

## APLIKASI METODE SIDIK CEPAT JASA LINGKUNGAN PADA DAS MIKRO

*(Rapid assessment method of environmental services in the micro catchment)*

Anang Widicahyono<sup>1</sup>, San Afri Awang<sup>2</sup>, Ahmad Maryudi<sup>2</sup>, dan M. Anggri Setiawan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Doktor Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada

<sup>2</sup>Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada

Jl. Agro No. 1 Bulaksumur, Yogyakarta, 55281

<sup>3</sup>Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada

Sekip Utara Jalan Kaliurang, Bulaksumur, Yogyakarta, 55281

<sup>4</sup>Direktorat Perencanaan dan Evaluasi Pengendalian DAS, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan

Gedung Mangala Wanabakti Blok 1 Lt.13 Jl. Gatot Subroto-Jakarta 10270

Email: [anangwidi09@gmail.com](mailto:anangwidi09@gmail.com)

Diterima: 11 September 2018; Direvisi: 15 Juni 2020; Disetujui: 22 Juni 2020

### ABSTRACT

*Watershed areas are used for a variety of environmental services that become a basic framework for watershed management activities. This study aims to develop and apply the rapid identification and assessment of environmental services at micro catchment level at Cebong Sub-watershed, Wonosobo Regency. This study uses three basic principles: (i) spatial and inter-regional relationships, (ii) causal relationship mechanism, and (iii) potential and impact values. This method is a combination of spatial analysis using Geographic Information Systems, causal relationship analysis using systems thinking, and economic valuations. The results indicated that the diversity of environmental services in the Cebong Sub-watershed are in the forms of: 1) provision services for food and water sources; 2) regulatory services for carbon stocks, and erosion and sedimentation control, 3) habitat services for biodiversity, and 4) cultural services for tourism. As food supply services, potato farming provides the highest benefit value although generate other potential environmental services. As cultural services, tourism share lower value of direct benefits, but support the sustainable use of environmental services in the watershed. This is an initiative research to develop a technical guide in managing the micro catchment based on environmental services.*

**Keywords:** *rapid assesment method; environmental services; micro-catchment*

### ABSTRAK

Wilayah DAS terbagi habis oleh ekosistem dengan keragaman jasa lingkungan yang dapat dijadikan sebagai kerangka dasar kegiatan pengelolaan DAS. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan serta mengaplikasikan metode sidik cepat identifikasi dan penilaian jasa lingkungan pada level DAS mikro di Sub DAS Cebong, Kabupaten Wonosobo. Penelitian ini menggunakan tiga prinsip dasar: (i) spasial dan hubungan antar wilayah, (ii) mekanisme hubungan sebab akibat, serta (iii) nilai potensi dan dampak. Metode sidik cepat jasa

lingkungan merupakan kombinasi analisis spasial dengan pemanfaatan Sistem Informasi Geografis, analisis hubungan sebab akibat dengan metode *system thinking*, serta valuasi ekonomi. Hasil identifikasi sidik cepat menunjukkan keragaman jasa lingkungan di Sub DAS Cebong berupa: 1) jasa penyediaan dengan jasa utama sumber makanan dan air domestik, 2) jasa regulasi dengan jasa utama cadangan karbon dan pengendalian erosi sedimentasi, 3) jasa habitat dengan jasa utama biodiversitas, dan 4) jasa budaya dengan jasa utama pariwisata. Jasa penyediaan makanan dalam bentuk pertanian kentang memberikan nilai manfaat paling tinggi, namun memunculkan penurunan potensi jasa lingkungan lainnya. Jasa budaya berupa pariwisata, meskipun nilai manfaat langsungnya lebih rendah, namun dapat mendukung keberlanjutan pemanfaatan jasa lingkungan di dalam DAS. Penelitian ini menjadi sebuah inisiasi petunjuk teknis rencana pengelolaan DAS mikro berbasis jasa lingkungan.

**Kata kunci: metode sidik cepat; jasa lingkungan; DAS Mikro**

## I. PENDAHULUAN

Konsep Daerah Aliran Sungai (DAS) telah menjadi salah satu instrumen dalam pembangunan nasional yang berkelanjutan (Paimin *et al.*, 2012; Ratna Reddy *et al.*, 2017). Penerapan pengelolaan DAS di Indonesia memiliki beberapa tantangan dan kesulitan dalam penerapannya. Permasalahan tersebut mencakup kompleksitas permasalahan kondisi DAS seperti peningkatan erosi, sedimen, banjir, longsor, dan pencemaran air (Karuniasa & Prambudi, 2019). Potensi DAS yang belum dimanfaatkan secara berkelanjutan. *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) menyimpulkan dua pertiga (2/3) jasa lingkungan yang terkait dengan kesejahteraan manusia sedang mengalami degradasi atau dimanfaatkan secara tidak berkelanjutan (MEA, 2005)

Pengelolaan DAS membutuhkan suatu pendekatan *spatial-temporal* yang interaktif dengan analisis pengelolaan dimulai dari skala regional menuju skala detail. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan pendekatan kolaboratif kondisi

fisik DAS dengan kondisi sosial, ekologi DAS. Sudah saatnya kebijakan pengelolaan DAS betul-betul dipahami dan diterapkan pada level yang lebih kecil yaitu DAS Mikro (<5000 Ha) (Marshall & Bayliss, 1994).

Pengelolaan DAS bukan semata mengelola sumberdaya, namun lebih kepada mengelola aktivitas manusia karena akan berdampak pada kelestarian sumberdaya yang tersedia (Salampessy & Lidiawati, 2017). Pada level desa, masyarakat telah mendapatkan dan terlibat langsung pada kegiatan-kegiatan kolaboratif pengelolaan DAS, namun pada kenyataannya mereka hanya melihat bentuk sosialisasi hingga bantuan infrastruktur yang didapat tanpa memahami peranannya secara langsung pada proses pengelolaan DAS (Jariyah, 2014; Napitupulu *et al.*, 2014).

Pendekatan yang digunakan dalam pengelolaan DAS masih terlalu berorientasi pada keberadaan dan intensitas masalah. Penentuan sebuah DAS masuk kategori “dipertahankan” ataupun “dipulihkan” didasarkan pada

berbagai indikasi degradasi ataupun kebencanaan. Konsekuensi logisnya adalah kebijakan pengelolaan DAS selalu diarahkan untuk mengatasi berbagai dampak yang ditimbulkan oleh masalah lingkungan erosi (Setiawan, 2012; Paimin *et al.*, 2012, Sihite, 2001), banjir (Sudaryono, 2012), tanah longsor (Halengkara *et al.*, 2012), kekeringan (Legowo, 2005; Falah & Purwanto, 2018), hingga lemahnya fungsi kelembagaan (Ulya *et al.*, 2017). Implementasi pengendalian permasalahan tersebut seringkali banyak mengalami kendala karena harus berbenturan dengan kebutuhan pemenuhan ekonomi dan sosial budaya masyarakat (Ulya *et al.*, 2017). Sebagai contoh, program rehabilitasi hutan lahan pada area pertanian intensif sebagai sumber erosi dan limpasan, tidak berjalan optimal karena harus berhadapan dengan pola tanam masyarakat lokal (Hafizi *et al.*, 2016).

Pada kenyataannya, komponen dari DAS tidak hanya berisi “masalah”, namun juga memiliki sisi “potensi” (Ulya *et al.*, 2017). Potensi DAS berupa ekosistem yang menyimpan berbagai sumberdaya yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat lokal. Ekosistem dalam DAS bervariasi dalam hal kompleksitas, ukuran, dan fungsinya yang digunakan manusia melalui pemanfaatan jasa lingkungan (TEBB, 2010). Ekosistem menyediakan berbagai layanan jasa lingkungan yang dapat dikategorikan sebagai penyediaan, pengaturan, dan layanan budaya (CICES,

2013; Haines-Young & Potschin, 2013; Mustajoki *et al.*, 2020). Paradigma pengelolaan DAS seharusnya berlaku secara proposional dari sisi pengendalian masalah dan optimalisasi potensi jasa lingkungan DAS (Dasrizal *et al.*, 2012; Indrawati, 2016).

Perkembangan penelitian terkait jasa lingkungan sudah banyak dilakukan (Groot *et al.*, 2017). Pada umumnya penilaian jasa lingkungan selalu dikaitkan dengan kerangka imbal jasa lingkungan sebagai mekanisme untuk mempromosikan praktik penggunaan lahan, sarana konservasi yang ramah lingkungan dan efisien (Garcia-Amando *et al.*, 2011; Kaplowitz *et al.*, 2012; Wegner, 2016). Di Indonesia, belum banyak penelitian yang mengkaitkannya secara langsung untuk dasar pengelolaan DAS mikro. Penelitian ini memiliki tujuan utama untuk mengembangkan serta mengaplikasikan sebuah metode sidik cepat untuk identifikasi dan penilaian jasa lingkungan pada level DAS mikro.

Metode yang dikembangkan dalam penelitian diterapkan pada sebuah DAS mikro yang terletak pada salah satu DAS yang memiliki variasi jenis ekosistem dan pemanfaatan lahan. Di dalam penelitian ini, beberapa prinsip dasar digunakan untuk merumuskan tahapan metode dan kerangka analisis yang sistematis. Keberadaan metode sidik cepat ini merupakan sebuah inisiasi penting untuk sinkronisasi konsep pengelolaan DAS dalam proses pembangunan desa yang berkelanjutan.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Waktu dan Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai dengan September tahun 2017. Lokasi penelitian dilakukan di Sub DAS Cebong (104,49 ha) yang terletak di Desa Sembungan, Kecamatan Kejajar Kabupaten Wonosobo (Gambar 1). Secara astronomis, Sub DAS Cebong terletak antara  $7^{\circ}14'29,85''$  LS -  $7^{\circ}14'33,78''$  LS dan  $109^{\circ}55'30,31''$ BT- $109^{\circ}54'51,99''$  BT. Wilayah ini merupakan bagian hulu dari DAS Serayu yang telah ditentukan sebagai DAS Prioritas Nasional (RPJMN Tahun 2015-2019 & SK Menhut No SK.328/MenhutII/2009).

Dibandingkan dengan daerah lainnya di dalam DAS Serayu, Sub DAS Cebong memiliki keragaman ekosistem yang lebih lengkap terdiri dari hutan lindung, lahan pertanian, danau, dan permukiman. Di samping itu, kawasan hutan lindung yang dikelola Perum Perhutani saat ini telah dikelola bersama masyarakat menjadi salah satu ikon obyek wisata yang cukup terkenal di Dieng, yaitu *Golden Sunrise* di Gunung Sikunir.



Gambar (figure) 1. Lokasi DAS Mikro Cebong, Desa Sembungan, Kecamatan Kejajar, Kabupaten Wonosobo.

Sumber (Source): BPDASHL Serayu Opak Progo, 2017.

### B. Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuisioner, alat tulis, kamera, recorder, laptop, perangkat lunak Arc Gis, peta rupa bumi Indonesia tahun 2017, citra *google earth*/ citra Sas Planet dan data DEM SRTM.

Kuisioner digunakan sebagai pedoman wawancara selama pengambilan data di lapangan. Kamera dan *recorder* digunakan untuk dokumentasi dan perekaman data melalui wawancara mendalam. Peta rupa bumi Indonesia, citra *google earth*, dan DEM SRTM digunakan untuk membuat peta lokasi penelitian dan untuk menganalisis tutupan lahan di lokasi kajian. Laptop dan *software arcGIS* digunakan untuk mengolah data yang telah dikumpulkan.

### C. Metode

Kajian jasa lingkungan yang bertujuan untuk menyediakan data yang komprehensif pada level DAS mikro tidak cukup hanya dibatasi pada upaya penyediaan data terkait besaran nilai manfaat ekonomi. Prinsip utama yang perlu diperhatikan di dalam kajian jasa lingkungan pada suatu DAS mikro antara lain: i) spasial dan hubungan antar wilayah, ii) hubungan sebab akibat antara proses dan hasil proses pemanfaatan jasa lingkungan, dan iii) nilai manfaat dan dampak. Keberadaan ketiga prinsip tersebut dapat menjadi data dasar dalam pembangunan yang berkelanjutan di dalam cakupan DAS yang dikaji.

Prinsip spasial dan hubungan antar wilayah akan memberikan gambaran secara utuh mengenai keberadaan dan karakteristik DAS mikro yang dilihat pada

skala regional (misalnya: posisi terhadap DAS utama, iklim, genesis bentuklahan, material batuan ataupun tanah, administrasi, hingga sosial budaya) ataupun skala detail di dalam DAS mikro (jenis, batas, luas, jumlah, hingga distribusi dari jasa lingkungan).

Penggunaan prinsip yang kedua dan ketiga didasarkan pada bahwa setiap proses dan hasil proses pemanfaatan jasa lingkungan selalu muncul sebagai mekanisme hubungan sebab akibat. Hubungan sebab akibat antara manusia dan lingkungan di setiap cakupan wilayah cenderung kompleks dan mempunyai ciri yang khas tergantung dari ketersediaan jasa lingkungan. Informasi terkait hubungan sebab akibat pemanfaatan jasa lingkungan pada DAS mikro akan dapat digunakan sebagai dasar penilaian berbagai manfaat dan dampak yang muncul baik yang bersifat langsung ataupun tidak langsung.

Berdasarkan ketiga prinsip tersebut maka penelitian ini merumuskan tahapan metode sidik cepat jasa lingkungan pada DAS mikro yang tersusun dan dikaji secara urut yaitu:

1. Pemahaman wilayah DAS kajian terhadap sistem lanskap regional (Analisis data sekunder dan spasial terkait posisi terhadap DAS utama dan kondisi geomorfologis, iklim, tanah, administrasi, hingga sosial budaya);
2. Identifikasi tipologi jasa lingkungan pada wilayah DAS mikro (dilakukan dengan analisis peta tutupan lahan meliputi jenis, batas, luas, aransemen/ distribusi);
3. Analisis mekanisme pemanfaatan jasa lingkungan (dilakukan dengan survei lapangan dan wawancara mendalam terhadap para pemangku kebijakan);
4. Penilaian jasa lingkungan dan dampaknya (dilakukan dengan analisis nilai manfaat ekonomi dengan pendekatan *market price*);
5. Analisis keberlanjutan pemanfaatan jasa lingkungan (dilakukan dengan analisis secara deskriptif menggunakan perbandingan/matriks nilai manfaat dan dampak yang dapat ditimbulkan dari pemanfaatan jasa lingkungan).

Metode sidik cepat ini secara teknis memanfaatkan teknologi Sistem Informasi Geografis dan analisis manfaat ekonomi secara komprehensif untuk mendukung proses analisis. Tabel 1 menguraikan secara lebih spesifik berbagai metode sidik cepat nilai manfaat langsung ataupun tidak langsung. Secara umum metode pengambilan data yang dipakai di lapangan yaitu menggunakan sidik cepat sehingga mendapatkan hasil langsung dilapangan. Perhitungan yang digunakan yaitu terbatas pada jasa lingkungan saja; belum menghitung *shadow price* dan valuasi ekonomi imbal jasa lingkungan.

Tabel (Table)1: Fungsi jasa lingkungan di Sub DAS Cebong (*The function of environmental services in The Cebong Micro-Catchment*).

Fungsi jasa lingkungan ( <i>Environmental services function</i> )	Jasa utama ( <i>Main services</i> )	Deskripsi ( <i>Description</i> )	Metode survei dan analisis ( <i>Survey method and analysis</i> )	Keterangan ( <i>Explanation</i> )			
Penyediaan ( <i>Provision</i> )	Sumber Makanan	Kentang	<i>Purposive sampling</i> (wawancara dengan pengepul kentang di Desa Sembungan)	Pengepul kentang adalah orang yang membeli kentang langsung dari para petani dan menjualnya kepada calo.			
		Carica	<i>Purposive sampling</i> (wawancara dengan pengepul carica di Desa Sembungan)	Pengepul carica adalah orang yang membeli carica dari petani untuk dijual kepada <i>home industry</i> carica			
	Sumber Air	Air Minum Domestik	<i>Purposive sampling</i> (wawancara dengan masyarakat tiap KK yang menggunakan air bersih dari sumur)	Wawancara 24 KK (yang memiliki 99 anggota keluarga) warga Desa Sembungan yang memiliki Sumur			
		Air Irigasi	<i>Purposive sampling</i> (wawancara dengan petani yang menggunakan air Telaga untuk pertanian)	Pendekatan dilakukan dengan biaya swadaya yang dikeluarkan petani untuk pengerukan Telaga Cebong			
Pengaturan ( <i>Control</i> )	Pengikat dan Cadangan karbon	Kandungan karbon pada tanaman semusim dan semua tipe tanaman yang terdapat di hutan	Biomassa	$0,11 \times \rho \times D^{2,62}$	Ketterings, <i>et al.</i> , 2001		
			Biomassa (Jenis yang tidak diketahui spesiesnya)	$0,118 \times D^{2,53}$	Hairiyah dan Rahayu, 2007		
			Serapan CO2	$C \times 3,67$	Morikawa, 2003., Usmani, <i>et al.</i> , 2011		
			Karbon Tersimpan	Biomassa $\times 0,46$	Yuliasmara and Wibawa, 2007		
			Harga Karbon	5 US\$/ton	Kementerian Lingkungan Hidup, 2012 (Nilai 1 US\$ = Rp14.537,-)		
			<b>Keterangan:</b>				
			$\rho$	Kerapatan Pohon (g/cm <sup>3</sup> )			
			D	diameter tanaman (cm)			
			Jenis Tanaman Semai	$Y=(0,11\rho D^{2.62})/4$	Winastuti, 2017		
			Jenis Tanaman Pancang	$Y=(0,11\rho D^{2.62})/2.5$			
Jenis Tanaman Tiang	$Y=(0,11\rho D^{2.62})/10$						
Jenis Tanaman Pohon	$Y=(0,11\rho D^{2.62})/40$						
Habitat ( <i>Habitat</i> )	Biodiversitas	Berbagai satwa di hutan Sikunir dan sekitarnya	Data Sekunder dari Perum Perhutani Kedu Utara				
Budaya ( <i>Culture</i> )	Wisata	Data dari Perum Perhutani Kedu Utara	Data Sekunder hasil penjualan tiket kunjungan ke Gunung Sikunir				

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

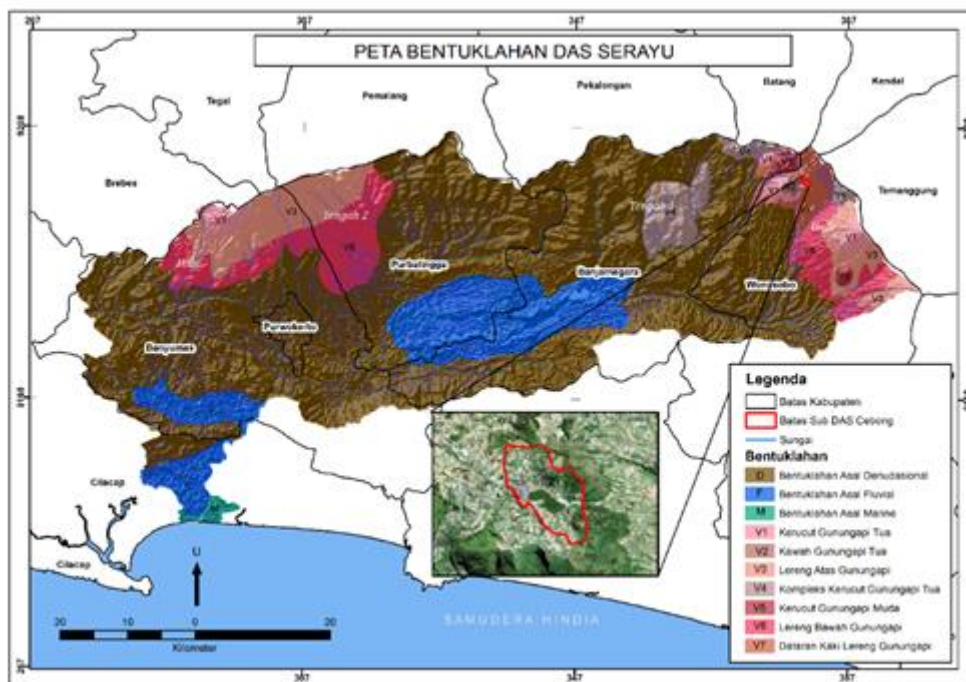
#### A. Pemahaman Wilayah Sub DAS Cebong Terhadap Sistem Lanskap Regional

Pemahaman jasa lingkungan DAS mikro dari sisi skala regional akan dapat memberikan informasi awal terkait potensi jasa lingkungan serta sekaligus menunjukkan arti penting posisi dan pengaruh jasa lingkungan yang terdapat di dalamnya terhadap keberlanjutan DAS utama (Mustajoki *et al.*, 2020). Artinya kajian jasa lingkungan pada DAS mikro seharusnya dimulai dari pemahaman skala regional ke skala yang lebih detail.

Sub DAS Cebong merupakan DAS mikro yang merupakan bagian dari sistem DAS Serayu. Posisi Sub DAS Cebong yang terletak di bagian hulu DAS Serayu tentunya akan memberikan pengaruh terhadap dinamika lingkungan DAS Serayu di bagian tengah hingga hilir (Jariyah &

Pramono, 2013). Sub DAS Cebong terletak di pegunungan Dieng Jawa Tengah yang secara fisiografis termasuk pada sistem Pegunungan Serayu Utara (Jariyah & Pramono, 2013). Secara genesis regional wilayah Sub DAS Cebong terbentuk dari serangkaian proses vulkanik Gunung Api Dieng periode kaldera dan paska kaldera yang dibuktikan dengan keberadaan Gunung Api Sikunang, Gunung Api Pakuwaja, Gunung Api Prambanan, Gunung Api Sikunir dan Gunung Api Seroja (Gambar 2). Proses *vulkanisme* yang intensif membentuk material dasar Sub DAS Cebong berupa material vulkanik hasil letusan gunungapi yang berumur kwarter (Sartohadi, 2004).

Kondisi tanah di Sub DAS Cebong berasal dari proses pelapukan intensif pada material piroklastik dari aktivitas vulkanik. Menurut Sartohadi (2004)



Gambar (Figure) 2. Posisi Sub DAS Cebong pada bentuklahan DAS Serayu (Cebong Sub-Watershed position in the Serayu Watershed landsystem).

Sumber (Source): Analisis (Analysis result), 2020 dimodifikasi dari Sartohadi (Modified from Sartohadi), 2004.

satuan tanah tingkat ordo yang terdapat pada satuan bentuklahan asal vulkanik adalah andisols pada kawasan dengan ketinggian diatas 900 mdpl. Selain andisol alfisol umumnya terdapat pada bagian yang umur batumannya relatif tua seperti di kompleks Gunungapi Sindoro dan Sumbing. Kondisi elevasi Sub DAS Cebong yang berada sekitar 2.260 mdpl memiliki suhu antara 7°C -10° C dengan curah hujan mencapai lebih dari 3000 mm/tahun.

Pola sistem aliran air tanah Desa Sembungan Sub DAS Cebong mengalir dari daerah utara yang merupakan daerah imbuhan menuju ke arah barat daya yang merupakan daerah lepasan dengan mata air (Putri *et al.*, 2018). Kondisi akuifer di Desa Sembungan Sub DAS Cebong merupakan akuifer bebas dengan ketebalan akuifer jenuh 3-7,8 m.

Akuifer yang mendominasi tersebut terdiri atas lapisan lempung, air tanah, andesit basalt, dan endapa tuffan alterasi (Risanti *et al.*, 2018). Sub DAS Cebong memiliki mata air yang digunakan dan dimanfaatkan masyarakat untuk kebutuhan domestik, pertanian, dan pariwisata. Sub DAS Cebong menyimpan berbagai potensi pariwisata. Berbagai wilayah yang sudah dikembangkan yaitu wisata alam Sikunir yang dikelola bersama LSM dengan Kelompok Sadar Wisata (Pokdarwis) di Desa Sembungan atas seizin Perum Perhutani KPH Kedu Utara. Secara garis besar pariwisata di Desa Sembungan Sub DAS Cebong dapat dikelompokkan menjadi wisata alam, wisata buatan, wisata budaya, dan wisata edukasi (Budiani *et al.*, 2018). Masing-masing wisata tersebut

memiliki keunikan dan ciri khas tersendiri sebagai destinasi wisata. Kawasan wisata budaya yaitu sebuah atraksi wisata yang mengangkat kebudayaan masyarakat Desa Sembungan Sub DAS Cebong. Kebudayaan Desa Sembungan Sub DAS Cebong yang mampu menjadi atraksi seperti Tarian Ludrak, Tarian Imo-Imo, dan Ruwatan Gimbal serta wisata religi makam Joko Sembung (Budiani *et al.*, 2018). Kekayaan wisata budaya tersebut diikuti dengan keramahan, sopan santun dan budaya masyarakat yang masih baik.

Berdasarkan analisis regional lanskap, Sub DAS Cebong memberikan jasa lingkungan yang cukup beragam terhadap keberadaan dan keberlanjutan DAS Serayu dan pemerintah daerah Kabupaten Wonosobo. Jasa lingkungan penyediaan yang utama adalah: i) penyediaan bahan pangan yang berkualitas (didukung oleh material tanah vulkan andisol dengan kesuburan tanah yang baik dan kondisi iklim yang khas) dan ii) penyediaan air bersih untuk kebutuhan domestik masyarakat hilir (posisi sub das cebong di hulu menjadi area imbuhan air tanah). Keberadaan fungsi hutan lindung yang masih terdapat di sekitar Sub DAS Cebong menentukan jasa lingkungan berupa pengendalian i) perlindungan dari kejadian bencana tanah longsor dan banjir, ii) cadangan karbon, dan iii) pengendalian terhadap erosi serta jasa lingkungan penyangga sistem/habitat bagi berbagai biodiversitas endemik. Sub DAS Cebong juga memiliki beberapa aset potensi wisata yang muncul sebagai jasa lingkungan budaya untuk pembangunan ekonomi.

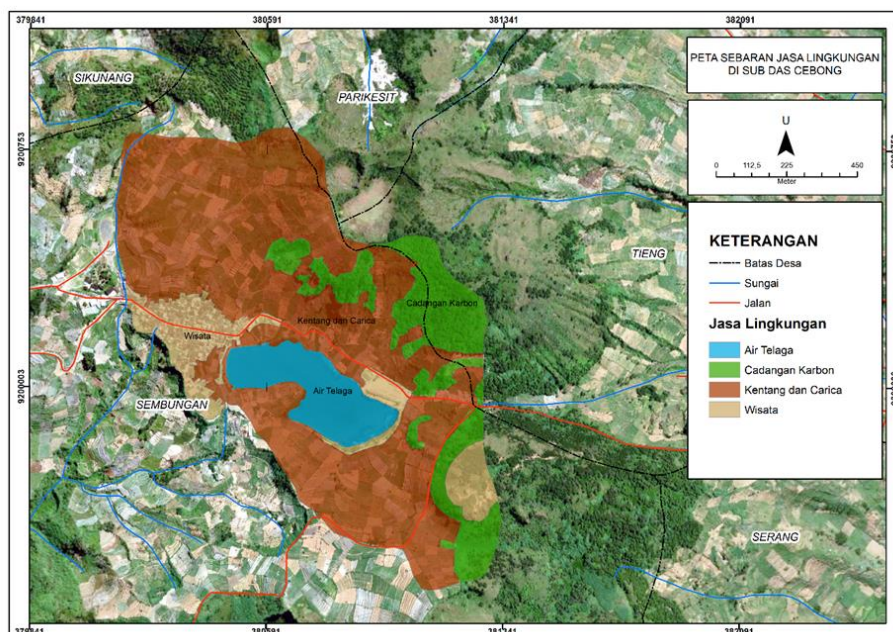


## B. Identifikasi Tipologi Jasa Lingkungan di Dalam Sub DAS Cebong

Jasa lingkungan secara sederhana dapat dijelaskan sebagai manfaat yang diambil oleh manusia dari ekosistem (Kasim *et al.*, 2015; Nyongesa *et al.*, 2016; Subramanian & Jana, 2019). Konsep jasa lingkungan mencakup pemanfaatan penyampaian, penetapan, produksi, perlindungan, atau pemeliharaan dari kumpulan barang dan jasa penting bagi manusia yang berasal dari lingkungan (Martin-Ortega *et al.*, 2019). Sifat jasa lingkungan secara terbuka digunakan untuk umum; mengakibatkan jasa lingkungan cenderung tidak memiliki hak kepemilikan namun dikenakan biaya transaksi yang mahal dan cenderung mengalami perubahan (Khairiah *et al.*, 2016). Data hasil valuasi jasa lingkungan berupa nilai ekologi, sosial, dan ekonomi

dapat digunakan sebagai dasar dalam menyusun kebijakan, keputusan dan membantu proses perencanaan hingga monitoring evaluasi untuk mengatur strategi pembangunan wilayah daerah aliran sungai dan menjaga keberlanjutan ekosistem (Chintantya & Maryono, 2017; Khairiah *et al.*, 2016).

Gambar 3 menunjukkan peta hasil interpretasi tutupan dan pemanfaatan lahan di Sub DAS Cebong yang terdiri dari area permukiman, telaga, tempat wisata, hutan lindung, dan tegalan (tanaman hortikultura). Keempat tutupan lahan ini menggambarkan secara cepat variasi ketersediaan jasa lingkungan Sub DAS Cebong. Telaga dan hutan lindung dapat memiliki potensi jasa lingkungan yang lengkap dari jasa penyediaan, pengaturan, habitat sekaligus jasa budaya.



Gambar (Figure) 3. Peta sebaran jasa lingkungan di Sub-DAS Cebong. (Environmental services distribution map in the Cebong Sub-Watershed).

Sumber (Sources): Hasil analisis (Analysis result), 2020.

Tabel (Table) 2. Luasan fungsi jasa lingkungan di Sub-DAS Cebong (*The area of environmental services function in Cebong Sub Watershed*)

No	Informasi tutupan lahan ( <i>Land cover information</i> )	Jasa lingkungan ( <i>Environmental Services</i> )	Luas area ( <i>area</i> ) (Ha)
1	Lahan Tegalan ( <i>dry land</i> )	Penyediaan (sumber pangan, air bersih)	69,26 (65,11%)
2	Lahan hutan ( <i>Forest</i> )	Penyediaan (air bersih) Regulasi (pengendalian erosi sedimentasi, cadangan karbon) Habitat Wisata	23,38 (24,10%)
3	Lahan terbangun untuk permukiman dan wisata ( <i>settlement and tourism</i> )	Budaya (wisata)	9,79 (10,77%)
Total			104,49

Sumber (Sources): Hasil analisis (*Analysis result*), 2020.

Di sisi lain, lahan tegalan menunjukkan dominasi pemanfaatan jasa penyediaan pangan (Tabel 2). Aktivitas pertanian yang intensif di Sub DAS Cebong dapat berlangsung karena dukungan kesuburan tanah dan kondisi iklim yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya. Adanya luasan lahan pertanian yang dominan di sekitar ekosistem alami telaga dan kawasan hutan yang posisinya menempati bagian hulu DAS Serayu telah mengindikasikan ketidakseimbangan dari pemanfaatan jasa lingkungan di Sub DAS Cebong. Keberadaan lahan terbangun berupa permukiman yang mengelompok dan lahan pertanian yang luas menunjukkan adanya akses air (untuk kebutuhan domestik ataupun pertanian) yang mencukupi di Sub DAS Cebong (jasa penyediaan air bersih).

Hasil analisis spasial detail di dalam Sub DAS Cebong dapat memberikan gambaran secara utuh terkait variasi jenis, luasan, dan susunan keruangan dari setiap jasa lingkungan. Hasil ini penting sebagai data kuantitatif pendukung analisis manfaat dan dampak (Mustajoki *et al.*, 2020;

CICES, 2013). Meski demikian, hasil analisis tipologi jasa lingkungan ini masih tentatif dan belum dapat secara rinci menjelaskan intensitas pemanfaatan, sehingga membutuhkan analisis yang lebih detail terkait proses dan hasil proses pemanfaatan jasa lingkungan di Sub DAS Cebong pada sub bab selanjutnya.

### C. Analisis Mekanisme Pemanfaatan Jasa Lingkungan

Kondisi keberagaman jasa lingkungan yang ditemukan di Sub DAS Cebong dapat dipengaruhi oleh kondisi komponen ekosistem. Semakin lengkap komponen suatu ekosistem, maka akan semakin baik kualitas jasa lingkungannya dan begitupula sebaliknya (Ulya *et al.*, 2017). Jasa lingkungan di Sub DAS Cebong sebagian besar dimanfaatkan oleh manusia untuk kelangsungan hidup. Manusia dalam hal ini bersifat sebagai pengguna jasa lingkungan. Jasa lingkungan yang tersedia di Sub DAS Cebong berdasarkan fungsi dan jasa utamanya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel (Table) 3. Jasa lingkungan di Sub DAS Cebong (*Environmental services in Cebong Sub Watershed*)

Fungsi jasa lingkungan ( <i>Environmental services function</i> )	Jasa utama ( <i>Main services</i> )	Keterangan ( <i>Explanation</i> )
Penyediaan ( <i>Provision service</i> )	Sumbermakanan	Kentang Carica
	Air domestik	Air bersih
Regulasi( <i>Regulating service</i> )	Cadangan karbon	Kandungan karbon pada tanaman musim dan semua tipe tanaman yang terdapat di hutan
	Air telaga	Sarana irigasi
Habitat( <i>Habitat supporting system</i> )	Biodiversitas/ keragaman jenis	Berbagai satwa di Hutan Sikunir dan sekitarnya
Religi/Sosial budaya ( <i>Cultural service</i> )	Wisata	Pendapatan tiket wisatawan

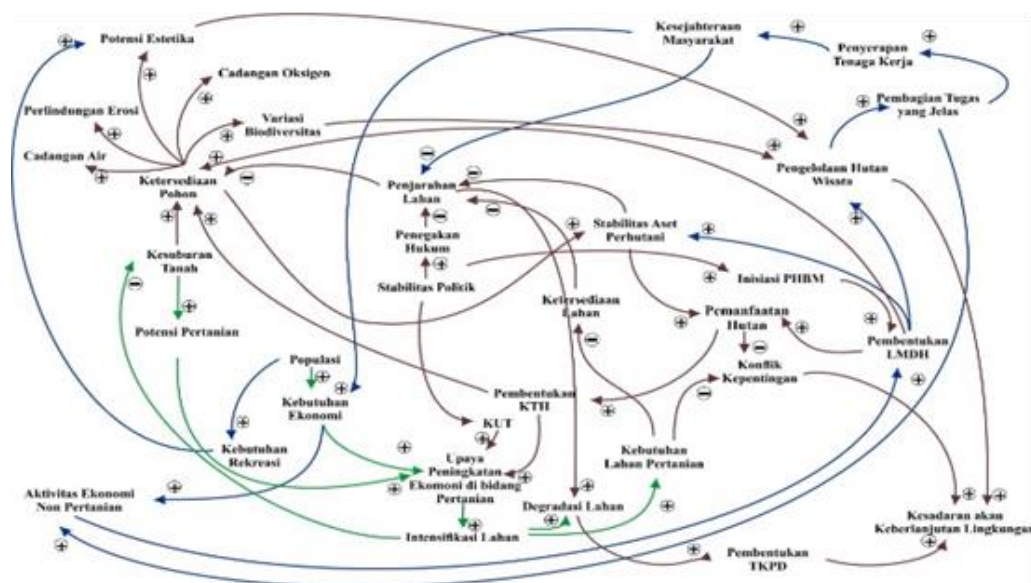
Sumber (*Sources*): Hasil Analisis (*Analysis result*), 2020

Berdasarkan Tabel 3, jasa lingkungan utama yang dimanfaatkan oleh masyarakat adalah sumber makanan, berupa tanaman kentang dan carica, air domestik, cadangan karbon, air telaga, biodiversitas dan wisata. Mekanisme pemanfaatan jasa lingkungan dianalisis dan diuraikan dengan menggunakan *system thinking* yang dihasilkan pada Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa mekanisme pemanfaatan jasa lingkungan di Sub DAS Cebong diawali dari pemanfaatan lahan sebagai pertanian untuk pemenuhan kebutuhan ekonomi. Jasa lingkungan berupa penyedia makanan menjadi sumberdaya utama masyarakat Desa Sembungan Sub DAS Cebong.

Pemanfaatan lahan kemudian berkembang dengan keterlibatan parapemangku kepentingan dalam

pengelolaan kawasan hutan. Pemanfaatan jasa lingkungan hutan sebagai penyedia karbon di hutan kemudian mengalami perkembangan sebagai penyedia jasa wisata. Pemanfaatan jasa wisata berkembang seiring berjalannya waktu karena menyediakan keindahan alam Bukit Sikunir. Aktifitas pemanfaatan jasa lingkungan di Sub DAS Cebong diikuti oleh berbagai kalangan masyarakat lokal dengan menyediakan jasa penyedia penginapan dan tempat makan. Perkembangan mekanisme pemanfaatan lahan ini akibat adanya potensi lain dari lahan selain untuk kegiatan pertanian. Aktifitas ekonomi pertanian dan non pertanian seperti pariwisata muncul sebagai bentuk tumbuh dan meningkatnya kesejahteraan masyarakat (Sharma *et al.*, 2012; Pramanik & Ingkadijaya, 2017).



Gambar (Figure) 4. Mekanisme pemanfaatan jasa lingkungan di Sub DAS Cebong (*Environmental services utilization mechanism in Cebong Sub Watershed*).

Sumber (Source): Widicahyono et al., 2018.

## 1. Fungsi Penyediaan

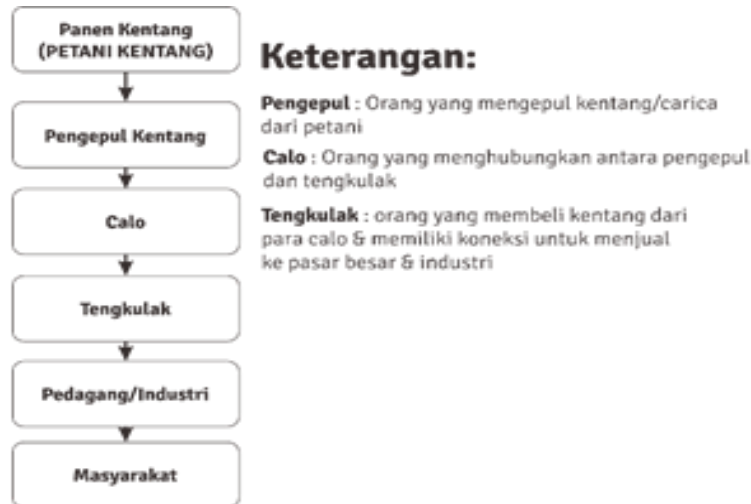
Fungsi jasa lingkungan penyediaan merupakan jasa utama yang menyediakan sumber makanan dan air domestik yang ada di Sub DAS Cebong. Sumber makanan utama di Sub DAS Cebong yaitu kentang dan carica. Tanaman kentang merupakan tanaman budidaya yang menjadi tanaman unggulan masyarakat di Desa Sembungan Sub DAS Cebong dan intensif dilakukan sejak 1985 (Arbangiyah, 2012). Berdasarkan Gambar 3, jasa lingkungan berupa sumber makanan kentang dan carica tersebar di berbagai wilayah yang merupakan area dengan penggunaan lahan berupa tegalan. Area tegalan merupakan lahan pertanian kering yang digunakan masyarakat untuk menanam kentang dan carica. Penanaman kentang dilakukan pada teras dengan pemanenan dua kali dalam satu tahun, sedangkan carica dapat dipanen sebanyak satukali dalam satu tahun.

Kontrol harga pasar digunakan untuk menilai harga jasa lingkungan dari fungsi

penyediaan makanan. Harga pasar ini dipengaruhi oleh banyak faktor baik dari jumlah permintaan masyarakat, musim atau iklim serta panjangnya proses pendistribusian dari petani hingga ke tangan masyarakat (Gambar 5).

## 2. Fungsi Regulasi

Cadangan karbon dan air telaga merupakan jasa utama dari fungsi jasa lingkungan Regulasi. Cadangan karbon diidentifikasi dari tersedianya hutan dengan berbagai vegetasi sebagai penyedia karbon utama. Hutan di Sub Das Cebong tersebar di wilayah utara hingga timur pada Bukit Sikunir. Air telaga menyediakan sumberdaya air yang berlimpah untuk sarana irigasi bagi masyarakat Desa Sembungan. Keberadaan Telaga Cebong berada di tengah Sub DAS Cebong dan merupakan outlet DAS. Persentase fungsi jasa lingkungan regulasi memiliki luasan wilayah sebesar 24,1% dari seluruh wilayah Sub DAS Cebong (Tabel 4).



Gambar (Figure) 5. Proses distribusi kentang dari petani hingga masyarakat (Potatoes distribution process).  
 Sumber (Sources): Analisis lapangan (field analysis), 2019.

Tabel (Table) 4: Persentase nilai jasa lingkungan di Sub DAS Cebong (Environment services percentage value in Cebong Sub Watershed)

Fungsi jasa lingkungan (Environmentalservicesfunction)	Nilai (Value)	Persentase (Percentage)
Penyedia- makanan (Provision-food)	Rp.2.220.000.000,00	53,80
Penyedia-air bersih (Provision-clean water)	Rp.175.989.860,00	4,26
Regulasi-cadangan karbon (Regulation-carbon stock)	Rp.280.137.810,00	6,78
Regulasi-air telaga (Regulation-lake water)	Rp.500.000.000,00	13,21
Sosial budaya-wisata (Social culture-tourism)	Rp.905.000.000,00	21,93

Sumber (Sources): Hasil analisis (Analysis result),2020.

### 3. Fungsi Habitat

Fungsi habitat menyediakan jasa utama yaitu keragaman jenis satwa di hutan Sikunir. Adanya hutan lindung di Sub DAS Cebong menyediakan jasa lingkungan utama yang mendukung kehidupan baik dari segi ekologis maupun ekonomis. Dalam mendeliniasi fungsi habitat pada peta jasa lingkungan, fungsi habitat tidak dapat berdiri sendiri melainkan termasuk dalam sistem hutan di Sub DAS Cebong dantidak dapat dipisahkan. Hutan memiliki peranan penting bagi keberagaman jenis satwa di Sub DAS Cebong. Dari segi ekologis, keberadaan

tutupan lahan hutan memberikan fungsi pengendali limpasan permukaan dan bahaya bencana erosi, pengikat karbon dan habitat bagi satwa-satwa liar.

### 4. Fungsi Religi/ Sosial Budaya

Fungsi jasa budaya meliputi pemanfaatan lahan Perum Perhutani untuk kegiatan ekowisata. Selain itu Desa Sembungan merupakan lokasi wisata desa tertinggi di Pulau Jawa yang menyediakan berbagai tempat penginapan, sarana dan prasarana wisata. Hutan lindung bukit Sikunir juga merupakan area yang dimanfaatkan masyarakat untuk tujuan

ekowisata. Kondisi sosial masyarakat desa Sembungan memiliki berbagai budaya yang dapat dimanfaatkan sebagai fungsi sosial budaya.

Pengelola wisata dikelola oleh Pokdarwis Desa Sembungan. Pemanfaatan wisata Bukit Sikunir masuk dalam fungsi jasa lingkungan wisata. Pendekatan untuk melihat pemanfaatan dari jasa lingkungan ini pembayaran pajak retribusi (pajak dari tiket wisata).

Berbagai kelompok sosial di Desa Sembungan Sub DAS Cebong yaitu seperti adanya kelompok tani, gabungan kelompok tani dan kelompok wanita tani. Jumlah kelompok Tani di Desa Sembungan Sub DAS Cebong sebanyak 3 kelompok dengan jumlah anggota sebanyak 161 orang. Sedangkan jumlah kelompok tani wanita sebanyak 1 kelompok dengan jumlah anggota sebanyak 21 orang. Usaha sektor industri rumah tangga di desa Sembungan Sub DAS Cebong sebanyak 6 lokasi.

Selain wisata alam Sikunir yang terkenal, terdapat berbagai potensi wisata di Desa Sembungan Sub DAS Cebong yang masih dapat dikembangkan lagi Secara garis besar pariwisata di Desa Sembungan Sub DAS Cebong dapat dikelompokkan menjadi wisata alam, wisata buatan, wisata budaya, dan wisata edukasi (Budiani *et al.*, 2018). Masing-masing wisata tersebut memiliki keunikan dan ciri khas tersendiri sebagai destinasi wisata. Kawasan wisata budaya merupakan atraksi wisata yang mengangkat kebudayaan masyarakat Desa Sembungan Sub DAS Cebong. Kebudayaan Desa Sembungan Sub DAS Cebong yang mampu menjadi atraksi seperti Tarian Ludrak,

Tarian Imo-Imo, dan Ruwatan Gimbal serta wisata religi makam Joko Sembung (Budiani *et al.*, 2018).

Budaya di Desa Sembungan Sub DAS Cebong tergolong masih cukup kental. Hal ini dapat dilihat dari adat yang masih dilakukan di Desa Sembungan. Adat yang masih dilestarikan hingga saat ini yaitu berupa upacara ruwat rambut gimbal. Upacara ini merupakan acara tahunan yang berisikan upacara ruwatan untuk anak-anak yang berambut gimbal. Upacara ruwat rambut gimbal ini sudah diangkat menjadi salah satu ciri khas di Kawasan Dataran Tinggi Dieng, bahkan juga turut ditampilkan pada saat *event Dieng Culture festival* yang merupakan *event* terbesar tahunan di Kawasan Dataran Tinggi Dieng.

#### **D. Nilai Jasa Lingkungan di Sub DAS Cebong**

Nilai jasa lingkungan di Sub DAS Cebong merupakan estimasi nilai jasa lingkungan dengan pendekatan sidik cepat untuk mendukung analisis dalam peran jasa lingkungan. Nilai jasa lingkungan juga menjelaskan sebesar apa jasa lingkungan apabila dihitung dengan nilai rupiah sehingga dapat diketahui seberapa besar persentase jasa lingkungan yang dimanfaatkan oleh masyarakat lokal. Penilaian jasa ekosistem dan keanekaragaman hayati dapat menjadi sarana dalam membuat kebijakan yang menyebabkan keluarnya biaya bagi masyarakat (TEBB, 2010). Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa nilai jasa lingkungan yang memiliki nilai paling tinggi yaitu penyedia makanan (kentang dan carica) dengan persentase 53,8%.

Nilai fungsi jasa lingkungan dengan persentase terbanyak kedua yaitu sosial budaya dengan pariwisatanya yang mencapai 21,93%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa jasa lingkungan berupa penyediaan makanan dan jasa sosial budaya berupa wisata menyediakan nilai jasa lingkungan dan keuntungan yang tinggi kepada masyarakat.

### **1. Penyediaan Sumber Makanan dan Air Bersih**

Jasa penyediaan bahan pangan di Sub DAS Cebong dihitung berdasarkan hasil pertanian kentang dan tanaman carica. Jumlah produksi kentang yang berada di Desa Sembungan tahun 2017 sebesar 10 ton/ha dalam sekali panen. Jumlah produksi tersebut didistribusikan untuk dijual ke berbagai wilayah di kota Solo, Tasikmalaya, Bandung dan Jakarta. Berdasarkan data yang telah dihimpun dari wawancara masyarakat di Desa Sembungan (Gambar 6), bahwa mereka sekali panen mendapatkan keuntungan bersih 20 juta rupiah. Nilai tersebut dikurangi dengan biaya produksi baik untuk biaya bibit, pupuk (kandang, TSP, Urea), obat-obatan (pestisida, fungisida), plastik, mulsa, tenaga (cangkul, pemanenan, pengobatan, dan penyiraman maupun panen) yang mencapai Rp 40 juta.

Nilai jasa lingkungan yang diperoleh masyarakat dari hasil jumlah produksi penjualan per panen sebesar 10 ton/ha

dengan luas lahan pertanian kentang 68 ha dan dengan harga jual mencapai Rp. 5.000,00/kg. Dari harga tersebut diperoleh nilai jasa lingkungan sebesar Rp.6.800.000.000,00/tahun. Nilai ini merupakan pendapatan bersih (Tabel 5).

Selain untuk kentang, petani lokal juga memanfaatkan lahannya untuk menanam tanaman carica di sela-sela lahan pertanian kentang. Tanaman carica merupakan tanaman yang telah beradaptasi di kawasan Gunung Api Dieng yang memiliki daya tahan yang lebih baik terhadap cuaca ekstrem. Tanaman carica ditanam sebagai tanaman sela pada tanaman hortikultura. Carica hampir tidak memerlukan biaya perawatan seperti untuk perawatan tanaman kentang. Tanaman carica juga memiliki nilai ekonomi yang tinggi sebagai makanan khas Dataran Tinggi Dieng. Hasil perhitungan imbal jasa lingkungan untuk produksi carica mentah (bukan olahan) mencapai Rp.1.440.000.000,00/tahun (Tabel 5).

Nilai jasa lingkungan air bersih dihitung berdasarkan kebutuhan yang diperoleh masyarakat dari penggunaan air domestik. Penyediaan air domestik dihitung dari penggunaan sebanyak 241 rumah x Rp. 2000,00 (harga per m<sup>3</sup>) = Rp. 482.164,00/hari. Apabila dikalkulasikan selama satu tahun maka penggunaan air bersih memiliki jasa lingkungan senilai Rp. 175.989.860,00



Tabel (Table) 5. Perhitungan nilai imbal jasa lingkungan di Sub DAS Cebong, Kec Kejajar Kab. Wonosobo (*Environmental services calculation value in the Cebong Sub-watershed, Wonosobo District*).

Pelayanan (Services)	Nilai (Value)	Satuan produksi/ penggunaan (Production unit/ usage)			Harga/nilai (Cost)		Harga jasa lingkungan (Environmental services value)(Rp)	Keterangan (Explanation)		
		Satuan	Luas	Harga	Satuan	Total			Satuan	
		<b>Makanan</b>								
		<b>a. Kentang</b>								
Keuntungan ekonomi ( <i>Economic benefits</i> )	Keuntungan kotor	10	Ton/ha	68	7.000	Per kg	4.760.000.000	Per 5 bulan	9.520.000.000	Ada risiko gagal panen (harga kotor)
	Keuntungan bersih	10	Ton/ha	68	5.000	Per kg	3.400.000.000	Per 5 bulan	6.800.000.000	Keuntungan bersih dg pertimbangan (BEP Rp 5000)
	a. Carica	30	Ton/bulan		4.000	Per kg	456.320.000	Per bulan	1.440.000.000	Tidak ada risiko gagal panen
		<b>Air</b>								
	a. Air domestik	241	m <sup>3</sup> /hari		2.000	Per m <sup>3</sup>	482.164	Rp/hari	175.989.860	Kebutuhan air 167,771 l/hr dari jumlah penduduk 1437 jiwa
	b. Air pertanian								500.000.000	Biaya pengerukan Telaga Cebong
	Karbon total				\$ 5	Per Ton	3.854,14	Ton/ha	280.137.810	Harga Carbon 5 US\$/ton dan kurs dollar-rupiah (Tahun 2018 bulan Desember) Rp 14.537
	a. Hutan			18,22					62.869.116	
	b. Tegalan			67,53					6.210.983	
	Regulasi ( <i>Regulation</i> )	Kerugian erosi akibat pendangkalan telaga							500.000.000	***

Sumber (Source): Hasil analisis (*Analysis result*), 2020.

**Keterangan:**

\*\*\*: Kerugian erosi akibat pendangkalan Telaga Cebong diambil dari jumlah biaya swadaya masyarakat Desa Sembungan untuk mengeruk Telaga Cebong dan dibandingkan dengan terakhir kali waktu pengerukan telaga sebelumnya

a : Biaya swadaya masyarakat Tahun 2015 untuk pengerukan Telaga Cebong : Rp. 500.000.000,00

b : Tahun 2009 dilakukan pengerukan Telaga Cebong yang dibantu oleh PT. Geodipa Energy





Gambar (Figure) 6. a).Wawancara Petani Kentang(*Interview with Potatoes Farmer*), b). Wawancara dengan pemilik rumah produksi carica(*interview with carica production house owner*),c). Cemara Hutan di Sikunir(*Forest Pine in Sikunir*),d).Pertanian/ hortikultura di sekitar Danau Cebong(*Farming/horticultural around Lake Cebong*).

Sumber (Source): Dokumentasi (*Documentation*), 2017.

## 2. Fungsi Regulasi

Fungsi regulasi yang menghasilkan cadangan karbon dihitung pada dua tutupan lahan yang berbeda, yakni pada hutan memiliki cadangan karbon senilai 141,83 ton/ha dan serapan karbon yang mencapai 400,57 ton/ha. Cadangan karbon pada tegalan memiliki nilai 37,96 ton/ha dan serapan karbon mencapai 139,31 ton/ha. Nilai harga cadangan karbon apabila dijumlahkan dan dirupiahkan akan menunjukkan nilai jasa lingkungan mencapai angka Rp. 280.137.810,49 (Perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5). Fungsi regulasi yang lain yaitu nilai dari air Telaga Cebong yang digunakan untuk sarana irigasi masyarakat di Desa Sembungan. Apabila dirupiahkan yaitu dengan mengestimasi biaya yang dikeluarkan apabila terjadi pendangkalan telaga Cebong. Data yang diperoleh dari hasil wawancara dengan pihak Desa Sembungan diketahui biaya pengerukan sebesar Rp. 500.000.000,00/tahun.

## 3. Sosial Budaya

Dari segi sosial budaya, hutan lindung di Sub DAS Cebong yang termasuk dalam lingkungan area Bukit Sikunir dimanfaatkan dan difungsikan oleh masyarakat lokal sebagai daerah tujuan ekowisata. Pendapatan yang dihasilkan dari pengelolaan kawasan ekowisata ini berasal dari tiket masuk dan pemanfaatan toilet. Dengan jumlah pengunjung mencapai 90.500 orang pertahun di tahun 2016. Pembukaan kawasan wisata Sikunir telah menghasilkan nilai jasa lingkungan sebesar Rp. 905.000.000,00 dari penjualan tiket masuk dan Rp. 4.445.300,00 dari pemanfaatan toilet.

### E. Peran dan Manfaat Nilai Jasa Lingkungan dalam Perencanaan di Sub DAS Cebong

Jasa lingkungan di Sub DAS Cebong merupakan komponen yang tidak dapat dipisahkan dari masyarakat di Desa Sembungan. Variasi nilai jasa lingkungan

Tabel (Table) 6. Analisis manfaat, potensi dan dampak dalam penggunaan jasa lingkungan (*Analysis of benefits, potential and impacts in the use of environmental services*)

Jasa lingkungan utama ( <i>Main environmental services</i> )	Manfaat ( <i>Benefits</i> )	Potensi ( <i>Potency</i> )	Dampak ( <i>Impact</i> )
Sumber makanan ( <i>Foodsources</i> )	Sebagai pendapatan perekonomian masyarakat	Peningkatan kualitas produk olahan sehingga meningkatkan harga jual	Ketergantungan masyarakat tinggi dapat menyebabkan kerusakan lingkungan seperti erosi dan degradasi lahan
Air domestik ( <i>Water domestics</i> )	Sebagai Sarana pemenuhan kehidupan sehari-hari	Sebagai pemenuhan kebutuhan masyarakat lokal maupun wisatawan	Penggunaan yang berlebihan dapat menyebabkan kelangkaan air bersih
Cadangan karbon ( <i>Carbonstock</i> )	Sebagai penyedia oksigen dan penyerap karbon	Sebagai hutan lindung yang mampu mengatur lingkungan	Pembukaan lahan dan ekspansi lahan dapat menyebabkan berkurangnya luasan lahan hutan sehingga penyerapan karbon rendah
Air telaga ( <i>Lake water</i> )	Sebagai sarana irigasi	Sebagai sarana pariwisata baru	Permasalahan pendangkalan telaga muncul sebagai dampak dari sedimentasi. Pencemaran air telaga juga dapat terjadi apabila kegiatan pariwisata tidak disediakan fasilitas kebersihan
Biodiversitas ( <i>Biodiversity</i> )	Sebagai estetika	Sebagai sarana edukasi	Ancaman perburuan dapat mengakibatkan berkurangnya jumlah keanekaragaman hayati
Wisata ( <i>Tourism</i> )	Sebagai pendapatan perekonomian masyarakat	Dapat dikembangkan dengan berbagai paket perjalanan dan jasa wisata lain	Degradasi lingkungan seperti erosi antropogenik dapat terjadi, ekspansi lahan baru dapat memicu menyempitnya lahan hutan.

Sumber (Source): Hasil analisis (*Analysis result*), 2020

di Sub DAS Cebong menggambarkan keragaman lingkungan biofisik DAS Mikro yang memiliki karakteristik geomorfologi yang kompleks. Jasa lingkungan secara langsung maupun tidak langsung memiliki peran dan manfaat bagi kehidupan masyarakat desa Sembungan. Berdasarkan hasil analisis Tabel 5 bahwa nilai jasa lingkungan untuk penyedia makanan berupa kentang dan carica ketika panen masing-masing sebesar Rp.6.800.000.000,00 dan

Rp.1.440.000.000,00 dengan persentase paling tinggi yaitu 53,8% (Tabel 4).

Tingginya persentase dan nilai jasa lingkungan penyedia makanan menunjukkan bahwa kondisi perekonomian masyarakat bergantung pada lingkungan yang menyediakan bahan makanan. Perkembangan wisata ini berada di tengah pemanfaatan lahan pertanian hortikultura intensif yang sudah berjalan selama beberapa generasi. Sub DAS Cebong memiliki luasan yang tidak



jasa budaya berupa aktivitas ekowisata di Sub DAS Cebong dapat memberikan manfaat langsung yang cukup tinggi tanpa harus merusak jasa lingkungan yang lain.

Kajian ambang batas pemanfaatan jasa lingkungan budaya di Sub DAS Cebong perlu dilakukan untukantisipasi pembangunan fasilitas wisata yang berlebihan dan menjadi masalah baru. Metode sidik cepat jasa lingkungan perlu diuji pada variasi kondisi lanskap DAS mikro yang berbeda sebagai contoh di karst, gambut, pesisir.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Rizal Faozi Malik, Riha Ali Muhammad, Bayu Bima Yusufa, Alzanea Ulya Rusmidi yang telah membantu selama pengambilan data di lapangan dan masyarakat desa Sembungan Kecamatan Kejajar Kabupaten Wonosobo yang bersedia diwawancarai dan berdiskusi tentang produksi kentang, carica, dan penggunaan air bersih di lingkungan tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar, F. X., Obeng, E. A., & Cai, Z. (2018). Water quality improvements elicit consistent willingness-to-pay for the enhancement of forested watershed ecosystem services. *Ecosystem Services*, 30, 158–171. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.02.012>
- Ainun Jariyah, N. & Pramono, B. (2013). Kerentanan sosial dan biofisik di DAS Serayu: Collaborative management. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* Vol.10 No. 3 September 2013, Hal. 141-156.
- Ainun Jariyah, N. (2014). Karakteristik masyarakat Sub DAS Pengkol dalam

kaitannya dengan pengelolaan DAS (Studi kasus di Sub DAS Pengkol, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah). *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 11(1), 59–69. <https://doi.org/10.20886/jsek.2014.11.1.59-69>

- Arbangiyah, R. (2012). Perubahan pola pertanian *rakyat* di Desa Sembungan Dataran Tinggi Dieng (1985-1995). Skripsi. Universitas Indonesia.
- Brown, S. (1990). Guideline for inventorying and monitoring carbon offsets in forest-based projects. World Bank, (September).
- Budiani, S.R., Wahdaningrum, W., Yosky, D., Kensari, E., Pratama, H.S., Malandari, H., Iskandar, H.T., Alphabettika, M., Maharani, N., Febriani, R.F., Kusminati, Y. (2018). Analisis potensi dan strategi pengembangan pariwisata berkelanjutan berbasis komunitas di Desa Sembungan Wonosobo Jawa Tengah. *Majalah Geografi Indonesia* Vol. 32, No.2, September 2018 (170-176).
- CICES, (2013). The Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V4.3. January 2013. <http://cices.eu/>.
- Chintantya, D. & Maryono, M. (2017). Peranan jasa ekosistem dalam perencanaan kebijakan publik di perkotaan. *Proceeding Biology Education Conference* Volume 14 (1), 144- 147
- Dasrizal., Ansofino., Juita, Erna., Jolianis. (2012). Model sistem pembayaran jasa lingkungan dalam kaitannya dengan konservasi sumberdaya air dan lahan: Studi kasus pada Batang Anai Sumatera Barat. *Economica, Jurnal Program Studi Pendidikan Ekonomi STKIP PGRI Sumatera Barat* Vol. 1 No. 1, Oktober 2012

- Duong, N. T. B., & De Groot, W. T. (2020). The impact of payment for forest environmental services (PFES) on community-level forest management in Vietnam. *Forest Policy and Economics*, 113 (December 2019), 102135.  
<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102135>
- Falah. F., & Purwanto. (2018). Kelembagaan mitigasi kekeringan di Kabupaten Grobogan. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*.  
<https://doi.org/10.20886/jppdas.2018.2.2.151-172>
- García-Amado, L. R., Pérez, M. R., Escutia, F. R., García, S. B., & Mejía, E. C. (2011). Efficiency of payments for environmental services: Equity and additionality in a case study from a biosphere reserve in Chiapas, Mexico. *Ecological Economics*, 70(12), 2361–2368.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.07.016>
- Hafizi, M.Z., Golar., & Sudhartono, A. (2016). Pola pemberdayaan masyarakat di Hulu Sub Daerah Aliran Sungai Miu (Kasus Penerapan Program SCBFWM di Desa Winatu Kecamatan Kulawi Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah). *Warta Rimba. Volume 4, Nomor 1 Juni 2016*.
- Hairiyah, K., & Rahayu, S., (2007). *Measurement of carbon stored in use various land*. Bogor: World Agroforestry Centre. ISBN 978-979-319853-8.
- Halengkara, Listumbinang, Totok Gunawan, & Setyawan Purnama. (2012). Analisis kerusakan lahan untuk pengelolaan daerah aliran sungai melalui integritasi teknik penginderaan jauh dan sistem informasi geografis. *Majalah Geografi Indonesia* Vol 26, No. 2 September 2012 (149-173).
- Indrawati, D.R., Awang, S.A., Faida, L.R.W., & Maryudi, A. Pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan DAS Mikro: Konsep dan implementasi. (2016). *Kawistara*, Vol. 6, No. 2, Agustus 2016: 175-187.
- IPCC. (2000). IPCC Special report on emissions scenarios: A special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel in Climate Change. Emissions Scenarios, 608.
- Kaplowitz, M. D., Lupi, F., & Arreola, O. (2012). Local markets for payments for environmental services: Can small rural communities self-finance watershed protection? *Water Resources Management*, 26(13), 3689–3704.  
<https://doi.org/10.1007/s11269-012-0097-y>
- Karuniasa, M., & Prambudi, P.A. (2019) Transition of primary forest to secondary forest and impact for water resources conservation. *Journal of Environmental Science and Sustainable Development*, 2(1) 15-25.  
<https://doi.org/10.7454/jessd.v2i1.34>
- Ketterings, Q. M., Coe, R., Noordwijk, M. v., Ambagau, Y., & Palm, C. A. (2001). Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forest. *Forest Ecology and Management*, 146: 199-209.
- Khairiyah, R.N., Prasetyo, L.B., Setiawan, Y. Kosmaryandi, N., (2016). Minitoring model of payment for Environmental Service (PES) implementation in Cidanau

- Watershed with stands density approach. *Procedia Environmental Sciences* 33 (2016) 269-278.
- Legowo., (2005). Konsep teknologi pengendalian banjir dan mengatasi kekeringan. Seminar Pengelolaan DAS Citarum dalam rangka pengendalian banjir dan mengatasi kekeringan. *Aula Pusdiktek*, 26 Mei 2005. Cicaheum Bandung.
- Marshall, D.C.W., & A.C., Bayliss. (1994). Flood estimation for small catchments. Institute of Hydrology Oxford.
- Mawahan, Annazili & Soedarjanto. (2019) Model pengelolaan terbaik untuk keberlanjutan Daerah Aliran Sungai (DAS) Pada Sub DAS Ciliwung Hulu. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Doi* <https://doi.org/10.20886/jppdas.2019.3.1.79-88>
- MEA (Millenium Ecosystem Assessment). (2005). *Ecosystem and human well-being*. Island Press. Washington, DC.
- Mustajoki, J., Saarikoski, H., Belton, V., Hjerpe, T., & Marttunen, M. (2020). Utilizing ecosystem services classifications in multi-criteria decision analysis-experiences of peat extraction case in Finland. *Ecosystem Services*. 41 (2020) 101049.
- Napitupulu, D. F., Asdak, C., & Budiono, B. (2014). Mekanisme imbal jasa lingkungan di Sub DAS Cikapundung (Studi kasus pada Desa Cikole dan Desa Suntenjaya Kabupaten Bandung Barat). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 11(2), 73. <https://doi.org/10.14710/jil.11.2.73-83>
- Nurfahmi, Putri, Rizal Faozi Malik, Ratih Paniti Sari, & Afid Nurkholis. (2015). Influence of local wisdom to prevent disappearance of Cebong Lake in Sembungan Village Wonosobo District. *Proceedings of International Confrence on Appropriate Technology Development*, pp.165-168.
- Nurviana, Vina. (2016). *Analisis biaya manfaat pengelolaan hutan di Sub DAS Prambanan Kecamatan Kejajar, Kabupaten Wonosobo, Provinsi Jawa Tengah*. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Fakultas Geografi: Universitas Gadjah Mada.
- Permen No P.61/Menhut-II/2014 tentang Monitoring dan evaluasi pengelolaan daerah aliran sungai
- Permen No P.67/Menhut-II/2014 tentang Sistem informasi pengelolaan daerah aliran sungai
- Putri, M.A., Risanti, A.A., Cahyono, K.A., Latifah, L., Rahmawati, N., Ariefin, R.F., Prameswari, S., Waskita, W.A., Adjie, T.N., & Cahyadi, A. (2018). Sistem aliran dan potensi air tanah di Sebagian Desa Sembungan Ditinjau dari Aspek Kuantitas dan Kualitas. *Majalah Geografi-Indonesia* Vol. 32, No.2, September 2018 (155-161).
- Pramanik, P.D., & Ingkadijaya, R. (2017) The impact oftourism on village society and its environmental. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 145 (2018) 012060. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/145/1/012060>
- Risanti, A.A., Cahyono, K.A., Latifah., Putri, M.A., Rahmawati, N., Ariefin, R.F., Prameswari, S., Waskito, W.A., Adjie, & T.N., Cahyadi, A. (2018). Hidrostratigrafi akuifer dan estimasi potensi air tanah bebas guna

- mendukung kebutuhan air Desa Sembungan. *Majalah Geografi Indonesia* Vol. 32, No.1, Maret 2018 (108-114).
- Ratna Reddy, V., Saharawat, Y.S., & George, B. (2017) Watershed management in South Asia: A Synoptic Review. *Journal of Hydrology* 551 (2017) 4-3
- Rismunandar, Kusmana, C., & Syaufina, L. (2016). Strategi kebijakan jasa lingkungan secara berkelanjutan di Taman Nasional Gunung Ciremai Kuningan - Jawa Barat (Policy strategy for sustainable water environment services management at Mount Ciremai National Park Kuningan-West Java). *Jurnal Penglolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, 6(2), 187–199.
- Sartohadi, J. (2004). Geomorfologi tanah DAS Serayu Jawa Tengah. *Majalah Geografi Indonesia*. Volume 18 Nomor 2 September 2004. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur. Yogyakarta.
- Setiawan, M.A. (2012). *Integrated soil rsk management*. PhD Thesis. University of Innsbruck, Austria.
- Sihite, Jamartin. (2001). Evaluasi dampak erosi tanah model pendekatan ekonomi lingkungan dalam perlindungan DAS: kasus Sub-DAS Besai DAS Tulang Bawang Lampung. Disertasi. Pasca Sarjana Intitut Pertanian Bogor.
- Sharma, A., & Kukreja, S. (2012) Economic contribution of tourism industry towards society. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 3, Issue 10, October-2012.
- Sudaryono. (2012). Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) terpadu konsep pembangunan berkelanjutan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol.3, No. 2, Mei 2002: 153-158.
- SK Menhut No SK.328/MenhutII/2009 tentang Penetapan Daerah Aliran Sungai (DAS) prioritas dalam rangka Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM) Tahun 2010-2014.
- TEBB. (2010). *The Economics of ecosystems and biodiversity. Ecological and Economic Foundations*. United Nations Environmnetal Programme. New York.
- Ulya, Nur Arifatul, Efendi Agus Waluyo, Adi Kunarso, & Tubagus Angga Anugrah Syabana. (2017) .Bagaimana imbal jasa lingkungan dalam pengelolaan DAS secara terpadu dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat? Fakta dan potensi DAS Musi. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Secara Terpadu. LPPM Universitas Riau.
- Widicahyono, A., Awang, S.A., Maryudi, A., Setiawan, M.A., Rusmidi, A.U., Handoko, D., & Muhammad, R.A. (2018). Achieving sustainable ese of environment: a Framework for payment for protected forest ecosystem service. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 148(2018) 012019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/148/1/012019>
- Winastuti, R. (2017). Analisis cadangan carbon atas permukaan pada kebun campuran di DAS Bompon dengan pendekatan sistem dinamik. Skripsi. Fakultas Geografi: Universitas Gadjah Mada.

Wegner, G. I. (2016). Payments for ecosystem services (PES): a flexible, participatory, and integrated approach for improved conservation and equity outcomes. *Environment, Development and Sustainability*, 18(3), 617–644. <https://doi.org/10.1007/s10668-015-9673-7>.

Yuliasmara, F., and Dignity, A. (2007). Measurement of carbon stored in cocoa pantation biomass plant approach. *Warta The research center Indonesian Coffee and Cocoa*, 3.pp. 149-158.