kg/ha)
 Q_{P2} : Erosi Plot 2 (kg/ha)
 Q_{P3} : Erosi Plot 3 (kg/ha)
 R : Curah hujan (mm)