

**MODEL PENGELOLAAN TERBAIK UNTUK KEBERLANJUTAN DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)
PADA SUB DAS CILIWUNG HULU**

(The best management model for sustainability watershed at the Upper Ciliwung Sub Watershed)

Mahawan Karuniasa¹, Haqqi Annazili¹ dan Muchamad Saparis Soedarjanto²

¹ Sekolah Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia,

Gedung C Lantai V-VI, Jalan Salemba Raya 4 Salemba, Jakarta 10430

² Direktorat Perencanaan dan Evaluasi Pengendalian DAS, Direktorat Jenderal Pengelolaan DAS dan Hutan Lindung

Gedung Manggala Wanabakti, Blok I Lantai 13 Jl. Gatot Subroto, Senayan, Jakarta, Indonesia

Email: daulayhaqqi@gmail.com

Diterima: 15 Maret 2019; Direvisi: 03 Oktober 2019; Disetujui: 18 Oktober 2019

ABSTRACT

The sustainability of the ecosystem functions of the Upper Ciliwung Sub Watershed is disrupted, indicated by the exceeding of the minimum erosion hazard level compared to its tolerable erosion. This condition is caused by imbalance between forest areas compared to other land uses such as dryland agricultural, paddy fields, and settlement of the watershed. The purpose of this study was to determine the best watershed management practices in the Upper Ciliwung Sub Watershed based on the watershed sustainability model. The data for the sustainability model were obtained through the Analytical Hierarchy Process (AHP). The results showed that the area of forest had the highest value among other land cover aspects with a value of 52.8%. In succession, the next priority was the area of paddy fields by 24.4%; the area of dryland agriculture was 17.9% and the settlement area was 4.9%. It can be concluded that efforts were needed to: 1). Increase the area of forests and reduce the area of dryland agriculture; 2). Managing the area of settlements; 3). Increasing the area of paddy fields.

Keywords: *watersheds, management practices, environmental restoration*

ABSTRAK

Keberlanjutan fungsi ekosistem Sub DAS Ciliwung Hulu terganggu, ditunjukkan oleh nilai tingkat bahaya erosi minimum yang melebihi batas yang dapat ditoleransi. Hal ini karena kawasan hutan memiliki proporsi yang tidak sebanding dengan luas pertanian lahan kering, luas sawah dan luas permukiman di wilayah tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan praktik pengelolaan DAS terbaik di Sub DAS Ciliwung Hulu berdasarkan model keberlanjutan DAS. Data yang digunakan untuk keberlanjutan DAS Ciliwung Hulu diperoleh melalui *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas hutan

memiliki nilai tertinggi di antara aspek tutupan lahan lainnya dengan nilai 52,8%. Secara berturut-turut, prioritas berikutnya adalah luas sawah sebesar 24,4%; luas pertanian lahan kering dengan nilai 17,9% dan luas permukiman sebesar 4,9%. Dapat disimpulkan bahwa diperlukan upaya untuk: 1). Meningkatkan luas hutan dan mengurangi luas pertanian lahan kering; 2). Mengelola luas permukiman; dan 3). Meningkatkan luas sawah.

Kata kunci: Daerah Aliran Sungai, praktik manajemen, restorasi lingkungan

I PENDAHULUAN

Jumlah penduduk Indonesia terus meningkat. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada Tahun 2010, jumlah penduduk Indonesia adalah 238.518.800 orang. Jumlah ini diprediksi meningkat. Pada Tahun 2035, populasi Indonesia diproyeksikan mencapai 305.600.000 orang (BPS, 2014).

Peningkatan jumlah penduduk Indonesia berbanding lurus dengan peningkatan pemenuhan lahan untuk penyediaan makanan dan pendapatan. Hal ini sesuai dengan penelitian Suryadi (2011) yang menemukan bahwa ketergantungan penduduk pada lahan relatif besar untuk melakukan kegiatan mata pencaharian melalui pemanfaatan sumber daya alam pertanian. Munibah, Sitorus, & Rustiadi (2009) juga menyatakan bahwa hubungan populasi dengan luas lahan pertanian cenderung linier. Hal ini sejalan dengan penelitian Karuniasa (2012) yang mengamati bahwa beberapa provinsi yang memiliki kepadatan penduduk tinggi di Indonesia cenderung memiliki tutupan hutan yang rendah. Kondisi ini ternyata sudah menjadi fenomena global. Konversi fungsi hutan menjadi pertanian untuk memenuhi makanan dan meningkatkan ekonomi sering terjadi, meskipun pada akhirnya

akan ada reboisasi ataupun penghijauan karena manfaat besar dari hutan (Mather, 1992).

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk menentukan luas hutan minimum di suatu DAS atau pulau. Sunandar (2014) menyatakan luas hutan minimum suatu DAS atau pulau adalah 29,86%. Temuan ini didasarkan pada studi respon hidrologi di DAS Asahan. Kemudian, Karuniasa (2012) mengamati, jumlah minimum kawasan hutan adalah 27,04%. Hasil penelitian tersebut diperoleh berdasarkan hasil studi tentang kondisi kelestarian ekosistem, terutama di DAS Keduang.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut di atas, penulis mengamati kondisi tutupan hutan di Sub DAS Ciliwung Hulu. Beberapa jenis penggunaan lahan yang ditemukan di Sub DAS Ciliwung Hulu termasuk lahan basah, lahan kering, perkebunan, hutan, permukiman, dan sawah (Arifasihati, 2016; Kementerian Kehutanan, 2012; Padawangi, Turpin, Prescott, Lee, & Shepherd, 2016; Suryadi, 2011). Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan yang sangat signifikan pada luas hutan dari tahun 2013 sampai 2015 di Sub DAS Ciliwung Hulu. Penurunan luas hutan ini dipengaruhi oleh dorongan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan makanan dan pendapatan.

Tabel (Table) 1. Perubahan penutupan lahan di Sub DAS Ciliwung Hulu pada tahun 2013-2015 (*The changes in land cover in the Upper Ciliwung Sub Watershed in 2013-2015*)

| Tutupan lahan (<i>Land cover</i>) | 2013 | | 2015 | | Perubahan (<i>Change</i>) (ha) |
|---|---------------------------|---|---------------------------|---|----------------------------------|
| | Luas (<i>Area</i>) (ha) | Tutupan lahan (<i>Land cover</i>) (%) | Luas (<i>Area</i>) (ha) | Tutupan lahan (<i>Land cover</i>) (%) | |
| Hutan (<i>Forest</i>) | 6.138,72 | 40,30 | 5.244,13 | 34,43 | -894,60 |
| Lahan kering non hutan (<i>Non-forest dry land</i>) | 9.094,25 | 59,70 | 8.840,29 | 58,03 | -253,96 |
| Lahan basah/Tubuh air (<i>Wet land/water body</i>) | 0,00 | 0,00 | 1.148,56 | 7,54 | 1.148,56 |
| Total (<i>Total</i>) | 15.232,97 | 100,00 | 15.232,97 | 100,00 | |

Sumber (*Source*): Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2015)

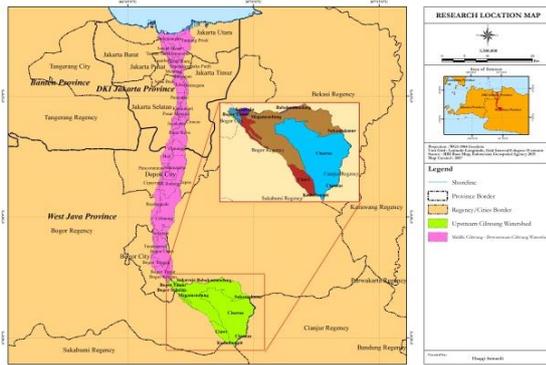
Keberlanjutan fungsi ekosistem di Sub DAS Ciliwung Hulu telah mengalami gangguan yang ditunjukkan oleh nilai tingkat bahaya erosi minimum yang melebihi batas, tetapi dapat ditoleransi karena luas hutan yang tidak sebanding dengan luas lahan pertanian (pertanian lahan kering dan sawah) dan luas permukiman (Al-Faraj & Al-Dabbagh, 2015; Annazili, 2018; Istomo & Prihatiningtyas, 2011; Rogers, Jalal, & Boyd, 2012). Annazili (2018) menemukan tingkat bahaya erosi minimum Sub DAS Ciliwung Hulu pada tahun 2016 sebesar 4,13. Angka tersebut menunjukkan kondisi yang tidak berkelanjutan karena angka tersebut lebih besar dari 1. Keberlanjutan fungsi DAS sendiri dipengaruhi oleh nilai tingkat bahaya erosi minimum, pendapatan petani, dan tingkat produksi tanaman pangan yang merupakan pendekatan dari aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial dalam mengelola DAS (Miller & Spoolman, 2016). Komposisi jenis tutupan lahan ditentukan untuk mengoptimalkan faktor-faktor yang mempengaruhi keberlanjutan fungsi DAS

(Rahayu, Rosli, & Yahya, 2013). Jenis-jenis tutupan lahan yang digunakan meliputi hutan, pertanian lahan kering, sawah dan pemukiman. Oleh karena itu, penelitian ini sangat diperlukan untuk memastikan keberlanjutan fungsi ekosistem Sub DAS Ciliwung Hulu. Berdasarkan masalah tersebut di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan praktik pengelolaan DAS terbaik di Sub DAS Ciliwung Hulu berdasarkan model keberlanjutan DAS.

II BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilakukan selama lima bulan, mulai dari bulan Oktober 2017 hingga minggu ketiga bulan Maret 2018. Kegiatan yang dilakukan meliputi pengumpulan data primer dan sekunder, pengolahan data, dan analisis data. Lokasi penelitian di Sub DAS Ciliwung Hulu yang sebagian besar berada di Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Gambar 1 menyajikan peta Sub DAS Ciliwung Hulu.



Gambar (Figure) 1. Sub Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu (*Upper Ciliwung Sub Watershed*)

Sumber (Source): Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan,(2015)

B. Bahan dan Peralatan

Bahan-bahan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer terdiri atas model restorasi lingkungan fungsi keberlanjutan DAS dan indeks fungsi keberlanjutan Sub DAS Ciliwung Hulu. Data sekunder terdiri atas tingkat bahaya erosi minimum dan luas setiap jenis tutupan lahan di Sub DAS Ciliwung Hulu. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Software Analytical Hierarchy Process (AHP)*.

C. Metode

Perumusan kebijakan model restorasi lingkungan untuk keberlanjutan fungsi Sub DAS Ciliwung Hulu diperoleh dari responden ahli yang dianalisis dengan AHP. Responden ahli terdiri atas dua kelompok pemangku kepentingan yang terlibat dalam pemulihan lingkungan DAS. Kriteria responden ahli dalam penelitian

ini adalah responden yang mengetahui seluk beluk restorasi lingkungan DAS. Responden AHP terdiri dari:

1). Pemerintah

Responden dari pemerintah adalah karyawan lembaga pemerintah yang memiliki wewenang dan keterlibatan dalam pengelolaan DAS, termasuk mereka yang memiliki tanggung jawab sebagai fasilitator, pengawas, dan pengelola Sub DAS Ciliwung Hulu. Responden dalam penelitian ini berasal dari Direktorat Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung (Ditjen PDASHL), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), dengan kriteria minimum harus eselon 4 atau koordinator kegiatan. Jumlah responden dari unsur pemerintah sebanyak 7 orang.

2). Akademisi

Responden dari akademisi adalah dosen perguruan tinggi dari Sekolah Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia (UI) sebanyak 1 orang.

Model untuk keberlanjutan Sub DAS Ciliwung Hulu diperoleh melalui data analisis AHP. Analisis AHP adalah studi alternatif yang dipilih untuk mendapatkan rancangan model restorasi lingkungan untuk keberlanjutan Sub DAS Ciliwung Hulu. Data diperoleh melalui kuesioner yang diisi oleh ahli/ pakar yang terdiri dari pakar pemangku kepentingan dari pemerintah dan akademisi.

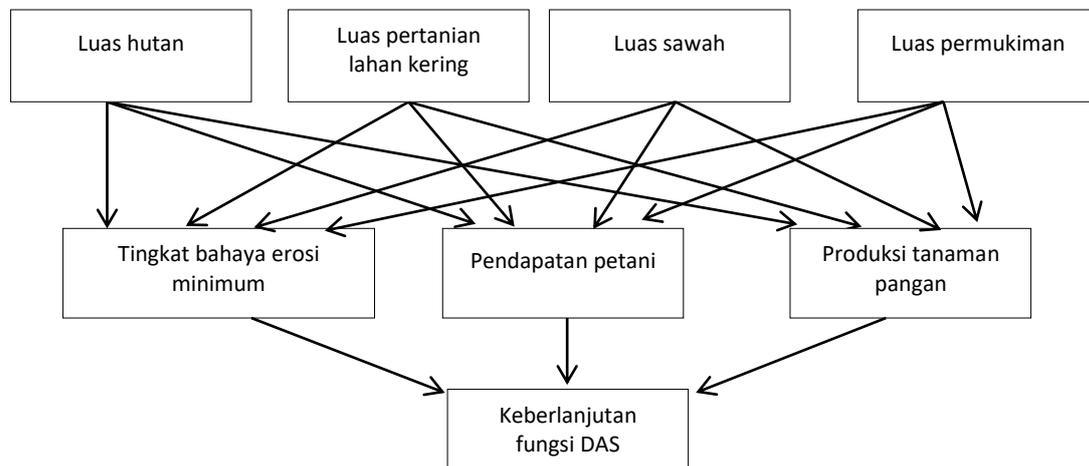
D. Analisis Data

Metode AHP merupakan salah satu metode penentuan bobot indikator untuk keberlanjutan fungsi Sub DAS Ciliwung Hulu dengan berdasarkan pada pendapat para ahli. Dalam penelitian ini, tujuan AHP adalah keberlanjutan fungsi DAS. Kriteria AHP yang digunakan adalah tingkat bahaya erosi minimum, pendapatan petani, dan produksi tanaman pangan, sebagai kriteria AHP. Sedangkan sub kriteria/ alternatif dalam metode AHP

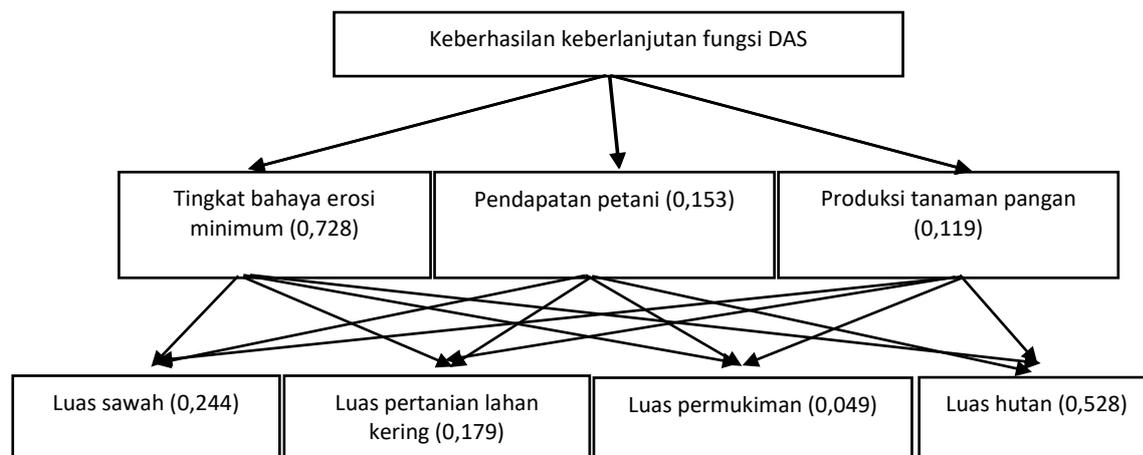
adalah aspek-aspek luas tutupan lahan, khususnya luas hutan, luas pertanian lahan kering, luas sawah, dan luas permukiman. Skema hubungan antara variabel-variabel penelitian ini diilustrasikan pada Gambar 2.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil metode AHP yang memiliki tujuan keberhasilan keberlanjutan fungsi Sub DAS Ciliwung Hulu dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar (Figure) 2. Hubungan antara variabel-variabel penelitian (*Relationship between research variables*)
 Sumber (Source): Analisis data (*Data analysis*), 2018



Gambar (Figure) 3. Rekapitulasi perhitungan metode AHP untuk keberlanjutan fungsi Sub DAS Ciliwung Hulu (*Recapitulation of the AHP method calculation for the sustainability of the Upper Ciliwung Sub Watershed*)

Sumber (Source): Analisis data primer (*Primary data analysis*), 2018

Saaty (2001) menyatakan bahwa nilai-nilai konsistensi diperlukan untuk memastikan jawaban untuk setiap pertanyaan dilakukan dengan benar. Setiap kuesioner dapat dikategorikan konsisten jika Rasio Konsistensi (CR) lebih kecil dari atau sama dengan 10% ($\leq 10\%$). Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *Expert Choice* 11 nilai rasio konsistensi keseluruhan adalah 5%. Dengan demikian, hasil data ini dapat digunakan lebih lanjut karena jawaban untuk setiap pertanyaan dilakukan dengan benar.

Penilaian perbandingan kriteria berpasangan dan prioritas alternatif dilakukan oleh responden ahli sebanyak 8 orang, yang terdiri dari kelompok (ahli pemangku kepentingan) dari pemerintah dan akademisi. Hasil penilaian yang dilakukan oleh responden ahli menunjukkan bahwa tingkat bahaya erosi minimum merupakan kriteria paling penting dalam mendukung pengelolaan DAS berkelanjutan dengan nilai sebesar 0,728 atau 72,8%. Kriteria penting berikutnya adalah pendapatan petani dengan nilai 0,153 atau 15,3% dan yang terakhir adalah produksi tanaman pangan dengan nilai 0,119 atau 11,9%. Pendapatan petani dan produksi tanaman pangan adalah kriteria yang juga penting dalam mendukung keberlanjutan fungsi DAS. Namun, kedua kriteria ini hanya dapat dilakukan jika kriteria tingkat bahaya erosi minimum berada dalam kondisi yang baik.

Selanjutnya, dalam mengevaluasi alternatif prioritas, berdasarkan hasil penelitian ini, luas hutan adalah alternatif prioritas yang perlu diatur dalam

perumusan kebijakan keberlanjutan fungsi DAS (Achmad *et al.*, 2008). Hal ini karena luas hutan memiliki nilai tertinggi di antara aspek tutupan lahan lainnya dengan nilai 0,528 atau 52,8%. Prioritas berikutnya adalah luas sawah 0,244 atau 24,4%; luas pertanian lahan kering 0,179 atau 17,9%; dan luas permukiman 0,049 atau 4,9%.

Peningkatan luas hutan dan pengurangan luas pertanian lahan kering seperti yang disebutkan sebelumnya dapat dilakukan dengan menggabungkan kegiatan kehutanan dan pertanian pada area pertanian lahan kering yang ada. Hal ini dikenal sebagai sistem agroforestri (Hardjanto, 2000; Arts & De Koning, 2017; Jariyah & Cahyono, 2006; Martial, 2014; Soedarjanto, 2011). Selain mampu meningkatkan pendapatan petani, agroforestri juga dapat mengurangi tingkat bahaya erosi minimum. Berdasarkan studi ini dapat dilihat bahwa vegetasi memiliki manfaat yang sangat baik bagi lingkungan, terutama dalam hal pengendalian erosi. Peningkatan luas hutan di Sub DAS Ciliwung Hulu dapat dilakukan melalui peningkatan luas hutan rakyat (Sutrisna, 2011). Mauludi (2014) meneliti bahwa strategi pengembangan hutan rakyat di Kabupaten Bogor secara umum dapat dilakukan melalui empat cara, yaitu: 1). Membangun fondasi ekonomi petani yang kuat dengan pola wanatani; 2). Meningkatkan kapasitas kelompok tani dalam mengembangkan komoditas unggul di lahan non-produktif; 3). Mengembangkan hutan rakyat melalui pola subsidi; dan 4). Meningkatkan peran pemerintah dalam memfasilitasi peningkatan kemitraan hutan rakyat dalam aspek produksi.

Dalam studi ini, pengelolaan luas pemukiman mengacu pada penerapan hukum dan peraturan tentang pemukiman. Salah satunya adalah dengan menerapkan aturan ruang terbuka hijau dan mengendalikan kawasan perumahan. Hal ini sesuai dengan penelitian Hidajat (2014) yang menemukan bahwa kebijakan kerja sama antar pemerintah diperlukan terutama dalam hal perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian daerah perumahan, pengoperasian rencana tata ruang, pengendalian pertumbuhan daerah perumahan, peningkatan kapasitas daerah, dan pengendalian populasi. Oleh karena itu perlu untuk mengatur program manajemen yang terkait dengan ini.

Aspek penting berikutnya adalah peningkatan lahan sawah yang sangat dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan pangan domestik di Sub DAS Ciliwung Hulu. Selain mampu meningkatkan pendapatan petani, salah satu eksternalitas positif lahan sawah adalah mengurangi tingkat bahaya erosi minimum (Agus & Irawan, 2004; BPS Kabupaten Bogor, 2017; Kementerian Kehutanan, 2013; Nurdin, 2015). Lanyala, Hasanah, & Ramlan (2016) juga menyatakan bahwa laju erosi pada penggunaan lahan sawah di DAS Kawatuna tergolong rendah satu kelompok dengan penggunaan lahan hutan. Hal ini dikarenakan sawah (yang mengandalkan air) bersifat mengendapkan butiran tanah. Selanjutnya lahan sawah juga dapat mengendalikan tanah longsor apabila dilakukan dengan terasering (pembentukan lereng lahan menjadi lebih landai) (Paimin & Pramono, 2009). Hal ini juga sesuai dengan

penelitian Arsyad (2010) yang menyatakan bahwa semakin miringnya lereng maka jumlah butir-butir tanah yang terpercik kebagian bawah lereng oleh tumbukan butir-butir hujan semakin banyak. Jika lereng permukaan tanah menjadi dua kali lebih curam, maka banyaknya erosi per satuan luas menjadi 2,0 sampai 2,5 kali lebih besar. Dengan adanya terasering maka akan mengurangi panjang dan kemiringan lereng sehingga dapat mengurangi limpasan permukaan dan erosi. Tantangan yang dihadapi dalam hal mempertahankan atau meningkatkan luas sawah di Sub DAS Ciliwung Hulu yaitu secara internal sulit menemukan komunitas di sekitar Sub DAS Ciliwung Hulu yang memiliki inisiatif untuk menyelamatkan dan mempertahankan DAS bagian hulu sebagai kawasan strategis (Kementerian Kehutanan, 2013). Oleh karena itu, Kementerian Kehutanan (2013) juga telah memberikan solusi alternatif untuk masalah yang terkait, yaitu dengan memasukkan pengetahuan baru kepada orang-orang yang mampu secara tepat mempengaruhi masyarakat dalam meningkatkan perilaku kesadaran lingkungan mereka. Jika kesadaran tentang hal ini kurang, diduga ada kesalahan mengenai model sosialisasi/komunikasi yang dibangun oleh penyedia informasi kepada masyarakat. Dengan demikian, untuk mendukung praktik pengelolaan DAS di Sub DAS Ciliwung Hulu diperlukan peningkatan pendidikan, intervensi pengetahuan, dan strategi serta cara yang tepat untuk menyediakan pendidikan dan pengetahuan terkait lingkungan (Wenger, Summer, & Waymann Von Dach, 2005).

IV KESIMPULAN

Dalam rangka mencapai keberlanjutan Sub DAS Ciliwung Hulu, praktik pengelolaan DAS dapat dilakukan dengan cara: a). Meningkatkan luas hutan dan mengurangi luas pertanian lahan kering dengan menggabungkan kegiatan kehutanan dan pertanian pada tutupan lahan pertanian lahan kering yang ada, yang dikenal sebagai kegiatan agroforestri; b). Mengelola luas permukiman di Sub DAS Ciliwung Hulu melalui penerapan regulasi tentang permukiman, salah satunya adalah dengan menerapkan aturan ruang terbuka hijau dan mengendalikan kawasan perumahan; c). Meningkatkan luas sawah pada lokasi tertentu. Dengan peningkatan luas sawah dapat meningkatkan pendapatan petani, mengurangi tingkat bahaya erosi minimum, dan dapat mengendalikan tanah longsor apabila dilakukan dengan terasering (pembentukan lereng lahan menjadi lebih landai).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Indonesia, Hibah Publikasi Internasional Terindeks Untuk Tugas Akhir Mahasiswa UI (PITTA) Tahun 2018 Nomor: 2582/ UN2.R3.1/HKP.05.00/ 2018.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, B., Handayani, W., Diniyati, D., Fauziyah, E., Hani, A., Widyaningsih, T. S., & Herawati, T. (2008). *Hutan Rakyat Jawa Barat Status Riset dan Strategi*

Pengembangannya. Balai Penelitian Kehutanan Ciamis. Ciamis.

Agus, F., & Irawan. (2004). *Alih Guna dan Aspek Lingkungan Sawah*. Jakarta: Pusat Pengendalian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.

Al-Faraj, F. A. M., & Al-Dabbagh, B. N. S. (2015). Assessment of collective impact of upstream watershed development and basin-wide successive droughts on downstream flow regime: The Lesser Zab transboundary basin. *Journal of Hydrology*, 530, 419–430. <http://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.09.074>

Annazili, H. (2018). *Indeks keberlanjutan daerah aliran sungai menggunakan pendekatan restorasi lingkungan*. Universitas Indonesia.

Arifasihati, Y. (2016). Analysis of land use and cover changes in Ciliwung and Cisadane Watershed in three decades. *Procedia Environmental Sciences*, 33, 465–469. <http://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.098>

Arsyad, S. (2010). *Konservasi Tanah & Air*. Bogor: IPB Press.

Arts, B., & De Koning, J. (2017). Community forest management: An assessment and explanation of its performance through QCA. *World Development*, 96, 315–325. <http://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.03.014>

- BPS. (2014). *Statistics Indonesia. Jakarta: Statistics Indonesia. Jakarta: Badan Pusat Statistik.*
- BPS Kabupaten Bogor. (2017). *Kabupaten Bogor dalam angka 2017. BPS Kabupaten Bogor. Kabupaten Bogor.*
- Hardjanto. (2000). Beberapa Karakteristik Pemanfaatan Hutan Rakyat di Jawa. In Suharjito (Ed.), *Peran Hutan Masyarakat Jawa dalam Ekonomi Pedesaan* (pp. 7–11). Bogor: Program Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Masyarakat (P3KM).
- Hidajat, J. T. (2014). *Model Pengelolaan Kawasan Permukiman Berkelanjutan di Pinggiran Kota Metropolitan Jabodetabek.* Institut Pertanian Bogor.
- Istomo, B. W., & Prihatiningtyas, E. (2011). Pengaruh Agroforestri Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn.) terhadap Produktivitas Lahan dan Kualitas Lingkungan di Areal Perum Perhutani KHP Bogor. *Jurnal Silviculture Tropika*, 3(1), 113–118.
- Jariyah, N. A., & Cahyono, S. A. (2006). Studi Ketersediaan Kayu Rakyat di Kabupaten Wonogiri Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Kehutanan*, 2(1).
- Karuniasa, M. (2012). *Model Restorasi Lingkungan Untuk Keberlanjutan Fungsi Ekosistem Daerah Aliran Sungai.* Universitas Indonesia.
- Kementerian Kehutanan. (2012). *Rencana Tindak Pengelolaan DAS Ciliwung 2012–2016.* Jakarta: Kementerian Kehutanan.
- Kementerian Kehutanan. (2013). *Karakteristik DAS Ciliwung.* Jakarta: Kementerian Kehutanan.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2015). *Peta Tutupan Lahan Daerah Aliran Sungai Ciliwung.* Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Lanyala, A. A. A., Hasanah, U., & Ramlan, R. (2016). Prediksi Laju Erosi pada Penggunaan Lahan Berbeda di Daerah Aliran Sungai (DAS) Kawatuna Propinsi Sulawesi Tengah. *Agrotekbis*, 4(6). Retrieved from <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/Agrotekbis/article/view/8816>
- Martial, T. (2014). *Agroforestri pola pemanfaatan tanah berkelanjutan.* Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Mather, A. S. (1992). The Forest Transition. *Area*, 24, 367-379.
- Mauludi, A. S. (2014). *Dinamika pengelolaan hutan rakyat dan strategi pengembangannya di Kabupaten Bogor. Bogor: Program Studi Ilmu Pengelolaan Kehutanan, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.* Institut Pertanian Bogor.
- Miller, G. T., & Spoolman, S. E. (2016). *Environmental science.* Boston: Brooks/Cole, Cengage Learning.
- Munibah, K., Sitorus, S. R. P., & Rustiadi, E. (2009). Model hubungan antara

- jumlah penduduk dengan luas lahan pertanian dan permukiman. *Jurnal Tanah Dan Lingkungan*, 11(1), 32–40.
- Nurdin, S. (2015). *Planning for Spatial-Based Rice Field Development to Support Food Independence in Kubu Raya District*. Institut Pertanian Bogor.
- Padawangi, R., Turpin, E., Prescott, M. F., Lee, I., & Shepherd, A. (2016). Mapping an alternative community river: The case of the Ciliwung. *Sustainable Cities and Society*, 20, 147–157.
<http://doi.org/10.1016/j.scs.2015.09.001>
- Paimin, S., & Pramono, I. B. (2009). Teknik mitigasi banjir dan tanah longsor. *Balikpapan, Tropenbos International Indonesia Programme*.
- Rogers, P. P., Jalal, K. F., & Boyd, J. A. (2012). *An introduction to sustainable development*. Routledge.
- Ruhayu, N., Rosli, M., & Yahya, K. (2013). Trends of Sediment Loading in Catchment Areas of Pinang River in Malaysia. *APCBEE Procedia*, 5, 128-133.
- <http://doi.org/10.1016/j.apcbee.2013.05.023>
- Saaty, T. L. (2001). *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory*. Pittsburgh, Pennsylvania. RWS publications.
- Soedarjanto, M. S. (2011). *Kovariansi spasial hubungan penutupan vegetasi dengan resesi aliran dasar di pulau Bali*. Universitas Gadjah Mada.
- Sunandar, A. D. (2014). *Penentuan Luas Hutan Optimal Ditinjau dari Respon Hidrologis di DAS Asahan*. Institut Pertanian Bogor.
- Suryadi, C. (2011). *Wilayah Prioritas Konservasi Tanah di DA Ciliwung Hulu*. Universitas Indonesia.
- Sutrisna, N. (2011). Strategi Menangkal Opportunity Lost dalam Pengelolaan Hutan Rakyat. *Info Teknis Balai Penelitian Kehutanan Ciamis*, 2(1), 35–49.
- Wenger, R., Summer, R., & Waymann Von Dach, S. (2005). Forest Landscape Restoration. *Inforesources Focus*, 2(5).