

Aplikasi HESSA (*Hydro Ecosystem Services Spatial Assessment*) untuk pemetaan wilayah penyedia dan pengguna air di kawasan hutan pegunungan

Application of HESSA for mapping water providers and users in mountainous forest area

HIKMAT RAMDAN

Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati. Institut Teknologi Bandung. Gedung SITH Labtek XI. Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Jawa Barat. Tel.: +62-22-2511575, 2500258, Fax.: +62-22-2534107, email: hikmat@sith.itb.ac.id

Manuskrip diterima: 16 Mei 2015. Revisi disetujui: 13 Agustus 2015.

Abstrak. *Ramdan H. 2015. Aplikasi HESSA (Hydro Ecosystem Services Spatial Assessment) untuk pemetaan wilayah penyedia dan pengguna air di kawasan hutan pegunungan. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 1719-1724.* Ekosistem hutan pegunungan merupakan wilayah penyedia jasa ekosistem air yang alirannya dimanfaatkan masyarakat di wilayah hilirnya untuk berbagai kegiatan konsumsi dan produksi. Kontinuitas, kuantitas dan kualitas air akan tetap terjaga apabila kondisi ekosistem hutan baik. Tanggung jawab konservasi ekosistem hutan sebagai wilayah penyedia air juga menjadi tanggung jawab pengguna air melalui mekanisme pembayaran jasa ekosistem (PJE). Belum adanya metode pemetaan jasa ekosistem yang praktis untuk menentukan batas wilayah batas wilayah ekosistem penyedia air dan wilayah pengguna air sering menjadi kendala proses PJE. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pendekatan spasial dalam pemetaan wilayah penyedia dan pengguna air di kawasan hutan pegunungan. Metode analisis spasial dilakukan terhadap koordinat sumber air di lapangan yang diolah dengan data SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) menggunakan perangkat lunak *Global Mapper* menjadi peta PJE Air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan spasial HESSA (*Hydro Ecosystem Services Spatial Assessment*) efektif dalam memetakan batas daerah tangkapan air sebagai wilayah penyedia air di bagian hulu dan wilayah pengguna air di bagian hilirnya berupa peta jasa ekosistem air. Model HESSA telah diujikan di beberapa kawasan hutan lindung dan hutan produksi di Provinsi Jawa Barat. Pendekatan spasial HESSA merupakan salahsatu inovasi metode pemetaan yang efektif untuk menentukan batas wilayah penyedia air dan wilayah pengguna air. Peta PJE air sangat membantu proses implementasi PJE antara penyedia air dan kelompok pengguna air.

Kata kunci: Air, hutan, peta jasa air

Abstract. *Ramdan H. 2015. Application of HESSA for mapping water providers and users in mountainous forest area. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 1719-1724.* The montane forest ecosystem is water provider area that its water flows utilized by people to meet their consumption and production activities. Continuity, water quantity, and quality will remain intact if the condition of the forest ecosystem good. The responsibility of conservation of the forest ecosystem as area water providers also be the responsibility of water users through the mechanism of payments for ecosystem services (PES). The absence of water ecosystem services mapping method is a problem of PES implementation. This study aims to determine the spatial approach in mapping regions of water providers and users in the mountain forests. Methods of spatial analysis were done to water springs point in the field and are proceed by SRTM data (*Shuttle Radar Topography Mission*) using *Global Mapper* to be a map of water ecosystem services. The result showed that the HESSA (*Hydro Services Spatial Ecosystem Assessment*) method is effective to map the boundary between Water Provider Area and Water Users Area. The HESSA has been tested in protection and production forests in West Java Province. The HESSA spatial approach is a new innovation in the mapping of water ecosystem services. Map of water ecosystem services is very useful in PES implementation among water providers and users.

Keywords: Water, forests, water services map

PENDAHULUAN

Jasa ekosistem hutan pegunungan yang terpenting adalah air yang dimanfaatkan untuk memenuhi berbagai kebutuhan rumah tangga, pertanian, industri, dan kegiatan sosial ekonomi lainnya. Kontinuitas, kuantitas, dan kualitas air yang baik dihasilkan dari ekosistem hutan yang ekosistemnya baik, sebaliknya apabila ekosistem hutan terdegradasi maka jasa ekosistem air terganggu pula. Untuk

menjamin keberlanjutan aliran air yang dihasilkan oleh ekosistem hutan, maka pelestarian hutan harus dilakukan. Pelestarian hutan sebagai penyedia air tidak hanya menjadi tanggung-jawab pengelola hutan tetapi juga tanggung-jawab pengguna air sebagai penerima manfaatnya (*water beneficiaries*).

Mekanisme imbal balik dari pengguna air untuk pelestarian ekosistem hutan sebagai daerah tangkapan airnya (DTA) dikenal sebagai PES (*Payment for Ecosystem*

Services) atau pembayaran jasa ekosistem (PJE) yang saat ini mulai banyak dirintis dan diimplementasikan sebagai salahsatu instrumen ekonomi lingkungan. Melalui mekanisme PJE tersebut, maka pemanfaat jasa ekosistem akan berkontribusi terhadap pelestarian ekosistem penyedia jasa ekosistemnya. Hal ini ditegaskan pada Pasal 42 ayat (1) Undang-Undang no 32 tahun 2009 tentang Pengelolaan dan Perlindungan Lingkungan Hidup, yaitu *dalam rangka melestarikan fungsi lingkungan hidup, Pemerintah dan pemerintah daerah wajib mengembangkan dan menerapkan instrumen ekonomi lingkungan hidup.*

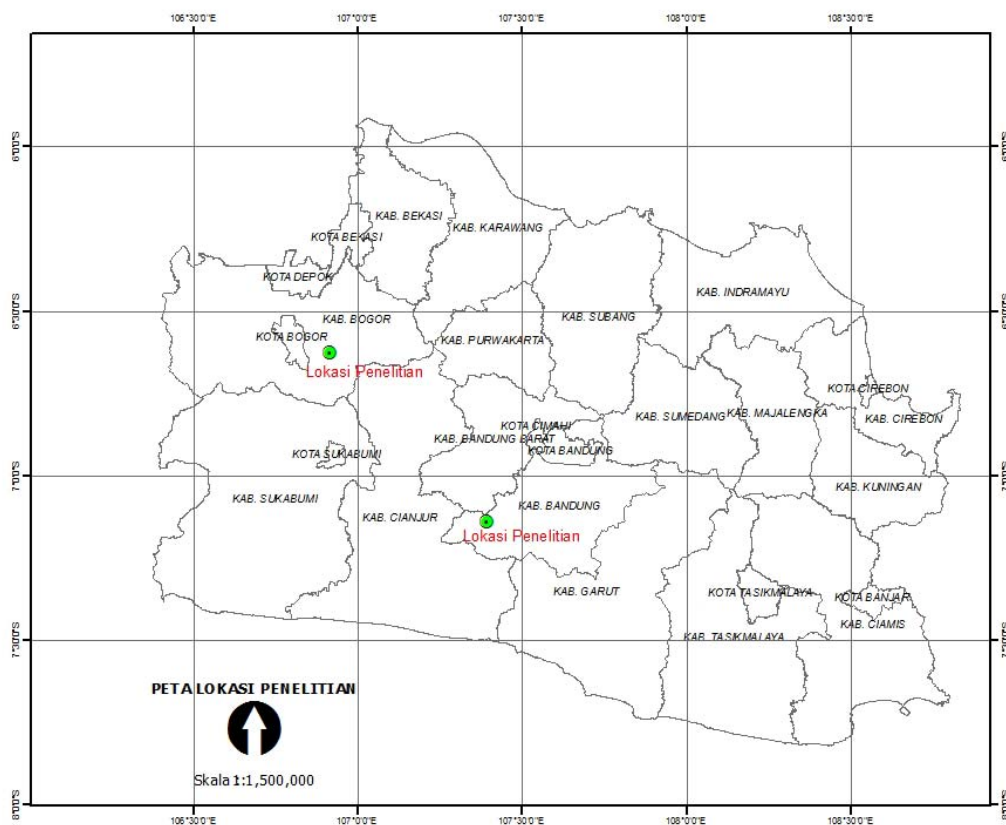
Kawasan hutan di Provinsi Jawa Barat yang umumnya berada di bagian hulu daerah aliran sungai (DAS) berperan penting sebagai daerah tangkapan air (*water catchment*) dan menyediakan jasa ekosistem air. Sumber mata air yang keluar ke bagian hilir dimanfaatkan oleh masyarakat untuk kebutuhan air rumah tangga, pertanian, industri, dan kegiatan lainnya. Pelestarian ekosistem hutan sudah seharusnya dilakukan oleh pengguna air di bagian hilirnya. Dari berbagai inisiatif PES yang saat ini sedang dikembangkan ditemukan permasalahan batas wilayah yang tidak jelas antara wilayah penyedia jasa ekosistem air dengan wilayah pengguna airnya. Sejumlah penelitian tentang jasa ekosistem terakhir tidak menunjukkan adanya model penilaian jasa ekosistem yang berbasis parameter spasial, sehingga mekanisme pembayaran jasa lingkungan dari pengguna air kepada pengelola resapan airnya di bagian hulu sering tidak berjalan. Hal ini dikarenakan ketidakpercayaan penyedia dan pengguna air terhadap batas wilayah resapan airnya dan wilayah dampaknya (*impacted*

area) di bagian hilirnya (Jing and Zhiyuan, 2011; Ortega-Pacheco, Lupi, and Kaplowitz, 2009; Ramdan, 2010; Veldkamp, Polman, Reinhard, and Slingerland, 2011; Yu, 2011). Belum adanya metode pemetaan jasa ekosistem yang praktis untuk menentukan batas wilayah batas wilayah ekosistem penyedia air dan wilayah pengguna air sering menjadi kendala proses PJE. Oleh karena itu keberadaan peta jasa ekosistem air yang mampu mendelineasi batas antara wilayah penyedia air dan wilayah pengguna air dinilai menjadi penting dalam pengembangan mekanisme PJE tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pendekatan spasial dalam pemetaan wilayah penyedia dan pengguna air di kawasan hutan pegunungan.

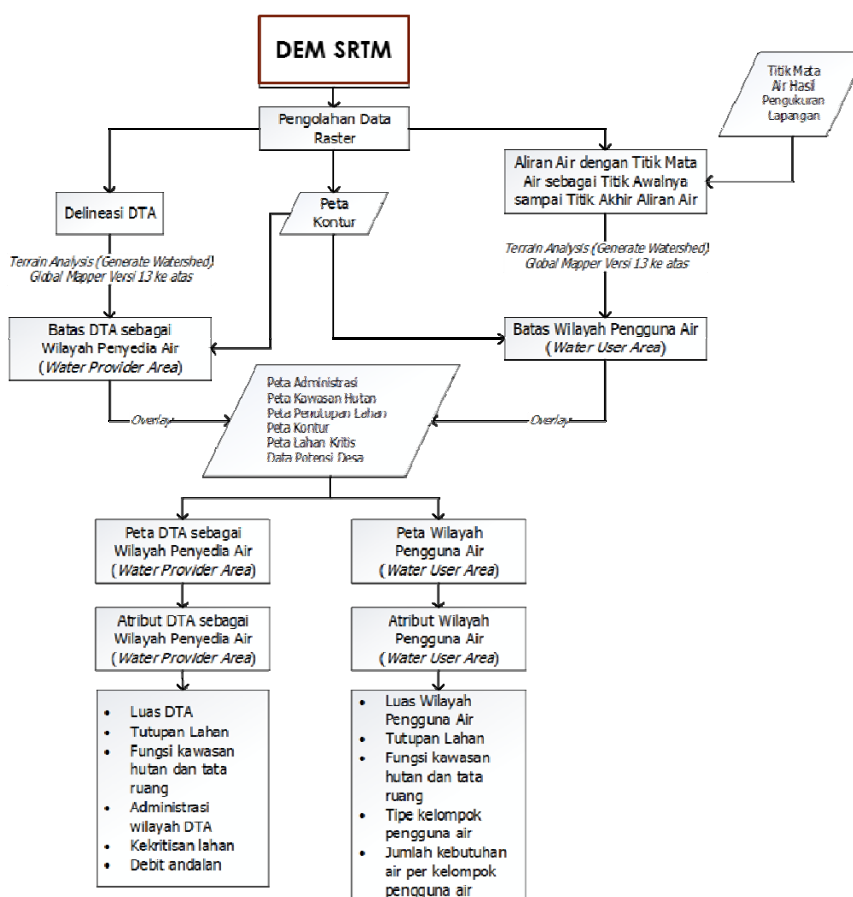
BAHAN DAN METODE

Area kajian

Penelitian dilakukan di kawasan hutan produksi (HP) dan hutan lindung (HL) yang dikelola Perum Perhutani Divisi Regional Jawa Barat dan Banten. Kawasan HP yang diteliti berada di Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Bogor yang secara administratif berada di Kabupaten Bogor dan kawasan HL di KPH Bandung Selatan yang secara adminisitratif berada di Kabupaten Bandung (Gambar 1). Waktu penelitian adalah bulan Nopember 2014 sampai dengan Januari 2015.



Gambar 1. Lokasi penelitian di KPH Bogor dan KPH Bandung Selatan, Jawa Barat



Gambar 2. Tahapan kerja penelitian

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan adalah citra SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), peta tematik (peta kawasan hutan, penutupan lahan dan peta administratif wilayah). Alat yang digunakan adalah GPS (*Global Positioning System*) untuk mengukur koordinat titik mata air, *Current Meter* untuk mengukur kecepatan aliran air, serta perangkat lunak Global Mapper dan Arc GIS 10.1 untuk analisis spasial.

Cara kerja

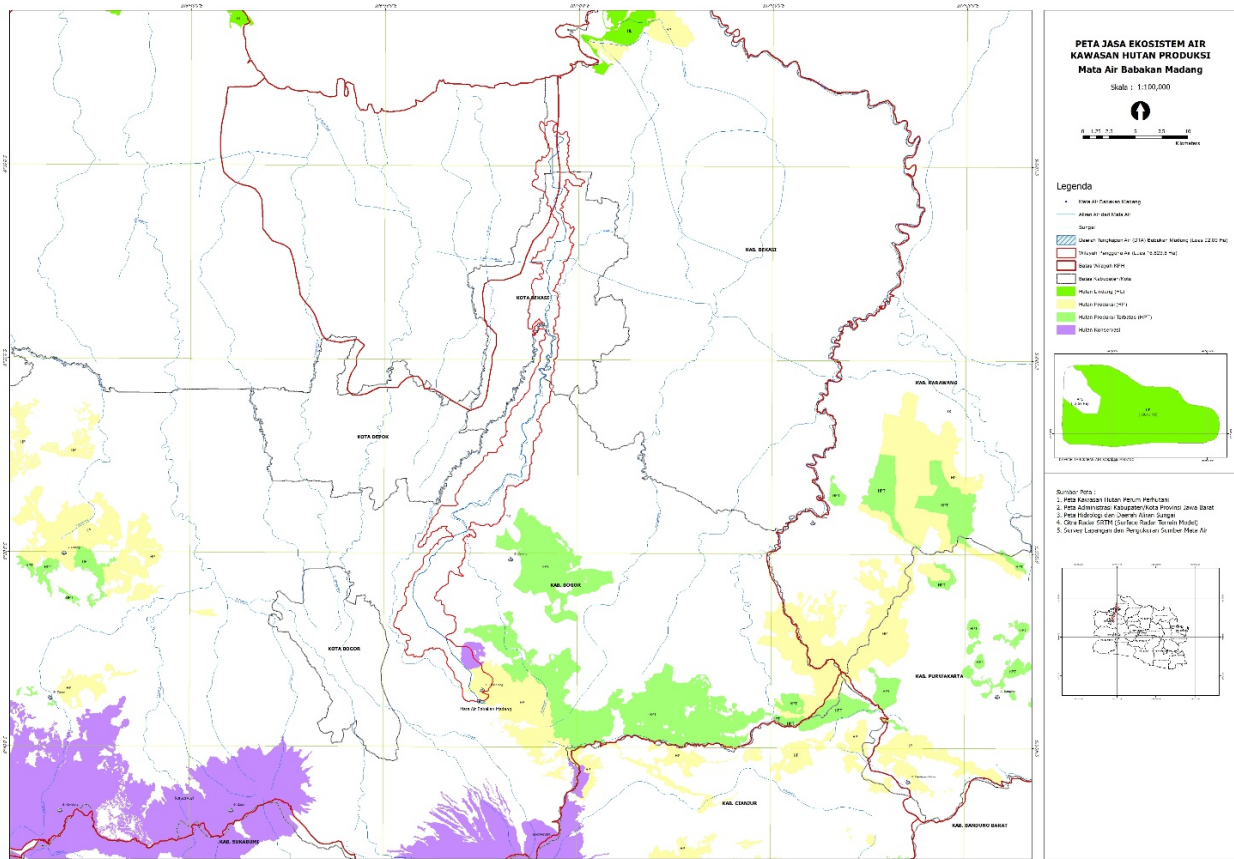
Metode pembuatan peta jasa ekosistem air atau HESSA yang dibangun dilakukan melalui tahapan kerja sebagaimana disajikan pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan bahwa ada 2 kegiatan utama dalam pembuatan peta jasa ekosistem air, yaitu (a) melakukan pengukuran lapangan dan (b) analisis data spasial. Pengukuran lapangan dilakukan untuk mendapatkan data titik koordinat titik mata air dan debit aliran airnya. Adapun analisis data spasial dilakukan untuk memetakan wilayah penyedia air (WPA) dan wilayah pengguna air (WGA) yang ditentukan berdasarkan titik koordinat sumber mata air yang diukur di lapangan. Dalam analisis spasial untuk pemetaan jasa ekosistem air dibutuhkan data DEM (*Digital Elevation Model*) dari citra SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Pengolahan citra SRTM dilakukan dengan perangkat lunak Global Mapper melalui *feature*

Terrain Analysis – Generate Watershed sehingga didapatkan batas WPA dan WGA. Batas WPA merupakan DTA yang dibatasi oleh topografi alami berupa punggung bukit yang aliran airnya keluar sebagai titik mata air. Adapun batas WGA merupakan wilayah sepanjang aliran air mulai dari titik mata air sebagai titik awalnya sampai titik akhir aliran airnya. Di dalam delineasi batas WPA dan WGA memperhatikan garis kontur yang dibuat dengan *feature Terrain Analysis – Generate Countours*. Setelah mendapatkan batas WGA dan WPA, ditumpang-susunkan (*overlay*) dengan peta-peta tematik lainnya untuk mendapatkan informasi spasial sesuai yang dibutuhkan. Dalam penelitian ini WPA dan WGA ditumpang-susunkan dengan peta penutupan lahan Provinsi Jawa Barat tahun 2014.

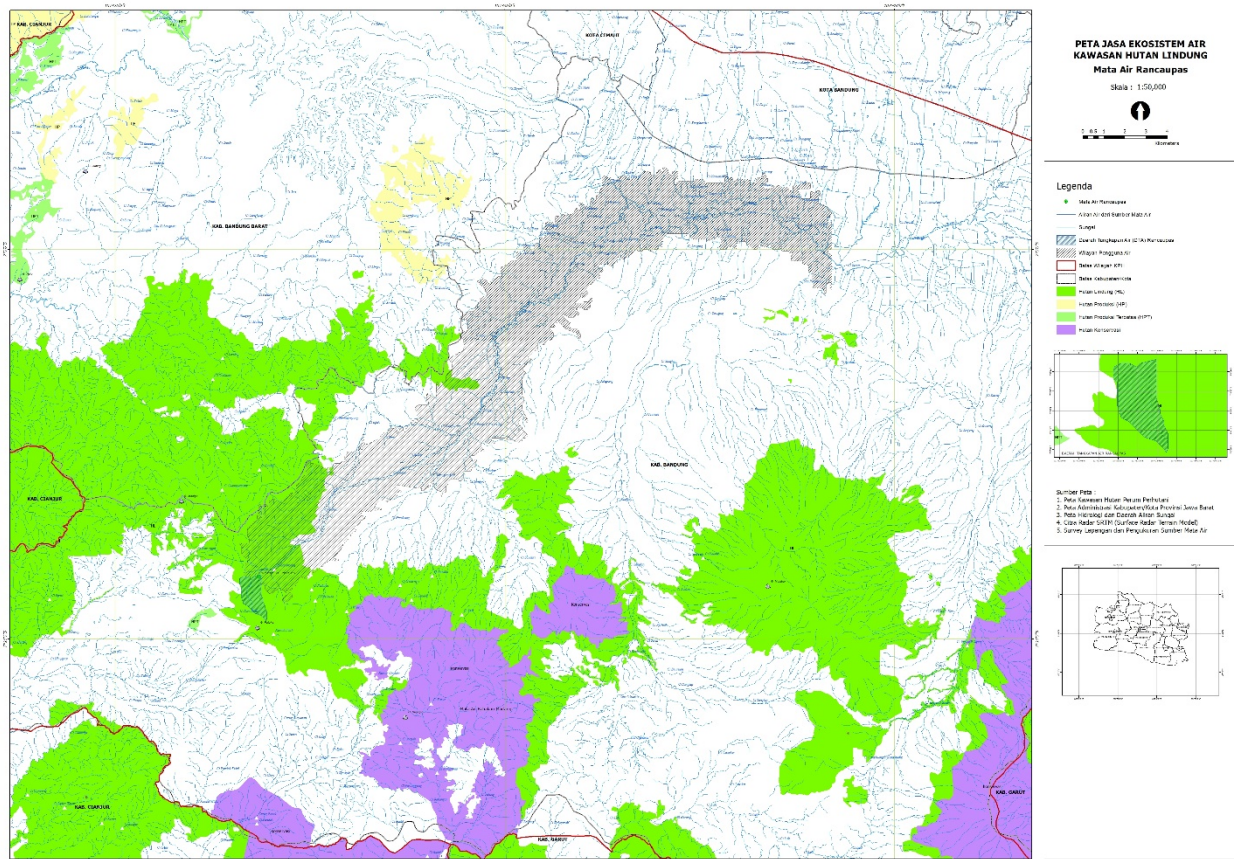
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

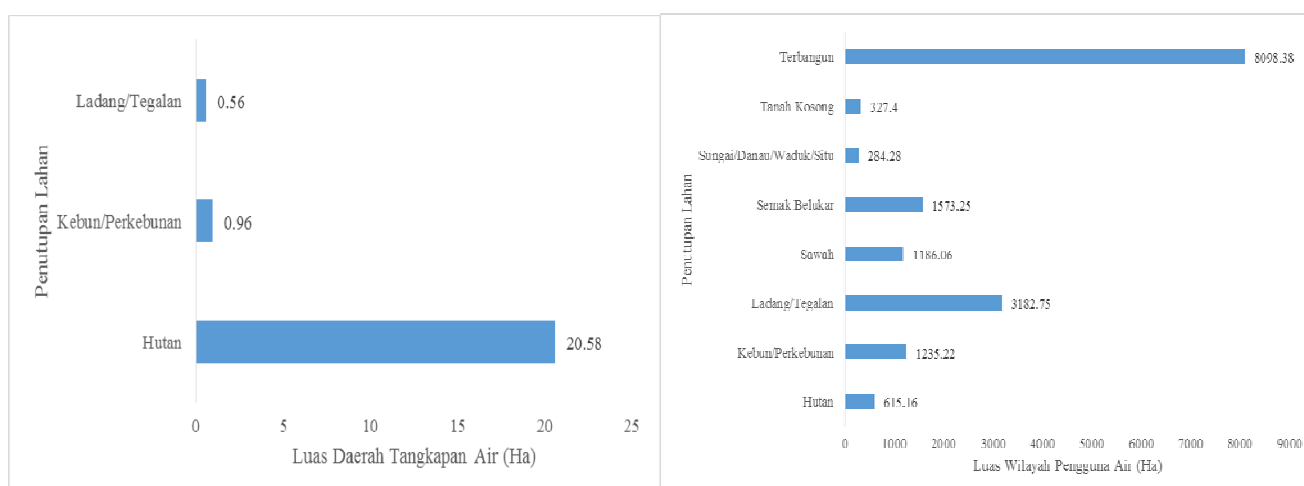
Titik mata air Babakan Madang KPH Bogor berada di $106^{\circ} 54' 58, 9''$ Bujur Timur (BT) dan $06^{\circ} 37' 41,3''$ Lintang Selatan (LS) berada di DAS Ciliwung. Adapun titik mata air Rancaupas berada $107^{\circ}23'41,3''$ BT dan $07^{\circ}08'24,1''$ LS. Peta jasa ekosistem hutan di kawasan HP Babakan Madang dan HL Rancaupas hasil analisis dengan metode HESSA disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



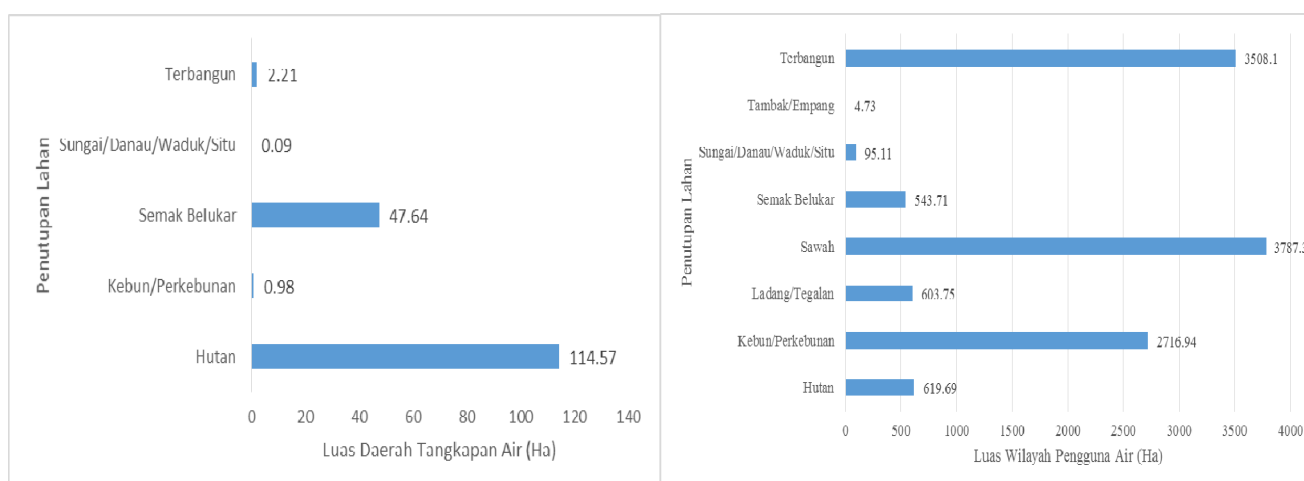
Gambar 3. Peta jasa ekosistem hutan di kawasan hutan produksi Babakan Madang KPH Bogor



Gambar 4. Peta jasa ekosistem hutan di kawasan hutan lindung Rancaupus KPH Bandung Selatan



Gambar 5. Luas penutupan lahan di WPA dan WGA Babakan Madang Tahun 2014



Gambar 6. Luas penutupan lahan di WPA dan WGA Rancaup Tahun 2014

Gambar 3 menunjukkan bahwa kawasan HP Babakan Madang merupakan daerah tangkapan air yang berfungsi sebagai wilayah penyedia air bagi wilayah hilirnya. Luas WPA Babakan Madang yang mencapai 22,09 ha merupakan sumber bagi WGA seluas 16.829,80 ha dengan debit 0,14 m³/detik atau 457.262 m³/tahun.

Gambar 4 menunjukkan bahwa kawasan HL Rancaup merupakan daerah tangkapan air yang berfungsi sebagai wilayah penyedia air bagi wilayah hilirnya. Luas WPA Rancaup yang mencapai 165,5 ha merupakan sumber air bagi WGA seluas 11.814,69 ha dengan debit mata air primernya mencapai 8.167m³/tahun.

Kondisi penutupan lahan di masing-masing lokasi disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Pembahasan

Pendekatan HESSA untuk pemetaan jasa ekosistem air cukup efektif dalam memetakan batas daerah tangkapan air

sebagai wilayah penyedia air (WPA) dan wilayah pengguna air (WGA). Peta jasa ekosistem air menjadi bagian penting dalam implementasi mekanisme PES (*Payment for Environmental Services*) antara pengelola kawasan hutan dengan para pengguna air sebagai penerima manfaat jasa ekosistem air dari hutan.

Peta jasa ekosistem air HESSA memiliki dua poligon penting, yaitu poligon wilayah daerah tangkapan air (DTA) yang menunjukkan wilayah penyedia air dimana titik mata air dihasilkan dan poligon wilayah pemanfaatan air di bagian hilirnya. Hasil tumpang-susun dengan penutupan lahan dapat menentukan potensi kelompok pengguna air. Hasil analisis penutupan lahan WGA di Babakan Madang (Gambar 5) menunjukkan bahwa pengguna air terbesar adalah perumahan, industri dan kegiatan ekonomi yang teridentifikasi dalam penutupan lahan terbangun seluas 8.098,38 ha. Adapun hasil analisis penutupan lahan WGA di Rancaup (Gambar 6) menunjukkan bahwa pemanfaat

air terbesar adalah kegiatan sawah seluas 3.787,39 ha. Selain kedua kelompok tersebut, terdapat kelompok-kelompok pengguna air lainnya yang berada di kedua lokasi penelitian tersebut. Kejelasan batas wilayah pengguna dan pemanfaat air tentunya akan sangat membantu implementasi PJE, sehingga makin meningkatnya PJE maka upaya pelestarian ekosistem (hutan) sebagai penyedia jasa ekosistem akan lebih baik.

Metode spasial HESSA ini merupakan temuan inovasi baru aplikasi teknologi GIS yang efektif untuk membuat peta jasa ekosistem air. Peta jasa ekosistem air model HESSA menjadi dasar penting dalam menentukan luasan wilayah penyedia air dan wilayah kelompok-kelompok pengguna air yang memanfaatkan aliran air yang berasal dari ekosistem (hutan) yang berada di bagian hulunya. Secara teknis, metode pemetaan jasa ekosistem air HESSA ini relatif praktis dan mudah digunakan oleh kelompok pemula di bidang sistem informasi geografis. Peta PJE air dinilai sangat membantu proses implementasi PJE antara penyedia air dan kelompok pengguna air. Makin berkembangnya PJE air dari ekosistem hutan diharapkan akan meningkatkan tanggung-jawab pengguna air untuk berkontribusi terhadap pelestarian ekosistem hutan sebagai wilayah penyedia air (*water provider area*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direksi Perum Perhutani yang telah membantu dan memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Acreman M. 2004. Water and Ecology. United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organizations (UNESCO). Paris
- Aylward B. 2000. Economic Analysis of Landuse Change in Watershed Context. Paper for UNESCO Symposium/Workshop on Forest-Water-People in the Humid Tropics, Kuala Lumpur, Malaysia, July 31-August 4, 2000.
- Jing L, Zhiyuan R. 2011. Variations in Ecosystem Service Value in Response to Land use Changes in the Loess Plateau in Northern Shaanxi Province, China. *Int J Environ Res* 5(1):109-118.
- Ortega-Pacheco DV, FLupi, And MDKaplowitz. 2009. Payment For Environmental Services: Estimating Demand Within A Tropical Watershed. *J Nat Resour Pol Re* 1 (2) : 189-202.
- Ortega-Pacheco DV. 2011. Investigating the role and scale of transactions costs of incentive-based programs for provision of environmental services in developing countries. [Dissertation]. The Ohio State University. Ohio.
- Ramdan H. 2004. Analisis Kebijakan Prospek Alokasi Air Lintas Wilayah dari Gunung Ciremai Propinsi Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wana Mukti* 2 (2) : 28-35.
- Ramdan H. 2006. Pengelolaan Sumber Air Minum Lintas Wilayah di Kawasan Gunung Ciremai Propinsi Jawa Barat. Disertasi pada Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Ramdan H. 2010. Nilai Kontribusi Hidrologis Kawasan Taman Wisata Alam Gunung Tampomas. *Jurnal Wana Mukti* 10 (2) : 73-80.
- Torahi AA, SC Rai. 2011. Land Cover Classification and Forest Change Analysis, Using Satellite Imagery-A Case Study in Dehdez Area of Zagros Mountain in Iran. *J Geogr Inform Syst* 3 : 1-11.
- Veldkamp T, N Polman, S Reinhard, and M Slingerland. 2011. From Scaling to Governance of the Land System: Bridging Ecological and Economic Perspectives. *Ecol Soc* 16 (1): 1.
- Verweij P.2002. Innovative Financing Mechanisms for Conservation and Sustainable Management of Tropical Forest : Issues and Perspective. Paper for International Seminar on Forest Valuation and Innovative Financing Mechanisms for Conservation and Sustainable Management of Tropical Forests. Tropenbos International, The Hague, 20-21 March 2002.
- Yu X. 2011. Transboundary water pollution management Lessons learned from river basin management in China, Europe and the Netherlands. *Utrecht Law Review* 7 (1): 188-203.