

**PENGARUH AGROFORESTRI TERHADAP KUALITAS
DAERAH ALIRAN SUNGAI CILIWUNG HULU, JAWA BARAT**
(*Impact of agroforestry on the quality of Ciliwung Hulu Watershed, West Java*)

Rini Fitri¹, Adisti Permatasari Putri Hartoyo², Nur Intan Simangunsong³, dan Halus Satriawan⁴

^{1,3}. Jurusan Arsitektur Lanskap, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Gedung K Lantai 7, Jalan Kyai Tapa No 1, Jakarta 11440

²Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor (IPB University), Jalan Ulin Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

⁴Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Almuslim, Bireuen, Aceh. 24261

E-mail : nurintan@trisakti.ac.id

Diterima: 02 September 2020; Direvisi: 17 Desember 2020; Disetujui: 21 Desember 2020

ABSTRACT

Watershed ecosystem will be stable when the relationship between the components of watershed are stable. Ecological and biophysical disturbances in watersheds are closely related to the disruption of its ecosystem components. The research was conducted to analyse the contribution of agroforestry system to the quality of watershed management, such as erosion, curve number (CN), and potential air retention. This study used qualitative method with steps survey, observation and interviewed the respondents who have the land and joint in the study site to obtain agroforestry practice data, vegetation components, and biophysic condition. Erosion prediction used the Universal Soil Loss Equation (USLE) equation, analyzis of the CN used an empirical equation to estimate surface run-off as a result of the rainfall, land cover changes, and soil hydrological groups (Cover complex classification). The value of a CN was based on the maps of soil types and land cover, the potential retention value (S), the value curve, and the rainfall factor (P). The results showed that the types of agroforestry affected the quality of watershed landscape management with indicators were erosion, curve numbers and potential air retention. Those indicators have a quantitative relationship with various types of agroforestry. The value of soil hydrological group (KHT) in the agroforestry types of Ciliwung Hulu Watershed in West Java Province was dominated by KHT B. This value indicated that the infiltration capacity in the current study location was moderate. The amount of CN obtained varies between 44-78.

Keywords: *agroforestry; curve number; erosion; potential retention; watershed management*

ABSTRAK

Ekosistem Daerah Aliran Sungai (DAS) akan stabil jika hubungan antar komponen DAS stabil. Gangguan ekologis dan biofisik DAS terkait erat dengan terganggunya komponen ekosistemnya. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis keterkaitan hubungan agroforestri dengan kualitas DAS dari segi erosi, CN dan retensi air potensial. Penelitian ini dilakukan melalui tahapan survei lapang dan wawancara responden untuk memperoleh

data praktek agroforestri, komponen penyusun tipe agroforestri dan kondisi biofisik. Prediksi erosi menggunakan persamaan *Universal Soil Loss Equation* (USLE), sedangkan analisis CN menggunakan persamaan empiris untuk memperkirakan aliran permukaan akibat hujan, perubahan tutupan lahan dan kelompok hidrologi tanah. Nilai CN diperoleh berdasarkan peta jenis tanah dan peta tutupan lahan, nilai retensi potensial (S), dan faktor curah hujan (P). Hasil penelitian menunjukkan bahwa agroforestri mempengaruhi kualitas pengelolaan lanskap DAS, baik erosi, CN maupun retensi air potensial. Erosi, CN dan retensi air potensial memiliki hubungan kuantitatif dengan berbagai tipe agroforestri. Nilai kelompok hidrologi tanah (KHT) pada tipe agroforestri lanskap DAS Ciliwung Hulu Provinsi Jawa Barat didominasi oleh KHT B. Nilai ini menunjukkan bahwa kapasitas infiltrasi di lokasi penelitian berada pada tingkat sedang. Nilai CN yang didapat bervariasi antara 44 – 78.

Kata kunci: agroforestri; curve number; erosi; pengelolaan DAS; retensi potensial

I. PENDAHULUAN

Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan wujud pengembangan wilayah dimana DAS sebagai suatu unit kesatuan pengelolaan saling berkaitan antara hulu dan hilir pada aspek biofisik melalui siklus hidrologi. Konversi lahan di wilayah hulu berpengaruh terhadap wilayah hilir, pengaruh tersebut antara lain ditunjukkan dalam bentuk perubahan kualitas air, fluktuasi debit air, dan transportasi sedimen ataupun bahan-bahan terlarut lainnya (Lestari, 2016). Pengelolaan DAS terpadu mampu menurunkan kehilangan tanah, meningkatkan tutupan vegetasi, dan menambah pendapatan rumah tangga (Teka *et al.*, 2020). Berkaitan dengan hal ini, fungsi hidrologi DAS berhubungan dengan kemampuan DAS dalam hal: (1) transmisi air, (2) penyangga ketika puncak kejadian hujan, (3) pelepasan air secara perlahan, (4) memelihara kualitas air, (5) mengurangi perpindahan massa tanah, misalnya melalui longsor, (6) mengurangi erosi, (7) mempertahankan iklim mikro (Noordwijk *et al.*, 2004), 8) memperlambat dekomposisi dan pencucian hara (Qifli *et al.*, 2014); dan

meningkatkan cadangan karbon (Segura & Kanninen, 2005). Asdak (2010) menjelaskan bahwa terdapat 5 (lima) indikator lingkungan yang dapat dijadikan sebagai ukuran bahwa DAS dikatakan masih baik dan dapat berfungsi secara optimal, yaitu: (1) debit sungai setiap tahunnya bersifat konstan, (2) kualitas air setiap tahunnya dalam kondisi baik, (3) fluktuasi kecil antara debit maksimum dan minimum, (4) ketinggian muka air tanah bersifat konstan setiap tahunnya, dan (5) kondisi curah hujan tidak berubah dalam jangka waktu tertentu. Pemanfaatan potensi DAS yang kurang memperhatikan faktor konservasi tanah dan air dalam pengelolaannya akan mengakibatkan degradasi DAS (Fitri, 2020).

Fokus utama dalam upaya konservasi DAS adalah stabilitas sistem DAS yang berkaitan dengan karakteristik dan hubungan antar komponen DAS. Strategi dalam upaya konservasi DAS terdiri atas: (1) menggunakan lahan sesuai dengan kemampuan daya dukungnya, (2) melindungi tanah dari gangguan ataupun faktor perusak, (3) mengurangi sedimentasi dan mencegah banjir, (4) mempertahankan dan meningkatkan kesuburan tanah, (5) meningkatkan

perlindungan dan produktivitas lahan, (6) mempertahankan dan memperbaiki fungsi hidrologis DAS, serta (7) meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Terkait dengan pengelolaan lahan di DAS Ciliwung Hulu, Karuniasa *et al.* (2019), menyarankan perlunya peningkatan luasan kawasan hutan dan mengurangi penggunaan pertanian lahan kering serta meningkatkan luas lahan sawah.

Salah satu teknologi pemanfaatan sumberdaya DAS yang mampu mempertahankan kondisi fisika, kimia dan kesuburan tanah, termasuk hubungannya dengan peningkatan infiltrasi dan pengendalian limpasan adalah sistem agroforestri (Darmayanti, 2012; Setyowati, 2007). Sistem agroforestri telah banyak diterapkan oleh masyarakat lokal di Indonesia. Sistem agroforestri tersebut diklasifikasikan menjadi sistem agroforestri tradisional dan modern. Contoh penerapan sistem agroforestri tradisional adalah lembo, simpung munaan, kebun buah, sedangkan sistem agroforestri modern adalah agroforestri kakao dan karet (Hartoyo *et al.*, 2016). Sistem agroforestri berperan penting dalam fungsi ekosistem hutan, antara lain sebagai fungsi hidro-orologis, menekan erosi, meningkatkan biodiversitas, serta sebagai penyerap CO₂ (Smith, 2010; Atangana *et al.*, 2014a; Hartoyo *et al.*, 2019). Keberadaan hasil hutan bukan kayu pada sistem agroforestri merupakan kunci upaya konservasi dan keberlanjutan biodiversitas tanaman (Hartoyo *et al.*,

2018). Praktik agroforestri memiliki manfaat lainnya seperti menekan energi kinetik pukulan air hujan yang sampai di permukaan tanah dengan keberadaan pohon. Luas dan pola kanopi pohon berpengaruh terhadap jumlah percikan air hujan dan besarnya intersepsi butiran hujan (Naharuddin, 2018). Menurut Udawatta *et al.* (2015), penerapan sistem agroforestri mampu mengurangi runoff sampai dengan 26%, dan penerapan model *agriculture policy environmental extender* agroforestri mampu mengurangi sampai dengan 5,2% (Senaviratne *et al.*, 2013).

Penerapan agroforestri pada DAS Cisadane mampu menaikkan aliran dasar sebesar 11,9 m³/dt, menurunkan debit puncak sebesar 4,02 m³/dt dan mampu menurunkan konsentrasi sedimen 90,47 mg/l (Junaidi, 2013). Perluasan agroforestri di Wilayah Hulu Ciliwung dimaksudkan untuk menopang penggunaan lahan berkelanjutan yang didukung oleh perencanaan *land use* yang tepat, peningkatan daya dukung lahan, serta karakter biofisik wilayah.

Pengembangan sistem agroforestri dilakukan untuk memberikan manfaat bagi manusia dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Fitri *et al.*, 2018). Indikator keberhasilan pengelolaan DAS adalah rendahnya tingkat terjadinya erosi dan sedimentasi sungai (Auliyani & Wijaya, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keterkaitan hubungan agroforestri dengan kualitas DAS dari segi erosi, CN dan retensi air potensial.

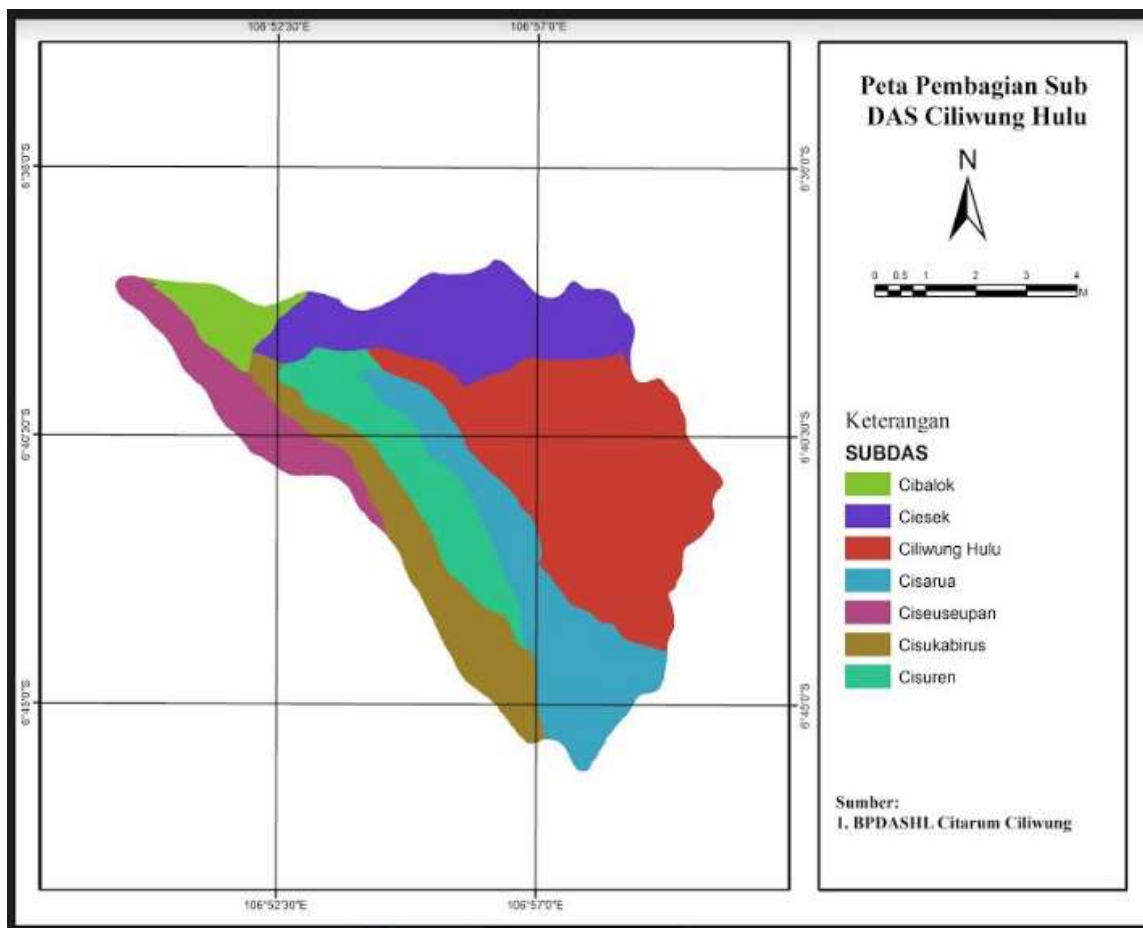
II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Agustus sampai dengan Desember 2019 di DAS Ciliwung Hulu, Provinsi Jawa Barat. Secara administrasi DAS Ciliwung Hulu termasuk ke dalam wilayah Kota Bogor dan Kabupaten Bogor. Lokasi tersebut meliputi wilayah Kecamatan Megamendung, Cisarua, Ciawi, Sukaraja, dan Bogor Timur. Peta lokasi penelitian ditampilkan pada Gambar 1.

Wilayah hidrologis DAS Ciliwung Hulu terdiri dari 7 (tujuh) sub DAS yakni Cibalok, Ciseusepan, Cisukabirus, Cisuren, Ciliwung Hulu, Ciesek dan Cisarua. Curah hujan rata-

rata per tahun 3259 mm/tahun sampai 4000 mm/tahun sedangkan rata-rata suhu udara setiap bulannya berkisar 26,2°C dan kelembaban udara \pm 80% (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor, 2019). Posisi geografis Sub DAS Ciliwung Hulu terletak pada koordinat antara 6°37' - 6°46' LS dan 106°50' - 107°0' BT. Ketinggian tempat sekitar 500-3000 m dpl, dengan topografi datar <8% sampai dengan sangat curam >40% serta jenis tanah dominan adalah inseptisol. Tipe agroforestri yang terdapat pada DAS Ciliwung Hulu terdiri dari tipe agroforestri agrosilvopastura-damar, agrosilvopastura-mindi, agrosilvopastura-kayu afrika, agrisilvikultur-damar, agrisilvikultur-jati, agrisilvikultur-afrika, agrisilvaendemik-rasamala, dan agrisilvaendemik-puspa.



Gambar (Figure) 1. Peta lokasi penelitian di DAS Ciliwung Hulu (*The study area map in the Upper Ciliwung Watershed*)

Sumber (Source): BPDASHL Citarum Ciliwung, 2019

B. Bahan dan Alat

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini terdiri dari peta *land use*, peta tanah, peta DAS Ciliwung Hulu serta bahan kimia untuk analisa tanah. Alat yang digunakan adalah GPS (*Global Positioning System*), komputer dengan software ArcGIS 10.8, *soil ring sampler*, tali plastik, kamera digital, alat tulis dan *external hard disc*.

C. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan pendekatan kualitatif dengan tahapan pengumpulan data primer menggunakan metode survei, observasi lapangan dan wawancara. Responden yang dipilih adalah masyarakat yang lahannya masuk dalam lokasi areal penelitian. Wawancara langsung bertujuan untuk memperoleh keterangan-keterangan tentang praktik agroforestri aktual, komponen penyusun tipe agroforestri dan kondisi biofisik serta praktek konservasi tanah.

Data sekunder diambil dari Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung (BPDASHL) Citarum-Ciliwung Tahun 2016, hasil-hasil penelitian, studi literatur, dan dari institusi pemerintah daerah setempat. Data sekunder yang dikumpulkan berupa data kondisi umum, data iklim, peta topografi, jenis tanah dan peta batas DAS serta data statistik Tahun 2019 Kabupaten Bogor dan Kota Bogor. Untuk menggambarkan kualitas DAS digunakan indikator nilai erosi, CN, dan kelompok hidrologi tanah retensi air potensial.

D. Analisis Data

Data hasil wawancara dianalisa secara deskriptif kualitatif. Nilai erosi diprediksi

menggunakan persamaan *Universal Soil Loss Equation* (USLE), (Wischmeier dan Smith 1978) sebagai berikut :

$$A = R K L S C P \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

- A = jumlah tanah yang tererosi (ton ha⁻¹ tahun⁻¹)
- R = faktor indeks (erosivitas) hujan
- K = faktor erodibilitas tanah
- L = faktor panjang lereng
- S = faktor kecuraman lereng
- C = faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman
- P = faktor tindakan-tindakan khusus konservasi tanah

CN ditentukan dengan pendekatan empiris, yakni perhitungan aliran permukaan (*run off*), curah hujan, *land use* dan *hydrologic soil group*. Kelompok hidrologi tanah, ditentukan oleh karakteristik fisik tanah baik tekstur maupun jenis tanah (Tabel 1). Retensi potensial air (S) dihitung dengan rumus menurut Chow (1988):

$$S = (25.400/CN) - 254 \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- S = retensi air potensial maksimum (mm)
- CN = bilangan kurva (curve number)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Teknik Konservasi, Erosi Aktual dan Erosi setelah Teknik Konservasi

Agroforestri dapat mempengaruhi daya dukung lahan di suatu DAS (Ekawaty *et al.*, 2018) yang ditunjukkan oleh indikator kualitas pengelolaan DAS antara lain erosi, CN dan retensi air potensial. Erosi, CN dan retensi air potensial memiliki hubungan kuantitatif dengan berbagai tipe agroforestri.

Tabel (Table) 1. Kelompok hidrologi pada berbagai penggunaan lahan dan kelompok tanah (*Hydrologic groups on various land uses and land groups*)

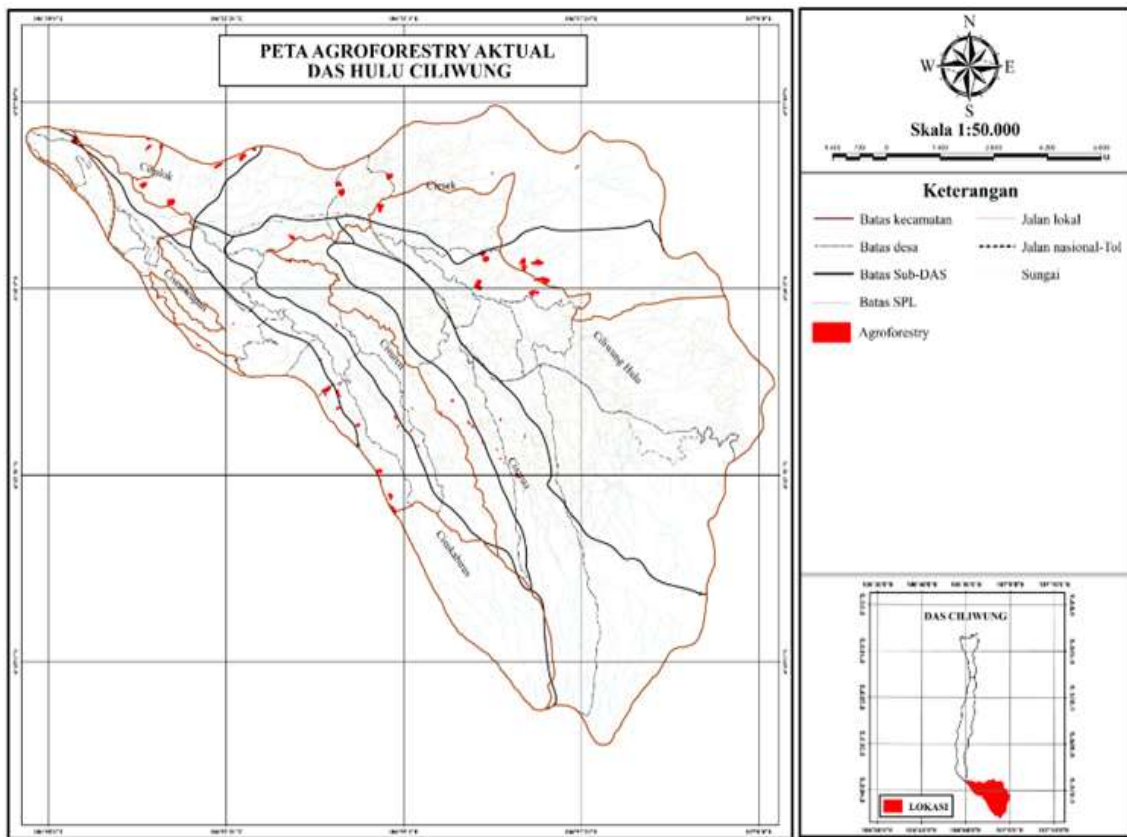
Penggunaan lahan / Kode (Land use)	Kondisi hidrologi (Soil hydrological conditions)	Kelompok tanah (Soil group)			
		A	B	C	D
Hutan (Forest)	Buruk	45	66	77	83
	Sedang	36	60	73	79
	Baik	30	55	70	77
Tegalan (Moor)	Buruk	72	81	88	91
	Baik	67	78	85	89
Padang Rumput (Meadow)	Buruk	68	79	86	89
	Sedang	49	69	79	48
	Baik	39	61	74	80
Perkebunan (Plantation)	Buruk	48	67	77	83
	Sedang	35	56	70	77
	Baik	30	48	65	73
Pemukiman (Settlement)		77	85	90	92
Sawah (Rice fields)	Baik	59	70	78	81
	Buruk	61	72	79	82
Lahan terbuka (Abandonedland)		98	98	98	98

Sumber (*Source*): Dune and Leopold (1978)

Indikator pengelolaan DAS yaitu erosi aktual diprediksi dengan menggunakan persamaan USLE. Pendugaan erosi aktual pada sistem agroforestri di DAS Ciliwung Hulu Jawa Barat adalah berkisar antara 1,99 ton/ha/tahun hingga 104,66 ton/ha/tahun. Erosi yang paling tinggi terjadi pada lahan dengan kemiringan lerengnya 15-25%. Kondisi ini disebabkan nilai C dan P pada satuan lahan tersebut jauh lebih tinggi dibandingkan pada kemiringan 25-40%. Nilai C dan P pada kelerengan 15-25% mencapai 0,36 dan 1, nilai ini menjadi penyumbang terbesar laju erosi di lokasi penelitian. Hasil analisis nilai C, nilai P pendugaan erosi dan Etol aktual pada Tabel 2.

Nilai C agroforestri aktual di lanskap daerah penelitian sangat tinggi sehingga diperlukan pengelolaan tanaman melalui penambahan kombinasi tanaman atau

kerapatan tanaman. Nilai C dalam persamaan USLE sangat tergantung dari komposisi tanaman secara aktual. Kelompok tanaman dengan komposisi kebun campuran mempunyai nilai C dengan kisaran 0,2, masih lebih tinggi dibandingkan dengan nilai C kebun campuran yang diperlakukan dengan tumbuhan bawah (Simanungkalit *et al.*, 2015). Kinoshita *et al.* (2016) menyarankan penerapan sistem agroforestri alternatif seperti model strata untuk meningkatkan cadangan sumber bahan organik yang berperan dalam meningkatkan stabilitas tanah. Bahan organik tersebut berperan terhadap peningkatan aktivitas organisme tanah seperti peningkatan perkembangan hifa jamur yang meningkatkan aktivitas pembentukan struktur tanah dan menciptakan agregat tanah yang lebih stabil (Utomo *et al.*, 2015).



Gambar (Figure) 2. Peta Agroforestri Aktual DAS Ciliwung Hulu (Map of Actual Agroforestry in the Upper Ciliwung Watershed)

Sumber (Source): Modifikasi dari BPDASHL Citarum Ciliwung (Modification from BPDASHL), 2019

Nilai P aktual yang tinggi perlu diturunkan melalui penyempurnaan perlakuan agroteknologi sehingga nilai P menjadi rendah. Penerapan teras bangku dengan kosntruksi baik akan menurunkan nilai P dari 0,75 – 1 menjadi 0,04 – 0,15 (Tabel 2). Nilai P sebesar 0,04 dan 0,15 didasarkan pada tabel standar baku menurut Arsyad (2010). Berkurangnya nilai C dan P berpengaruh terhadap menurunnya nilai erosi dibawah erosi yang ditoleransikan. Erosi yang tinggi disebabkan oleh tingkat penutupan vegetasi dipermukaan tanah yang relatif jarang hal ini karena petani secara rutin melakukan penyiangan sehingga penutup

lahan pada setiap tipe agroforestri tidak optimal. Tanaman bertajuk tinggi menyebabkan erosi yang terjadi lebih besar akibat dari air hujan tertahan oleh tajuk tanaman masih berpotensi merusak tanah saat air hujan jatuh kepermukaan tanah. Hasil ini selaras dengan kondisi yang ditemukan oleh Hasani *et al.* (2019) yang menyatakan pada kawasan agroforestri mempunyai laju erosi yang jauh lebih rendah dibandingkan pada kawasan budidaya konvensional. Hasil tersebut juga sesuai dengan hasil penelitian (Fitri *et al.*, 2018) yang mengatakan bahwa penutupan tanah oleh tanaman agroforestri dapat membantu

Tabel (Table) 2. Hasil analisis nilai C, P, pendugaan erosi dan erosi toleransi (Etol) pada DAS Ciliwung Hulu (*The results of the analysis of C, P value, erosion prediction and tolerable erosion (Etol) in the Ciliwung Hulu watershed landscape*)

Tipe agroforestry (Agroforestry type)	Erosi aktual (Actual erosion)						Erosi setelah teknik konservasi (Erosion after conservation)					Teknik konservasi (Conservation technique)
	% Lereng	LS	R	K	C	P	Erosi	C	P	Erosi	Etol	
Agrosilvopastura-d	25-40%	12	2647,9	0,02	0,26	0,75	70,22	0,23	0,04	3,31	12,36	Teras bangku kontruksi baik+serai wangi
Agrosilvopastura-m	<8%	0,25	2647,9	0,02	0,30	0,50	1,99	0,25	0,40	1,32	21,93	Teras tradisional+kopi+tanaman ditanam rapat
Agrosilvopastura-d	8-15%	1,2	2647,9	0,02	0,23	0,75	10,96	0,15	0,15	1,43	15,40	Teras bangku kontruksi sedang+kopi
Agrosilvopastura-d	15-25%	4,25	2647,9	0,04	0,20	0,90	81,03	0,14	0,04	2,52	12,00	Teras bangku kontruksi baik+kopi
Agrosilvopastura-ka	8-15%	1,2	2647,9	0,01	0,21	0,75	17,72	0,17	0,04	0,77	15,93	Teras bangku kontruksi baik+serai wangi
Agrosilvopastura-s	15-25%	4,25	2647,9	0,02	0,36	1,00	81,03	0,21	0,04	1,89	11,89	Teras bangku kontruksi baik+kopi
Agrosilvopastura-ka	8-15%	1,2	2647,9	0,04	0,33	0,75	31,46	0,18	0,35	8,01	22,75	Teras bangku kontruksi kurang baik+serai wangi
Agrosilvopastura-ka	8-15%	1,2	2647,9	0,11	0,35	0,75	91,75	0,26	0,04	3,64	34,65	Teras bangku kontruksi baik+kedelai+kopi
Agrisilvikultur-d	8-15%	1,2	2647,9	0,02	0,32	1,00	20,34	0,25	0,15	2,00	11,75	Teras bangku kontruksi sedang+kopi
Agrisilvikultur-j	8-15%	1,2	2647,9	0,06	0,28	1,00	53,38	0,21	0,15	6,01	16,80	Teras bangku kontruksi sedang+tanaman penutup tanah
Agrisilvikultur-ka	15-25%	4,25	2647,9	0,02	0,25	1,00	56,27	0,20	0,04	1,80	24,23	Teras bangku kontruksi baik+tanaman dirapatkan
Agrisilvikultur-ka	15-25%	4,25	2647,9	0,03	0,31	1,00	104,66	0,22	0,15	11,14	18,91	Teras bangku kontruksi sedang+tanaman dirapatkan
Agrisilvikultur-ka	8-15%	1,2	2647,9	0,05	0,37	1,00	58,78	0,26	0,04	1,65	17,15	Teras bangku kontruksi baik+kedelai
Agrisilvikultur-j	15-25%	4,25	2647,9	0,02	0,33	1,00	74,27	0,27	0,04	2,43	17,71	Teras bangku kontruksi baik+kopi
Agrisilvikultur-j	8-15%	1,2	2647,9	0,08	0,30	1,00	76,26	0,24	0,40	3,06	12,48	Teras tradisional+tanaman dirapatkan+jagung
Agrisilvikultur-ka	8-15%	1,2	2647,9	0,03	0,28	1,00	26,69	0,19	0,15	1,91	15,22	Teras bangku kontruksi sedang
Agrisilvikultur-ka	8-15%	1,2	2647,9	0,05	0,32	0,75	38,13	0,25	0,15	4,95	15,04	Teras bangku kontruksi sedang
Agrisilvikultur-ka	8-15%	1,2	2647,9	0,06	0,30	0,75	42,90	0,22	0,15	5,95	18,19	Teras bangku kontruksi sedang+jagung+kopi
Agrisilvikultur-ka	8-15%	1,2	2647,9	0,03	0,38	0,75	27,17	0,20	0,15	2,41	9,45	Teras bangku kontruksi sedang+kedai+kopi+tanaman dirapatkan
Agrisilvikultur-ka	15-25%	4,25	2647,9	0,02	0,32	1,00	72,02	0,22	0,04	1,86	34,78	Teras bangku kontruksi baik+jagung+kopi
Agrisilvaendemik-r	15-25%	4,25	2647,9	0,02	0,34	1,00	76,52	0,25	0,15	8,58	15,15	Teras bangku kontruksi sedang+kopi

Sumber (Source): Analisis data primer (*analysis of primary data*), 2019

Keterangan (Remarks): d = damar, m = mindi, s = sengon, j = jabon, r = rasamala, ka = kayu afrika

mengimbangi pengaruh curah hujan terhadap erosi dan aliran permukaan. Analisis erodibilitas tanah (K) pada lahan agroforestri di lokasi penelitian menghasilkan nilai K berkisar antara 0,01 sampai dengan 0,11. Vegetasi agroforestri yang di tambahkan menjadi alternatif untuk menurunkan erosi tanah pada DAS Ciliwung Hulu adalah tanaman tahunan (kopi) dan tanaman semusim (jagung, kedelai dan serai wangi) serta perlakuan teknik kerservasi tanah dan air baik teras tradisional maupun teras bangku.

Hasani *et al.* (2019) menyatakan bahwa upaya untuk menekan erosi tanah dalam batas yang dapat ditoleransikan pada musim hujan, dapat dilakukan melalui pola tanam agroforestri, teknik konservasi tanah, pembuatan teras, penanaman tanaman penguat teras searah kontur, penanaman tanaman penutup tanah serta jenis rehabilitasi lahan lainnya yang dapat memperbaiki kualitas lahan di DAS tersebut. Hubungan berbagai tipe agroforestri terhadap erosi, *run off*, dan CN di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 3.

Tabel (Table) 3. Pengaruh agroforestri terhadap erosi, CN dan retensi air potensial pada lanskap DAS Ciliwung Hulu (*Impact of agroforestry on erosion, curve number and potential water retention in the Upper Ciliwung Watershed landscape*)

Tipe agroforestry (Agroforestry type)	Kemiringan Lereng (Slope)	Erosi (erosion) (ton/ha/tn)	Curve number (CN)	Kelompok hidrologi tanah (Soil hydrology group)	Retensi air potensial(S) (Potential water retention)(S)
Agrosilvopastura-d	25-40%	3,31	71	B	103,74
Agrosilvopastura-m	<8%	1,32	67	B	125,10
Agrosilvopastura-d	8-15%	1,43	57	A	191,61
Agrosilvopastura-d	15-25%	2.52	47	A	286,42
Agrosilvopastura-ka	8-15%	0.77	58	A	183,93
Agrosilvopastura-s	15-25%	1,89	48	A	275,16
Agrosilvopastura- ka	8-15%	8.01	53	A	225,24
Agrosilvopastura- ka	8-15%	3,64	49	A	264,36
Agrisilvikultur-d	8-15%	2,00	73	B	93,94
Agrisilvikultur-j	8-15%	6.01	44	A	323,27
Agrisilvikultur- ka	15-25%	1,80	59	A	176,50
Agrisilvikultur- ka	15-25%	11,14	48	A	275,16
Agrisilvikultur- ka	8-15%	1,65	63	B	149,17
Agrisilvikultur-j	15-25%	2,43	72	B	98,77
Agrisilvikultur-j	8-15%	3,06	56	A	199,57
Agrisilvikultur- ka	8-15%	1,91	70	B	108,85
Agrisilvikultur- ka	8-15%	4,95	68	B	119,52
Agrisilvikultur- ka	8-15%	5,95	56	A	199,57
Agrisilvikultur- ka	8-15%	2,41	78	C	71,64
Agrisilvikultur- ka	15-25%	1,86	50	A	254,00
Agrisilvaendemik-r	15-25%	8,58	63	B	149,17

Sumber (Source): Analisis data primer (*analysis of primary data*), 2019

Keterangan (Remarks): A, B, C = kelompok hidrologi tanah (*Soil hydrology group*)

Nilai Kelompok Hidrologi Tanah (KHT) di lokasi penelitian didominasi oleh KHT B. Nilai ini menunjukkan bahwa kapasitas infiltrasi di lokasi tersebut mempunyai kelas sedang. Nilai CN yang didapat bervariasi antara 44 – 78. Perolehan nilai CN selanjutnya digunakan untuk menentukan nilai retensi (S) di lokasi penelitian. Kondisi vegetasi pohon dan penutup tanah tersebut mampu menghambat limpasan permukaan sehingga air memperoleh kesempatan lebih lama untuk menyerap ke dalam tanah.

Perencanaan penggunaan lahan melalui penerapan sistem agroforestri dengan mengkombinasikan tanaman kehutanan, tanaman semusim, semak, jenis rumput-rumputan membantu menekan erosi, laju aliran permukaan, serta meningkatkan produktivitas lahan (Fitri *et al.*, 2018). Erosi dan aliran permukaan yang terjadi pada penelitian ini disebabkan oleh tidak adanya penerapan praktik teknologi pelestarian tanah dan air terutama pada lahan dengan kemiringan >15%. Tutupan vegetasi yang ada di lokasi mempunyai nilai C cukup baik, sehingga yang sangat penting adalah memodifikasi lahan dengan penerapan teras bangku ataupun teras gulud yang diperkuat dengan rumput.

Kemampuan sistem agroforestri dalam meningkatkan kualitas lahan telah diakui oleh banyak pihak dan menghasilkan perbaikan terhadap kualitas lahan. Menurut Junaidi (2013), agroforestri yang telah diterapkan di DAS Cisadane mampu meningkatkan *base flow* dan sekaligus menurunkan waktu puncak

debit aliran (*peak surface flow*), infiltrasi (Zhu *et al.*, 2019), dan juga menurunkan konsentrasi sedimen dan meningkatkan kualitas air (Karmakar *et al.*, 2019). Namun demikian, pengaruh bertolak belakang dari penerapan agroforestri juga pernah dilaporkan oleh Masnang *et al.* (2014), dimana agroforestri gamal dan kopi menghasilkan erosi yang lebih tinggi dibandingkan erosi toleransi. Temuan Masnang *et al.* (2014) menunjukkan bahwa efektivitas agroforestri sangat tergantung pada jenis tanaman penyusunnya, pola tanam, dan juga oleh karakteristik biofisik lahan terutama kemiringan lereng (Supriyadi *et al.*, 2016; Tolaka *et al.*, 2013). Lebih lanjut nilai lebih dari penerapan agroforestri sebagai alternatif penggunaan lahan adalah menghasilkan jasa lingkungan yang mempunyai nilai secara ekonomi.

Menurut Kay *et al.* (2019) dan Yonariza *et al.* (2019), pemberlakuan sistem pasar secara luas, termasuk menerapkan perhitungan nilai uang jasa lingkungan dalam penerapan agroforestri dapat mendukung perubahan penggunaan lahan ke arah penerapan agroforestri. Dari segi ekonomi, penerapan agroforestri dalam bentuk pengelolaan hutan kemasyarakatan (HKM) memberikan dampak positif terhadap masyarakat, yaitu meningkatnya pendapatan dan kesejahteraan, hasil ini juga telah dilaporkan oleh Nandini *et al.*, (2019).

IV. KESIMPULAN

Penerapan agroforestri dapat mempengaruhi indikator kualitas pengelolaan DAS yaitu erosi mampu dikendalikan sebesar 97%, retensi air

potensial meningkat hingga 100 persen dan CN dapat diturunkan menjadi di bawah 80.

Penerapan agroforestri di daerah hulu DAS berperan penting terhadap kualitas DAS sehingga menjadi salah satu upaya dalam mencapai pengelolaan DAS secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih dan penghargaan disampaikan kepada masyarakat di DAS Ciliwung Hulu, Kepala Balai Pengelolaan DAS dan Hutan Lindung Ciliwung-Citarum, serta jajarannya yang telah membantu dalam pelaksanaan riset ini.

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, S. (2010). Konservasi Tanah Dan Air. IPB Press.

Atangana, A., Khasa, D., Chang, S., & Degrande, A. (2014). Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes. In *Tropical Agroforestry* (pp. 151–240). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7723-1>

Auliyani, D., & Wijaya, W. (2017). Perbandingan Prediksi Hasil Sedimen Menggunakan Pendekatan Model Universal Soil Loss Equation Dengan Pengukuran Langsung. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 1(1), 61–71. <https://doi.org/10.20886/jppdas.2017.1.1.61-71>

Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor. (2019). Kabupaten Bogor Dalam

Angka 2019. Available online at: www.kabupatenbogor.bps.go.id (diakses 22 November 2020).

Chay, A. (2010). Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press.

Chow, V.T., D.R. Maidment, and L.W. Mays. (1988). *Applied Hydrology*. McGrawHill. Singapore

Dunne, T., Leopold, L.B. 1978. *Water in Environmental Planning*, W.H. Freeman and Company, San Fransisco, USA

Darmayanti, A. S. (2012). Beberapa sifat fisika kimia tanah yang berpengaruh terhadap model kecepatan infiltrasi pada tegakan mahoni jabon dan trembesi di Kebun Raya Purwodadi. *Berk. Penel. Hayat*, 17, 185–191. <https://doi.org/10.23869/bphjbr.17.2.201210>

Ekawaty, R., Yonariza, Ekaputra, E. G., & Arbain, A. (2018). Telaahan Daya Dukung Dan Daya Tampung Lingkungan Dalam Pengelolaan Kawasan Daerah Aliran Sungai Di Indonesia. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 2(2), 30–40. https://www.researchgate.net/publication/327676044_Telaahan_Daya_Dukung_dan_Daya_Tampung_Lingku ngan_Dalam_Pengelolaan_Kawasan_ Daerah_Aliran_Sungai_di_Indonesia

Fitri, R. (2020). Karakteristik Das Ciliwung Hulu Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 9(1).

- Fitri, R., Tarigan, S. D., Sitorus, S. R. P., & Rachman, L. M. (2018). Perencanaan Penggunaan Lahan Untuk Pengembangan Agroforestri Di Das Ciliwung Hulu Provinsi Jawa Barat. *TATA LOKA*, 20(2), 148–159.
- Hartoyo, A. P. P., Prasetyo, L. B., Siregar, I. Z., Supriyanto, Theilade, I., & Siregar, U. J. (2019). Carbon stock assessment using forest canopy density mapper in agroforestry land in Berau, East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(9), 2661–2676. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200931>
- Hartoyo, A. P. P., Siregar, I. Z., Supriyanto, Prasetyo, L. B., & Thelaide, I. (2016). Biodiversity, Carbon Stocks and Community Monitoring in Traditional Agroforestry Practices: Preliminary Results from Two Investigated Villages in Berau, East Kalimantan. *Procedia Environmental Sciences*, 33, 376–385. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.088>
- Hartoyo, A. P. P., Supriyanto, Siregar, I. Z., Theilade, I., & Prasetyo, L. B. (2018). Agroforest diversity and ethnobotanical aspects in two villages of Berau, East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(2), 387–398. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190205>
- Hasani, U. O., Marwah, S., & Alwi, L. O. (2019). Alternatif Pembangunan Kehutanan Berbasis Agroforestry Mengatasi Erosi Tanah Di Das Onewila Kabupaten Konawe Selatan Sulawesi Tenggara. *Ecogreen*, 5(1), 109 – 116.
- Junaidi, E. (2013). Peranan Penerapan Agroforestry Terhadap Hasil Air Daerah Aliran Sungai (Das) Cisadane. *Jurnal Penelitian Agroforestry*, 1(1), 41–53.
- Karmakar, S., Haque, S. M. S., Hossain, M. M., & Sen, M. (2019). Water quality parameter as a predictor of small watershed land cover. *Ecological Indicators*, 106(105462). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105462>
- Karuniasa, M., Annazili, H., & Soedarjanto, M. S. (2019). Model Pengelolaan Terbaik Untuk Keberlanjutan Daerah Aliran Sungai (Das) Pada Sub Das Ciliwung Hulu. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai* *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 3(1), 79–88.
- Kay, S., Graves, A., Palma, J. H. N., Moreno, G., Roces-Díaz, J. V., Aviron, S., Chouvardas, D., Crous-Duran, J., Ferreiro-Domínguez, N., García de Jalón, S., Măcicășan, V., Mosquera-Losada, M. R., Pantera, A., Santiago-Freijanes, J. J., Szerencsits, E., Torralba, M., Burgess, P. J., & Herzog, F. (2019). Agroforestry is paying off – Economic evaluation of ecosystem services in European landscapes with and without agroforestry systems. *Ecosystem Services*, 36(March 2018). <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100896>
- Kinoshita, R., Rounsard, O., Chevallier, T., Albrecht, A., Taugourdeau, S.,

- Ahmed, Z., & van Es, H. M. (2016). Large topsoil organic carbon variability is controlled by Andisol properties and effectively assessed by VNIR spectroscopy in a coffee agroforestry system of Costa Rica. *Geoderma*, 262, 254–265. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.08.026>
- Lestari, E. (2016). Perencanaan Pengelolaan Das Terpadu Dalam Mengatasi Ketidakseimbangan Kebutuhan Air Bersih Dan Permasalahan Banjir (Kajian Daerah Aliran Sungai Cisadane). *Jurnal Forum Mekanika*, 5(2), 75–82. <https://stt-pln.e-journal.id/forummekanika/article/view/627>
- Masnang, A., Sinukaban, N., Sudarsono, & Gintings, N. (2014). Kajian Tingkat Aliran Permukaan Dan Erosi, pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Sub-DAS Jenneberang Hulu. *Jurnal Agroteknos*, 4(1), 32–37.
- Naharuddin, N. (2018). Sistem Pertanian Konservasi Pola Agroforestri dan Hubungannya dengan Tingkat Erosi di Wilayah Sub-DAS Wuno, Das Palu, Sulawesi Tengah. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 6(3), 183. <https://doi.org/10.14710/jwl.6.3.183-192>
- Nandini, R., Kusumandari, A., Gunawan, T., & Sadono, R. (2019). Perubahan Kualitas Lingkungan Pada Hutan Kemasyarakatan Di Daerah Aliran Sungai Babak, Pulau Lombok. *Jurnal Penelitian Kehutanan*, 3(1), 43–50. <https://doi.org/http://doi.org/10.20886/jpkf.2019.3.1.43-50>
- Noordwijk, M. Van, Agus, F., Suprayogo, D., Hairiah, K., Pasya, G., Verbist, B., & Farida. (2004). Peranan Agroforestri Dalam Mempertahankan Fungsi Hidrologi Daerah Aliran Sungai (Das). *Agrivita*, 26(1), 1–8.
- Qifli, A. K. M., Hairiah, K., & Suprayogo, D. (2014). Seresah Asal Hutan Alami Dan Agroforestri Kopi. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 1(2), 15–24.
- Segura, M., & Kanninen, M. (2005). Allometric models for tree volume and total aboveground biomass in a tropical humid forest in Costa Rica. *Biotropica*, 37(1), 2–8. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2005.02027.x>
- Senaviratne, G. M. M. A., Udawatta, R. P., Anderson, S. H., Baffaut, C., & Josh, S. (2013). Apex Simulation: Environmental Benefits Of Agroforestry and Grass Buffers For Corn-Soybean Watersheds. <https://scisoc.confex.com/crops/2013am/webprogram/Paper78397.html>
- Setyowati, D. L. (2007). Sifat Fisik Tanah Dan Kemampuan Tanah Meresapkan Air Pada Lahan Hutan, Sawah, Dan Permukiman. *Jurnal Geograf*, 4(2). <https://doi.org/10.15294/jg.v4i2.103>
- Simanungkalit, A., Nasution, Z., & Sembiring, M. (2015). Tingkat Bahaya Erosi (TBE) Tanah Andisol pada beberapa Tipe Penggunaan Lahan dengan Metode USLE dan SIG di Desa Kutaraja Kecamatan Namantera

- Kabupaten Karo. *Jurnal Online Agroteknologi*, 3(4), 1349-1360.
- Supriyadi, Pramono, I. B., & Prahesti, R. R. (2016). Kualitas Indeks Tanah Sebagai Estimator dari Agroforestry Tanah Kesehatan di Tirtomoyo Sub-DAS, Wonogiri. 18(2), 38–43.
- Smith, J. (2010). *Agroforestry : Reconciling Production with Protection of the Environment A Synopsis of Research Literature*. The Organic Research Centre.
https://orgprints.org/18172/1/Agroforestry_synopsis.pdf
- Teka, K., Haftu, M., Ostwald, M., & Cederberg, C. (2020). Can integrated watershed management reduce soil erosion and improve livelihoods? A study from northern Ethiopia. *International Soil and Water Conservation Research*, xxxx.
<https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2020.06.007>
- Tolaka, W., Wardah, & Rahmawati. (2013). Sifat Fisik Tanah Pada Hutan Primer , Agroforestri Dan Kebun Kakao Di Subdas Wera Saluopa Desa Leboni Kecamatan Pamona Puselemba Kabupaten Poso. *WARTA RIMBA*, 1, 1–8.
- Udawatta, R., Jose, S., & Garrett, H. (2015). A Paired watershed Evaluation of Agroforestry effects on Water Quality on a Corn / Soybean Rotation. *Geophysical Research Abstracts*, 17.
- Utomo, B.S., Nuraini, Y., & Widiyanto. (2015). Kajian Kemantapan Agregat Tanah Pada Pemberian Beberapa Jenis Bahan Organik di Perkebunan Kopi Robusta. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 2(1): 111-117
- Wischmeier WH, Smith, D.D. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses*. Amerika Serikat (US): Dept. Agric. Handbook No.537.
- Yonariza, Astika, B., Mahdi, & Maynard, S. (2019). Addressing knowledge gaps between stakeholders in payments for watershed services : Case of Koto Panjang hydropower plant catchment area , Sumatra , Indonesia. *Ecosystem Services*, 39(July), 100995.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100995>
- Zhu, X., Chen, C., Wu, J., Yang, J., Zhang, W., & Zou, X. (2019). Can intercrops improve soil water infiltrability and preferential flow in rubber-based agroforestry system? *Soil & Tillage Research*, 191(October 2018), 327–339.
<https://doi.org/10.1016/j.still.2019.04.017>