

Penutupan lahan untuk pengendalian tingkat kekritisitas DAS Satui, Provinsi Kalimantan Selatan

Land cover to control the level of criticality Satui watershed in Province of South Kalimantan

SYARIFUDDIN KADIR

Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat. Jl. Jenderal Ahmad Yani Km. 36, Kotak Pos 19, Banjarbaru 70714, Kalimantan Selatan. Tel./Fax. +62-511-4772254. ✉email: odeng1987@yahoo.com

Manuskrip diterima: 9 Februari 2015. Revisi disetujui: 20 Mei 2015.

Abstrak. Kadir S. 2015. *Penutupan lahan untuk pengendalian tingkat kekritisitas DAS Satui, Provinsi Kalimantan Selatan. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 1190-1196.* Tutupan lahan merupakan faktor utama menentukan tingkat kekritisitas lahan, sehingga perubahan tutupan lahan seharusnya sesuai dengan kemampuannya agar lahan kritis dapat terkendali. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi vegetasi penutupan lahan dan tingkat kekritisitas lahan di DAS Satui Provinsi Kalimantan Selatan. Manfaat yang diharapkan agar dapat menjadi acuan menentukan arahan menurunkan tingkat kekritisitas lahan untuk pengendalian kerawanan banjir dan meningkatkan produktivitas lahan untuk kesejahteraan masyarakat. Penentuan tingkat kekritisitas lahan dan kondisi vegetasi penutupan lahan serta arahan pengendaliannya dilakukan melalui metode pendekatan secara spasial terhadap kondisi tutupan lahan dengan memanfaatkan sistem informasi Geografis. Hasil kajian diperoleh bahwa: (i) Lahan kriteria kritis (kritis dan sangat kritis) seluas 34.435,67 ha pada kondisi eksisting tutupan seluas 49.703,37 ha (32%); (ii) Lahan kriteria kritis (kritis dan sangat kritis) seluas 1.536,82 ha pada kondisi alternatif arahan tutupan vegetasi hutan menjadi seluas 66.975,57 ha (44%), sedangkan lahan terbuka, semak belukar dan pertambangan berkurang seluas 17.782,99 ha (12%).

Kata kunci: Tutupan lahan, kekritisitas lahan, banjir

Abstract. Kadir S. 2015. *Land cover to control the level of criticality Satui watershed in Province of South Kalimantan. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 1190-1196.* Land cover is the main factor determining the degree of criticality of land, so the land cover change should correspond with the capability through which degraded land can be controlled. This study aimed to determine the condition of land cover vegetation and critical level in the watershed land in DASatui South Kalimantan province. The benefits are expected to be a reference that determines the direction of lowering the critical level of vulnerability of land to control flooding and improve the productivity of the land for public welfare. Determination of the critical level of soil, vegetation land cover conditions and direction control are executed through a spatial approach to the condition of land cover by utilizing Geographic information systems. The study results showed that: (i) Land critical criteria (critical and very critical) covers an area of 34435.67 hectares in the existing land cover condition of 49703.37 ha (32%); (ii) land critical criteria (critical and very critical) covers an area of 1536.82 ha on the condition of forest vegetation cover alternatively landing into an area of 66975.57 ha (44%), while the open land, shrubs and reduced mining area are 17782.99 ha (12%).

Keywords: land cover, land criticality, flooding

PENDAHULUAN

Perubahan vegetasi tutupan lahan menentukan infiltrasi dan lairan permukaan sesuai Asdak (2010), Infiltrasi merupakan komponen yang mempengaruhi siklus air pada suatu DAS yang memainkan peranan penting dalam mendistribusi curah hujan. Rendahnya infiltrasi sebaliknya aliran permukaan yang tinggi dapat mempengaruhi kuantitas air yang menyebabkan kejadian banjir pada bagian hilir DAS. Penggunaan dan tutupan lahan yang dilaksanakan dan tidak sesuai dengan peruntukannya pada kawasan lindung dan kawasan budidaya pertanian akan berdampak tingginya tingkat kekritisitas lahan yang dapat menurunkan peranannya untuk kepentingan perlindungan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat (Zhang dan

Wang 2007).

Lahan kritis merupakan suatu lahan yang fungsinya kurang baik sebagai media produksi untuk menumbuhkan tanaman yang dibudidayakan atau yang tidak dibudidayakan. Laju kerusakan hutan termasuk perubahan tutupan vegetasi hutan salah satu indikasi menyebabkan bertambahnya luas lahan kritis baik di dalam maupun diluar kawasan hutan. BPDAS Barito (2009), secara administratif wilayah Provinsi Kalimantan Selatan terdapat lahan kritis seluas 761.042,4 ha dan di wilayah Kabupaten Tanah Bumbu yang termasuk di dalamnya terdapat DAS Satui mempunyai lahan kritis seluas 76.635 ha.

Lahan Kritis Tahun 2011 yang ditetapkan dengan Keputusan Menteri Kehutanan RI Nomor SK. 781/Menhut-II/2012, menyatakan bahwa DAS Satui Kabupaten Tanah

Bumbu terdapat lahan kritis seluas 35.014,35 ha. DAS Satui mempunyai luas 153,521.64 ha, secara administrasi terletak di wilayah Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan. DAS Satui merupakan suatu ekosistem yang di dalamnya terdiri berbagai jenis penggunaan dan tutupan lahan yang senantiasa mengalami perubahan sebagai akibat pertambahan jumlah penduduk di DAS untuk memenuhi kebutuhan secara ekonomis.

Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Kalimantan Selatan (2010) menyatakan bahwa terdapat kejadian banjir di wilayah Kabupaten Tanah Bumbu periode 2007-2010 sejumlah 8 kecamatan dan 39 desa. (Nan et al. 2005; Cojean dan Cai 2011), curah hujan dengan intensitas yang cukup tinggi dan berlangsung pada periode waktu yang lama pada bagian hulu dan tengah DAS, hal ini dapat menyebabkan terjadinya banjir. Selain periode Kejadian banjir dapat meningkatoleh karena aktivitas manusia dalam penggunaan lahan yang tidak berdasarkan asas kelestarian.

Memperhatikan pentingnya data lahan kritis sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan terutama dalam upaya perbaikan kondisi hutan dan lahan serta lingkungan hidup di DAS Satui, maka perlu dilakukan kajian vegetasi tutupan lahan dan tingkat kekritisan lahan di DAS Satui, agar diperoleh upaya pengayaan vegetasi tutupan lahan yang dapat menurunkan tingkat kekritisan lahan yang pada gilirannya meningkatkan infiltrasi dan mengurangi aliran permukaan serta menormalkan fluktuasi debit air sebagai bagian dari upaya pengendalian kejadian banjir.

Penelitian ini bertujuan: (i) mengetahui kondisi vegetasi tutupan lahan dan tingkat kekritisan lahan; (ii) menentukan

upaya pengayaan vegetasi tutupan lahan yang dapat mengendalikan tingkat kekritisan lahan.

BAHAN DAN METODE

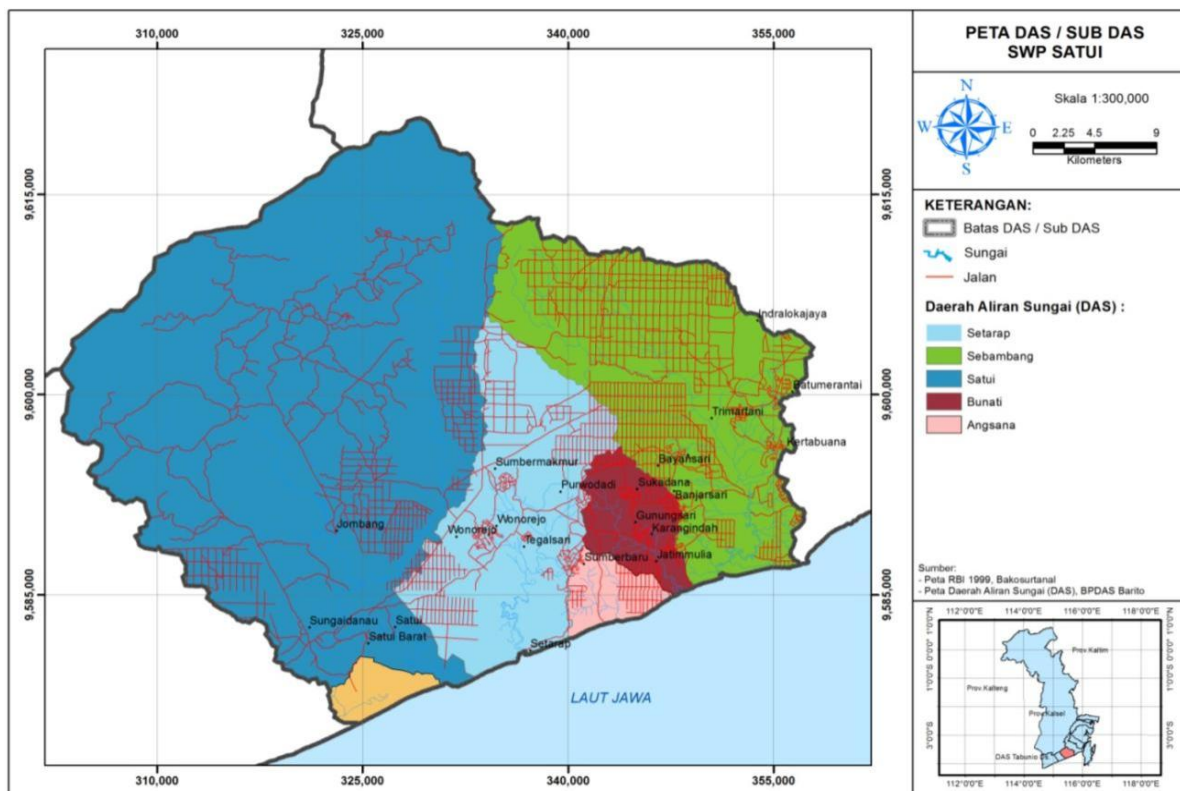
Penelitian ini dilaksanakan di DAS Satui yang secara administrasi terletak di wilayah Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan. Metode masing-masing parameter penentuan tingkat kekritisan lahan dan arahan pengayaan vegetasi tutupan lahan untuk pengendalian tingkat kekritisan lahan disajikan pada Gambar 1.

Vegetasi tutupan lahan

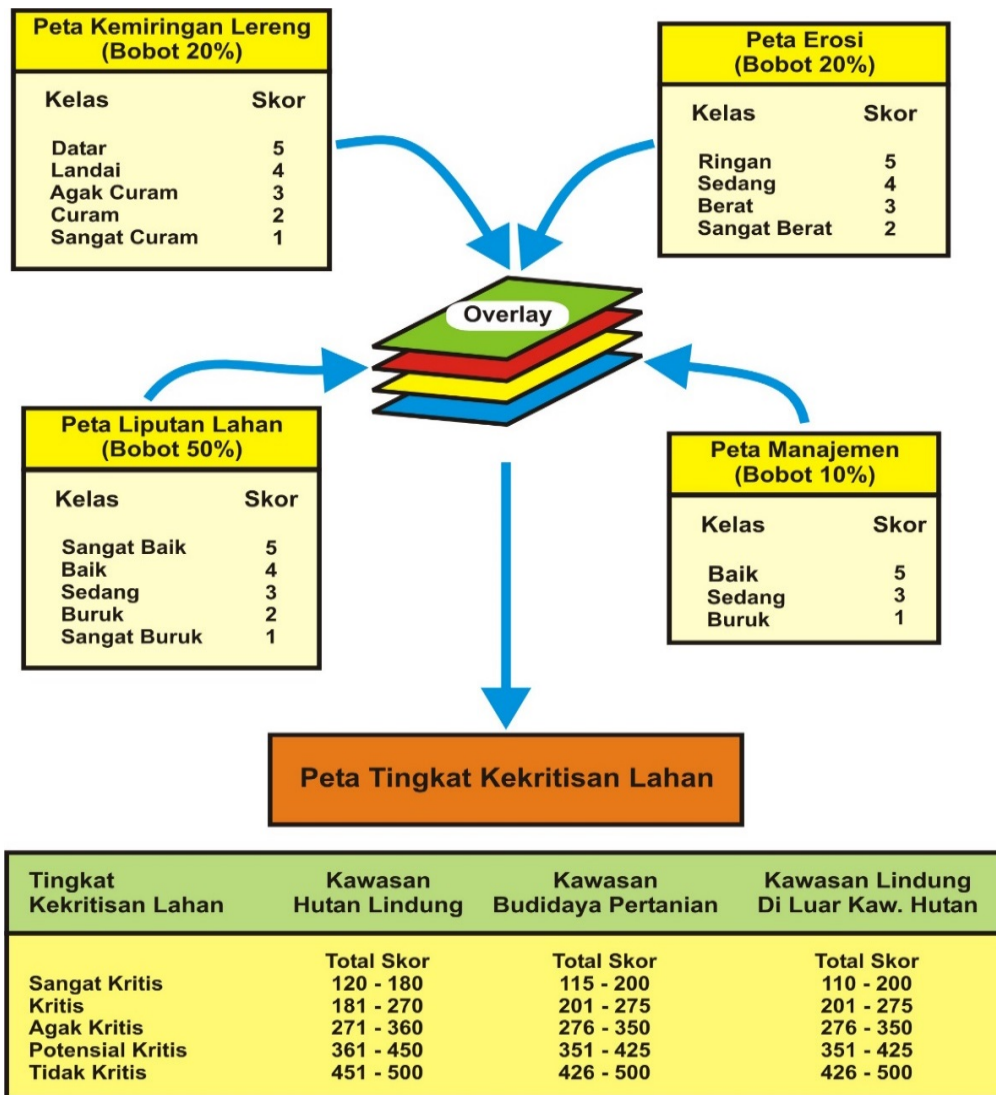
Vegetasi tutupan lahan yang digunakan sebagai unsur utama dalam penentuan tingkat kekritisan lahan, data ini diperoleh dari hasil interpretasi/penafsiran citra ALOS resolusi spasial 2,5 m liputan Juli tahun 2012 menggunakan SIG, yang selanjutnya dilakukan *Ground Check* berdasarkan kondisi vegetasi tutupan lahan sebagai faktor utama penentuan tingkat kekritisan lahan di DAS Satui.

Lahan kritis

Penentuan tingkat kekritisan lahan pada penelitian ini berdasarkan pada Peraturan DirJen Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Nomor: SK.167/V-SET/2004. Tahapan teknis penentuan lahan kritis melalui GIS untuk penyusunan, pengolahan maupun analisis data spasial. Tingkat kekritisan lahan ditentukan berdasarkan: (i) Liputan lahan; (ii) Erosi; (iii) Lereng; (iv) Manajemen.



Gambar 1. Lokasi penelitian, DAS Satui Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan



Gambar 2. Diagram alir penentuan tingkat kekritisian lahan di DAS Satui, Provinsi Kalimantan Selatan

Klasifikasi tingkat kekritisian lahan disajikan pada Tabel 1, sedangkan diagram alir penentuan tingkat kekritisian lahan disajikan pada Gambar 2.

Tabel 1. Klasifikasi tingkat kekritisian lahan berdasarkan total skor

Kawasan Hutan Lindung	Total Skor	Kawasan Budidaya Pertanian	Kawasan Lindung di Luar Kawasan Hutan	Tingkat Kekritisian Lahan
120-180	115-200	110-200	110-200	Sangat Kritis
181-270	201-275	201-275	201-275	Kritis
271-360	276-350	276-350	276-350	Agak Kritis
361-450	351-425	351-425	351-425	Potensial Kritis
451-500	426-500	426-500	426-500	Tidak Kritis

Sumber: Direktur Jenderal RLPS Departemen Kehutanan (2004)

Tabel 2. Tutupan lahan eksisting

Tutupan lahan	Luas (ha)	%
Hutan lahan kering sekunder	33.761,74	21,99
Hutan mangrove primer	65,94	0,04
Hutan tanaman	15.068,27	9,82
Semak belukar	27.914,67	18,18
Perkebunan	31.659,39	20,62
Pemukiman	581,94	0,38
Tanah terbuka	7.727,50	5,03
Tubuh air	586,83	0,38
Hutan mangrove sekunder	807,42	0,53
Semak belukar rawa	3.233,38	2,11
Pertanian lahan kering	15.521,81	10,11
Pertanian lahan kering campur semak	5.365,36	3,49
Tambak	809,32	0,53
Transmigrasi	1.459,47	0,95
Tambang	8.661,81	5,64
Rawa	296,78	0,19
Total	153.521,64	100,00

Sumber: Balai Pemantapan Kawasan Hutan (2013), dan hasil Ground check (2013)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian tutupan lahan yang dilaksanakan di DAS Satui diperoleh data kondisi tutupan lahan termasuk vegetasi yang menjadi faktor utama menentukan tingkat kekritisitas lahan. Selain itu pada kajian ini diperoleh penurunan tingkat kekritisitas lahan hasil simulasi upaya pengayaan vegetasi tutupan lahan sebagaimana disajikan berikut ini.

Vegetasi tutupan lahan dan tingkat kekritisitas lahan eksisting

Vegetasi tutupan lahan eksisting

Tutupan lahan yang digunakan sebagai unsur utama dalam penentuan tingkat kekritisitas, data ini diperoleh dari hasil interpretasi/penafsiran citra ALOS resolusi spasial 2,5 m liputan Juli tahun 2012 melalui sistem informasi geografis (SIG). Tutupan lahan kondisi eksisting DAS Satui disajikan pada Tabel 1, sedangkan peta penutupan lahan kondisi eksisting disajikan pada Gambar 3.

Hasil kajian pada Tabel 2 terlihat bahwa vegetasi yang termasuk tutupan hutan seluas 49.703,37 ha (32%), tutupan vegetasi non hutan 83.694,61 ha (54%), sedangkan lahan tidak bervegetasi 20.123,65 ha (13%).

Tutupan hutan berperan sebagai pengatur tata air (mengurangi energi kinetik dari curah hujan, meningkatkan infiltrasi dan mengurangi aliran permukaan dan erosi) yang lebih baik dari tutupan vegetasi non hutan (pertanian, semak belukar dan tanaman perkebunan). Lahan tidak bervegetasi berpotensi meningkatkan erosi, yang pada gilirannya meningkatkan tingkat kekritisitas lahan (Kadir 2013).

Tutupan vegetasi berperan penting sebagai pengatur tata air, hal ini sesuai Zhao et al. (2012) dan Komet et al. (2013) melaporkan bahwa vegetasi tutupan lahan pada suatu DAS berpengaruh terhadap aliran permukaan dan erosi. Selanjutnya Liu et al. (2008), Ruslan et al. (2013), perubahan tutupan vegetasi hutan menjadi lahan pertanian dapat mengurangi fungsi DAS untuk meningkatkan infiltrasi.

Tingkat kekritisitas lahan eksisting

Lahan kritis merupakan lahan yang kurang berfungsi sebagai pengatur tata air, kurang baik sebagai media produksi untuk menumbuhkan vegetasi tutupan lahan (UU. No. 37 tahun 2014 tentang Konservasi Tanah dan Air). Data tingkat kekritisitas lahan kondisi eksisting DAS Satui di sajikan pada Tabel 3 dan Gambar 4.

Tabel 3 terlihat bahwa di DAS Satui terdapat lahan dengan kriteria lahan kritis yang cukup tinggi seluas 34.435,67 ha (22,43%), pada bagian hulu DAS Satui terdapat sejumlah kegiatan pertambangan batubara, lahan terbuka dan semak belukar. Hal Sesuai Ruslan et al. (2013) dan Kusuma (2007) menyatakan bahwa interaksi komponen vegetasi tutupan lahan dalam ekosistem DAS dapat dinyatakan dalam bentuk keseimbangan *input* dan *output*, ini mencirikan keadaan ekosistem hidrologi.

Tingginya lahan kritis di DAS Satui, karena komponen vegetasi ekosistem DAS kurang berfungsi melindungi curah hujan dan mengendalikan aliran permukaan serta erosi (Yu 2003 Kadir 2014).

Alternatif vegetasi tutupan lahan dan lahan kritis (hasil simulasi)

Alternatif tutupan lahan

Vegetasi tutupan lahan untuk mengurangi tingkat kekritisitas lahan dilakukan melalui pengayaan tanaman hutan dengan prioritas jenis lokal, hal ini diusulkan karena: (i) sesuai regulasi pemerintah; (ii) secara ekologis telah beradaptasi dengan iklim dan tanah setempat; (iii) relatif tahan terhadap serangan hama dan penyakit; (iv) dapat mempetahankan keanekaragaman jenis lokal dan kelestarian makanan satwa liar; (v) mencegah kemungkinan booming tanaman sebagai 'gulma' dan hama penyakit baru; (vi) mencegah terjadinya kontaminasi "genetic identity"; (vii) program konservasi sumberdaya tanah dan air. Pengayaan vegetasi tutupan lahan untuk mengurangi tingkat kekritisitas lahan disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 5.

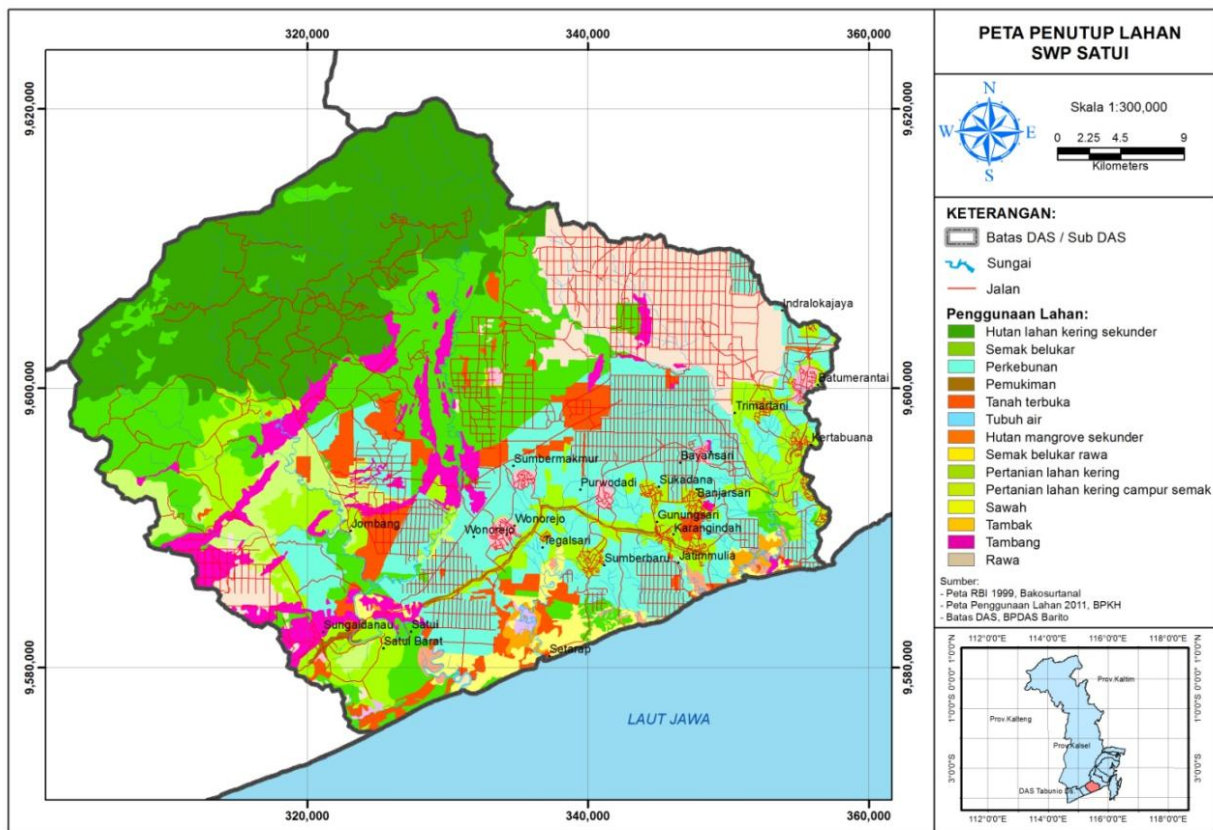
Alternatif tutupan lahan Pada Tabel 5 terlihat bahwa vegetasi yang termasuk tutupan hutan terdapat pengayaan vegetasi hutan menjadi seluas 66.975,57 ha (44%). Pengayaan vegetasi hutan dapat menurunkan tingkat kekritisitas lahan, hal ini dilakukan karena vegetasi hutan dapat berfungsi sebagai: (i) sebagai habitat utama tumbuhan dan hewan; (ii) sumber plasma nutfah; (iii) konservasi tanah dan air yang dapat meningkatkan infiltrasi dan mengurangi aliran permukaan; (iv) penyokong biodiversitas; (v) sumberdaya untuk pembangunan berkelanjutan; (vi) penyokong kondisi iklim global; (vii) pengatur siklus air, sehingga kualitas, kuantitas dan kountunitas air menjadi normal; dan (viii) penyerap CO₂ dan penghasil O₂.

Tabel 3. Tingkat kekritisitas lahan eksisting

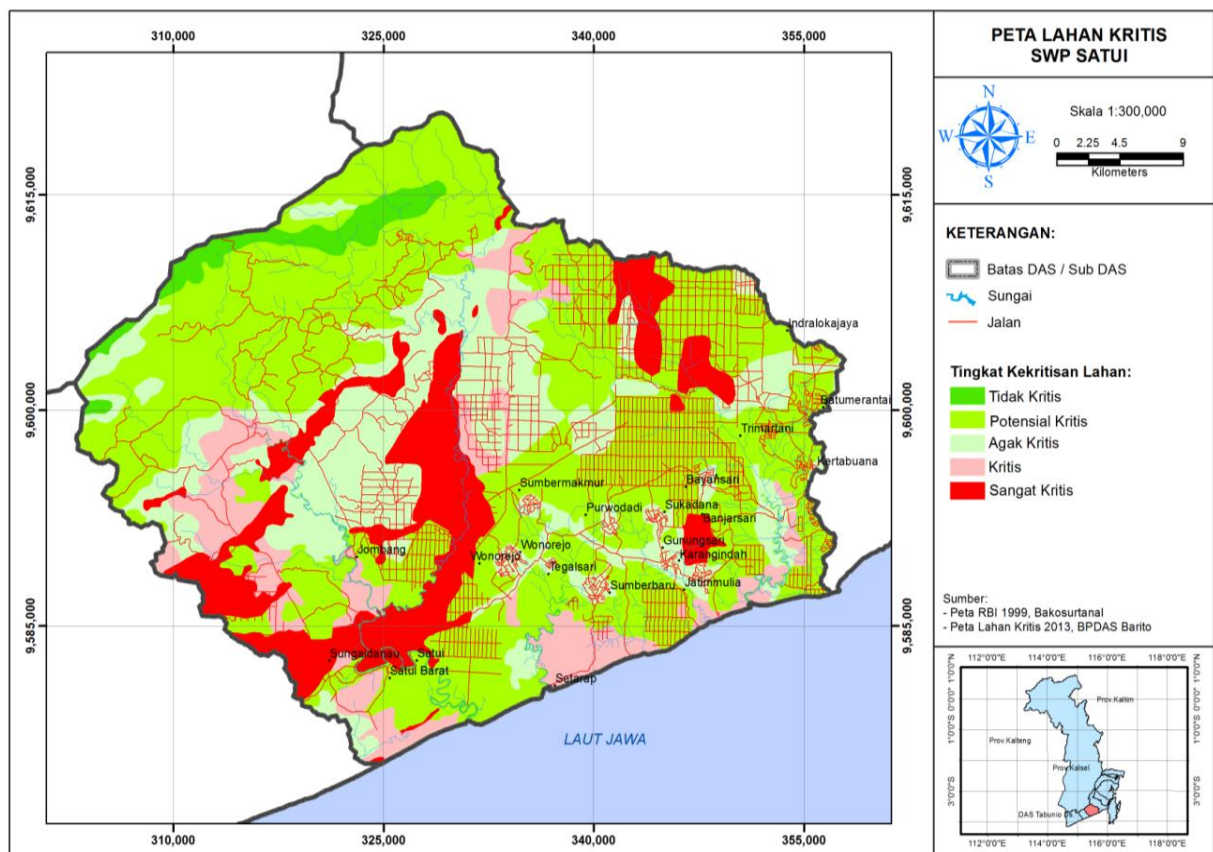
Tingkat kekritisitas lahan	Luas (ha)	%
Sangat Kritis	19.744,44	12,86
Kritis	14.691,23	9,57
Agak Kritis	33.941,17	22,11
Potensial Kritis	80.585,09	52,49
Tidak Kritis	4.559,71	2,97
Total	153.521,64	100,00

Tabel 4. Alternatif tutupan lahan

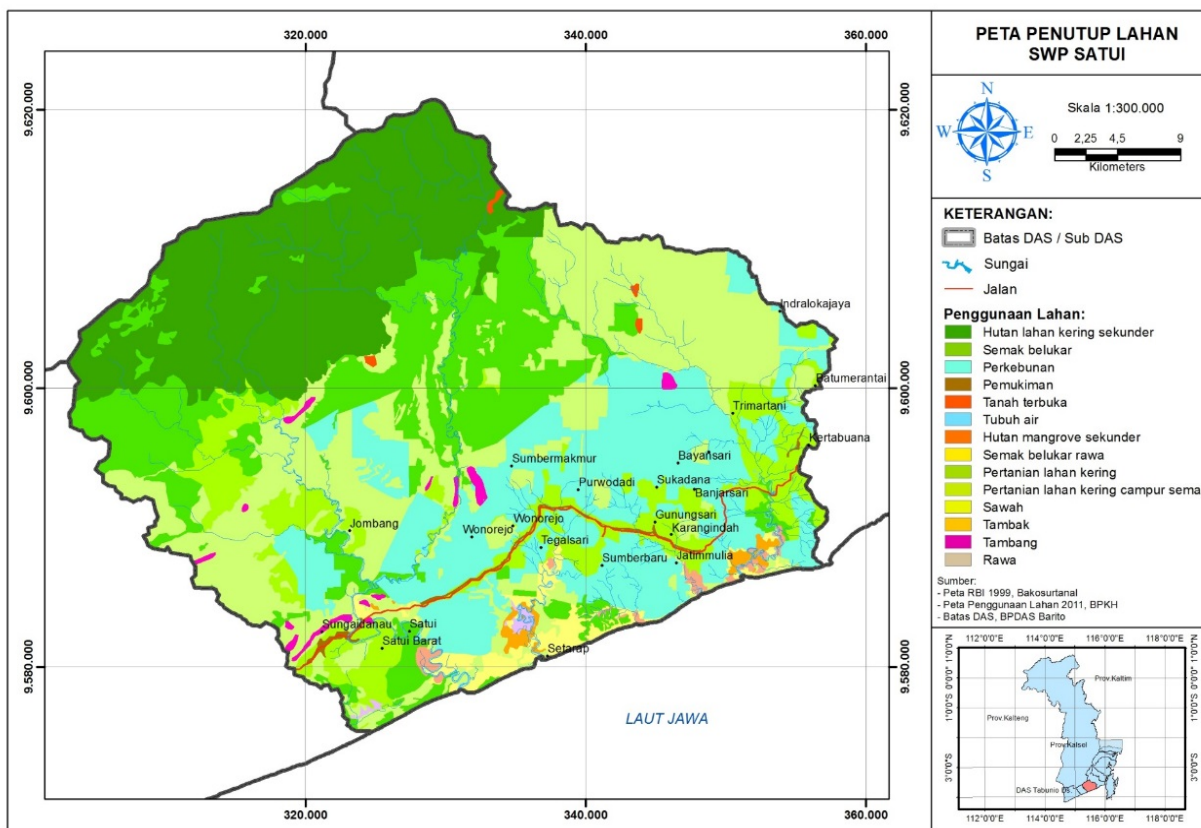
Tutupan lahan	Luas (ha)	%
Hutan lahan kering sekunder	33.686,96	21,94
Hutan mangrove primer	1807,43	1,18
Hutan tanaman	30.673,76	19,98
Semak belukar	26.865,17	17,50
Perkebunan	31.562,75	20,56
Pemukiman	581,94	0,38
Tanah terbuka	214,85	0,14
Tubuh air	586,83	0,38
Hutan mangrove sekunder	807,42	0,53
Semak belukar rawa	2.211,28	1,44
Pertanian lahan kering	17.492,07	11,39
Pertanian lahan kering campur semak	5.015,36	3,27
Tambak	809,32	0,53
Tambang	909,71	0,59
Rawa	296,78	0,19
Total	153.521,64	100,00



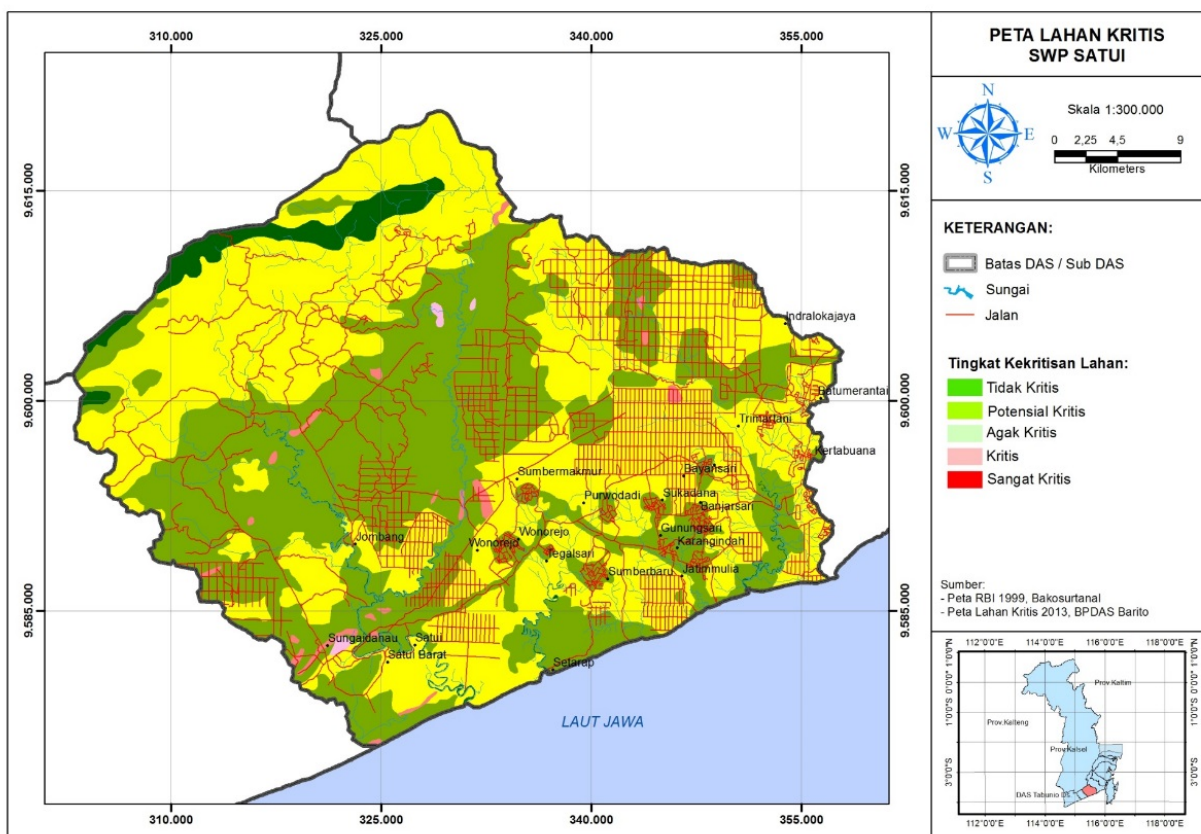
Gambar 3. Tutupan lahan eksisting di DAS Satu, Kalimantan Selatan



Gambar 4. Peta lahan kritis DAS Satu, Kalimantan Selatan



Gambar 5. Peta alternatif tutupan lahan, Kalimantan Selatan



Gambar 6. Peta lahan kritis setelah simulasi alternatif tutupan lahan di DAS Satu, Kalimantan Selatan

Tabel 5. Tingkat kekritisan lahan hasil pengayaanutupan

Tingkat kekritisan	Luas (ha)	%
Sangat kritis	1.277,13	0,84
Kritis	259,69	0,17
Agak kritis	66.840,04	43,90
Potensial kritis	80.585,08	52,93
Tidak kritis	4.559,70	2,99
Total	153,521.64	100.00

Pengurangan lahan terbuka, semak belukar dan pertambangan berkurang seluas 17.782,99 ha (12%). Lahan terbuka, semak belukar dan bekas pertambangan berpotensi meningkatkan tingkat kekritisan lahan. Hal ini sesuai Bukhari dan Febryano (2008) mengemukakan bahwa usaha-usaha pertanian tradisional yang dilakukan dengan mengkonversi lahan hutan menjadi lahan pertanian, sering menjadi penyebab terjadinya lahan kritis. Selain itu Taddese (2001) dan Baja (2012), degradasi lahan termasuk semakin luasnya bekas pertambangan dan lahan terbuka merupakan ancaman besar bagi masa depan dan membutuhkan usaha melalui pengayaan vegetasi hutan.

Yadi (2015) dan Kadir (2002), Pengayaan vegetasi hutan diprioritaskan jenis pionir katalitik karena jenis ini: (i) mempunyai kemampuan beradaptasi dengan iklim dan tanah bekas tambang; (ii) cepat tumbuh dan senang cahaya; (iii) menghasilkan bunga/buah yang disenangi burung dan hewan; (iv) mempunyai sistem tajuk yang menyebar; (v) menghasilkan banyak serasah dan mudah hancur; (vi) propogasi relatif mudah dan murah.

Tingkat kekritisan lahan hasil simulasi alternatifutupan lahan

Berdasarkan hasil simulasi pengayaanutupan vegetasi hutan yang disajikan pada Tabel 4, maka di peroleh tingkat kekritisan lahan Tabel 5 dan Gambar 6.

Pada Tabel 5 terlihat hasil simulasi alternatifutupan lahan menurunkan tingkat kekritisan lahan menjadi lahan kritis 1.536,82 ha (1,01%), pengayaanutupan vegetasi hutan yang merupakan komponen biotik dan penurunan tingkat kekritisan lahan merupakan komponen abiotik diharapkan dapat meningkatkan fungsi ekosistem DAS Satui. Sesuai Asdak (2010), bahwa ekosistem terdiri atas komponen biotik dan abiotik yang saling berinteraksi membentuk satu kesatuan yang teratur meningkatkan fungsi ekologis dan ekonomis.

Berdasarkan hasil kajian yang dilaksanakan di DAS Satui, makadapat di simpulkan sebagai berikut: (i) Lahan kriteria kritis (kritis dan sangat kritis) seluas 34.435,67 ha pada kondisi eksisting tutupanseluas 49.703,37 ha (32%); (ii) Lahan kriteria kritis (kritis dan sangat kritis) seluas 1.536,82 ha pada kondisi alternatif arahanutupan vegetasi hutan menjadi seluas 66.975,57 ha (44%), sedangkan lahan terbuka, semak belukar dan pertambangan berkurang seluas 17.782,99 ha (12%).

Peran penting semua stakeholder secara terpadu dan terkordinasi sesuai arahan untuk mewujudkan rendahnya

tingkat kekritisan lahan di DAS Satui Provinsi Kalimantan Selatan.

DAFTAR PUSAKA

- Arsyad, S.2010. Konservasi Tanah dan Air,Edisi Kedua Cetakan Kedua. IPB Press. Bogor.
- Asdak C. 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Cetakan Kelima (revisi). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Kalimantan Selatan dan Fakultas Kehutanan Unlam. 2010.Masterplan Banjir dan Pengelolaannya di Kalimantan Selatan, Banjarmasin.
- Baja S. 2012. Tata guna lahan dan pengembangan wilayah. Pendekatan spasial dan aplikasinya. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Balai Pengelolaan DAS Barito. 2009. Updating data spasial Lahan Kritis Wilayah Kerja Balai Pengelolaan DAS Barito. Banjarbaru.
- Balai Pemantapan Kawasan Hutan Wilayah V. 2012. Peta Penutupan Lahan Provinsi Kalimantan Selatan, Banjarbaru.
- Bukhari, Febryano IB. 2008. Desain agroforestry pada lahan kritis: Studi kasus di Kecamatan Indrapuri Kabupaten Aceh Besar. Jurnal Perennial 6 (1) : 53-59.
- Cojean R, Cai YJ. 2011. Analysis and modeling of slope stability in the Three-Gorges Dam reservoir (China) — The case of Huangtupo landslide J Mount Sci 8 (2): 166-175.
- Departemen Kehutanan RI.. 2004. Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Nomor : SK.167/V-SET/2004. tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis, Jakarta.
- Kementerian Kehutanan. 2009. Pedoman Monitoring dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai. PeraturanDirektur Jenderal RLPs. Nomor: P.04/V-SET/2009). Jakarta.
- Kadir S. 2002. Pengelolaan DAS terpadu di kawasan lindung Riam Kanan Provinsi Kalimantan Selatan. Jurnal Tropika 10 (1): 87-99.
- Kadir S, Rayes ML, Ruslan M, Kusuma Z. 2013. Infiltration to control flood vulnerability a case study of rubber plantation of Dayak Deah Community in Negara. Nat Appl Sci 4 (5): 1-13.
- Kadir S. 2014. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai untuk Pengendalian Banjir di Catchment Area Jaing sub das Negara Provinsi Kalimantan Selatan. [Disertasi]. Universitas Brawijaya. Malang
- Kometa SS, Ebot MAT. 2012. Watershed degradation in the Bamendjin Area of the North West Region of Cameroon and its implication for development. J Sustain Dev 5 (9): 75-84.
- Kusuma Z. 2007. Pengembangan Daerah Aliran Sungai. Program Pascasarjana. Universitas Brawijaya. Malang.
- Liu M, Hanqin T, Guangsheng C, Wei R, Chi Z, Jiyuan L. 2008. Effects of land-use and land-cover change on evapotranspiration and water yield in China during 1900-2000 (1). J Amer Water Resour Assoc 44 (5): 1193-1207.
- Nan D, William J, Lawrence J. 2005. Effects of river discharge, wind stress, and slope eddies on circulation and the satellite-observed structure of the Mississippi River Plume. J Coast Res 21 (6): 1228-1244.
- Ruslan M, Kadir S, Sirang K. 2013. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Barito. Cetakan 1. Universitas Lambung Mangkurat Press, Banjarmasin.
- Taddese G. 2001. Land degradation: A challenge to Ethiopia. Environ Manag 27 (6): 815-824.
- Yadi S. 2015. Rehabilitasi Lahan Bekas Tambang. Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Yu J, Lei T, Shainberg I, Mamedov AI, Levy GJ. 2003. Infiltratin and erosion in soils treated with dry pam and gypsum. Soil Sci Soc Amer J 67 (2): 630-636.
- Zhang H, Wang X. 2007. Land-use dynamics and flood risk in the hinterland of the Pearl River Delta: The case of Foshan City. Intl J Sustain Dev World Ecol 14 (5): 485-92.
- Zhao Y, Zhang K, Fu Y, Zhang H. 2012. Examining land-use/land-cover change in the Lake Dianchi Watershed of the Yunnan-Guizhou Plateau of Southwest China with remote sensing and GIS techniques: 1974-2008. Intl J Environ Res Public Health 9 (11): 3843-3865.