

ANALISIS PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DAERAH TANGKAPAN AIR DANAU KERINCI

(Land Use Change Analysis in The Kerinci Lake Catchment Area)

Putra Jupiardi^{1,2}, Yayat Hidayat², Latief M. Rachman²

¹Program Studi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Sekolah Pascasarjana, IPB University

²Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB University

Email: putrajupiardi10@gmail.com

Diterima: 27 Maret 2022 Direvisi: 29 Juni 2022 Disetujui: 13 Juli 2022

ABSTRACT

Lake Kerinci is one of the 15 national priority lakes. In general, residents in this area carry out agricultural or plantation activities without applying conservation principles, resulting in a decrease in the carrying capacity of the Catchment Area (DTA). In addition, DTA Lake Kerinci has also experienced an increase in population, thus encouraging land-use changes. This study aims to analyze land-use changes in DTA Lake Kerinci. Analysis of land-use change analysis uses Landsat imagery 5 TM for 2009 and Landsat imagery 8 OLI-TIRS for 2019 using the guided classification method (Maximum Likelihood Classification/MLC). The accuracy of the image interpretation results is carried out through the Kappa accuracy test. Interpretation of land-use imagery and classification have relatively high accuracy with a kappa value of 78.67% (good) on land use in 2009, 83.30% (almost perfect) on land use in 2019, with an average Kappa Accuracy (KA) of 79.63%. Land-use changes in Lake Kerinci DTA for the 2009-2019 period experienced a significant increase in the area of dry agricultural land by 13% or 13,151.05 ha and a decrease in primary forest area by 6.76% or 6,834.13 ha.

Keywords: *Lake Kerinci, Catchment Area, Land-use Change*

ABSTRAK

Danau Kerinci merupakan salah satu 15 danau prioritas nasional. Pada umumnya penduduk di wilayah tersebut melakukan kegiatan pertanian atau perkebunan tanpa menerapkan kaidah-kaidah konservasi sehingga terjadi penurunan daya dukung Daerah Tangkapan Air (DTA). Selain itu, DTA Danau Kerinci juga mengalami peningkatan jumlah penduduk, sehingga mendorong terjadinya perubahan penggunaan lahan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan penggunaan lahan di DTA Danau Kerinci. Analisis perubahan penggunaan lahan menggunakan citra landsat 5 TM untuk tahun 2009 dan citra landsat 8 OLI-TIRS untuk tahun 2019 dengan metode klasifikasi terbimbing (*Maximum Likelihood Classification/MLC*). Ketepatan terhadap hasil interpretasi citra dilakukan melalui uji akurasi

Kappa. Interpretasi citra dan klasifikasi penggunaan lahan memiliki akurasi yang cukup tinggi dengan nilai kappa sebesar 78,67% (baik) pada penggunaan lahan tahun 2009, 83,30% (hampir sempurna) pada penggunaan lahan tahun 2019, dengan rata-rata *Kappa Accuracy* (KA) sebesar 79,63%. Perubahan penggunaan lahan di DTA Danau Kerinci periode tahun 2009-2019 mengalami peningkatan luasan yang signifikan pada pertanian lahan kering sebesar 13% atau 13.151,05 ha, dan penurunan luas hutan primer sebesar 6,76% atau 6.834,13 ha.

Kata Kunci: Danau Kerinci, Daerah Tangkapan Air, Perubahan penggunaan lahan

I PENDAHULUAN

Penggunaan lahan dan kondisi fisik lingkungan merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi fungsi daerah aliran sungai (DAS), diantara komponen-komponen ini terdapat hubungan timbal balik sehingga perubahan yang terjadi pada salah satu komponen dapat merubah komponen lainnya (Susetyaningsih, 2012). Perubahan penggunaan lahan yang tidak memperhatikan aspek keberlanjutan akan berdampak pada terjadinya degradasi lahan, sehingga menurunkan daya dukung DAS (Hutagaol & Hardwinarto, 2011). Penurunan daya dukung DAS dan kondisi daerah tangkapan air (DTA) yang menyebabkan terjadinya erosi, pencemaran air dan pengendapan di muara sungai atau danau yang dapat merusak lingkungan dan merugikan masyarakat. Salah satu danau yang mengalami masalah tersebut adalah Danau Kerinci. Danau Kerinci merupakan salah satu dari 15 danau prioritas nasional (Peraturan Presiden Republik Indonesia, 2019).

Daerah Kerinci mempunyai topografi lahan yang berbukit dan penggunaan lahan salah satunya lahan pertanian yang umumnya masih menerapkan teknik konvensional tanpa menerapkan kaidah-kaidah konservasi sehingga tanah sangat mudah tererosi dan masuk ke aliran sungai

yang kemudian mengendap di Danau Kerinci. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) (2014) Sistem pengolahan lahan di Kerinci umumnya masih konvensional dan dibatasi oleh kepemilikan lahan yang kecil, sehingga petani sulit mengadopsi teknologi konservasi. Dampak pertanian konvensional yaitu pencemaran air tanah dan air permukaan, penurunan daya produktivitas lahan karena erosi, pemadatan lahan, dan berkurangnya bahan organik (Winangun, 2005). Penggunaan lahan berkaitan erat dengan aktifitas manusia yang mencakup pemanfaatan dan pengelolaan yang menimbulkan dampak terhadap pemanfaatan lahan (Dwiyaniti & Dewi, 2013). Menurut KLH (2014) telah banyak hasil studi yang menjelaskan bahwa banjir besar yang selalu terjadi setiap tahun di DTA Danau Kerinci telah mengangkut sedimen dalam jumlah besar yang selalu berakhir di Danau Kerinci.

Kondisi DTA Danau Kerinci semakin menurun memerlukan perencanaan dan pemantauan pengembangan kawasan agar dapat dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan penggunaan lahan di DTA Danau Kerinci guna mendukung perencanaan pengembangan kawasan Danau Kerinci yang tepat dan akurat.

II METODE

A. Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilaksanakan di DTA Danau Kerinci yang dimulai pada Bulan Mei 2021 sampai dengan November 2021. Secara geografis DTA Danau Kerinci berada antara $2^{\circ}7'28''$ - $2^{\circ}8'14''$ LS dan $101^{\circ}26'50''$ - $101^{\circ}31'34''$ BT. Secara administratif Danau Kerinci berada di Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi, terletak pada ketinggian 800 mdpl. Wilayah penelitian disajikan pada Gambar 1.

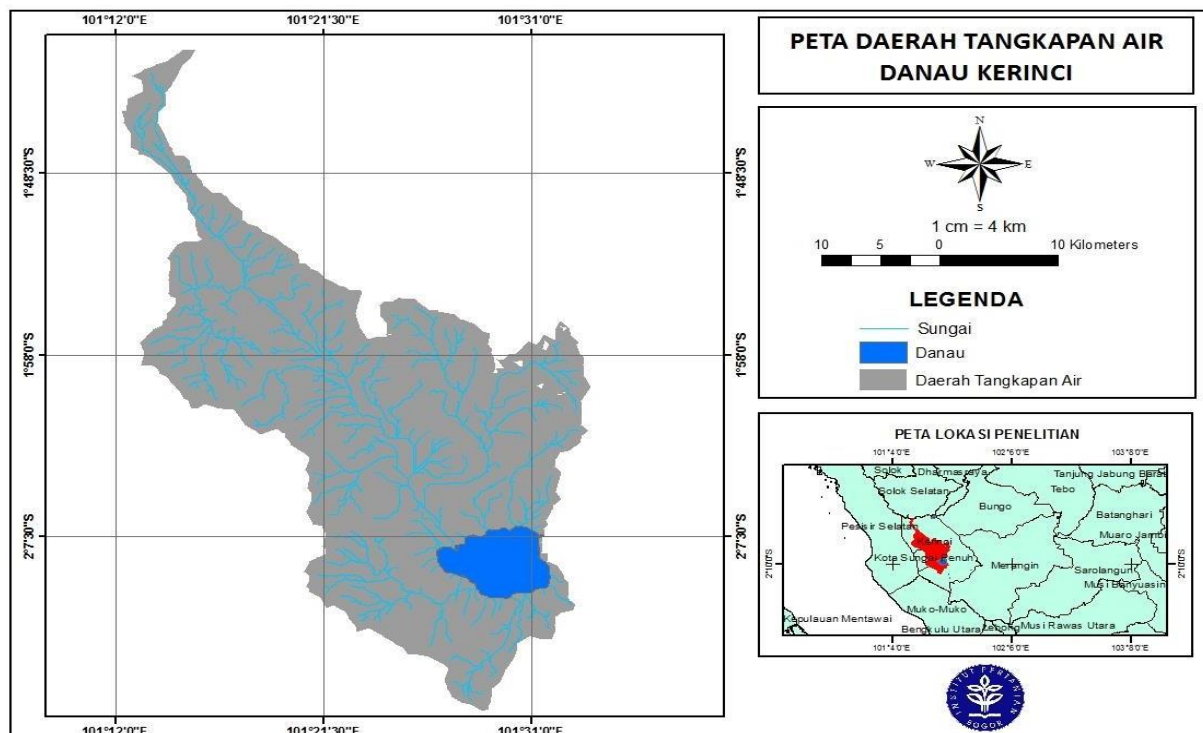
B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber (Tabel 1). Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah laptop yang sudah terinstal aplikasi *ArcGIS 10.3*, *Microsoft Office*, *google earth*, *QGIS*, dan *hard disk*

C. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan citra Landsat 5 TM resolusi 30 m untuk Tahun 2009 dan citra Landsat 8 OLI/ TIRS resolusi 30 m untuk Tahun 2019. Tahapan analisis penggunaan lahan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

Pengolahan citra bertujuan untuk mempertajam data geografis dalam bentuk digital menjadi suatu tampilan yang dapat memberikan informasi kuantitatif suatu objek. Sebelum melakukan proses klasifikasi penggunaan lahan langkah pertama yang dilakukan adalah mengkoreksi citra, yang bertujuan agar citra yang digunakan memiliki koordinat yang sama dengan koordinat yang digunakan. Koreksi citra dilakukan di aplikasi *QGIS* dengan memilih *plugin Semi-Automatic Classification*.

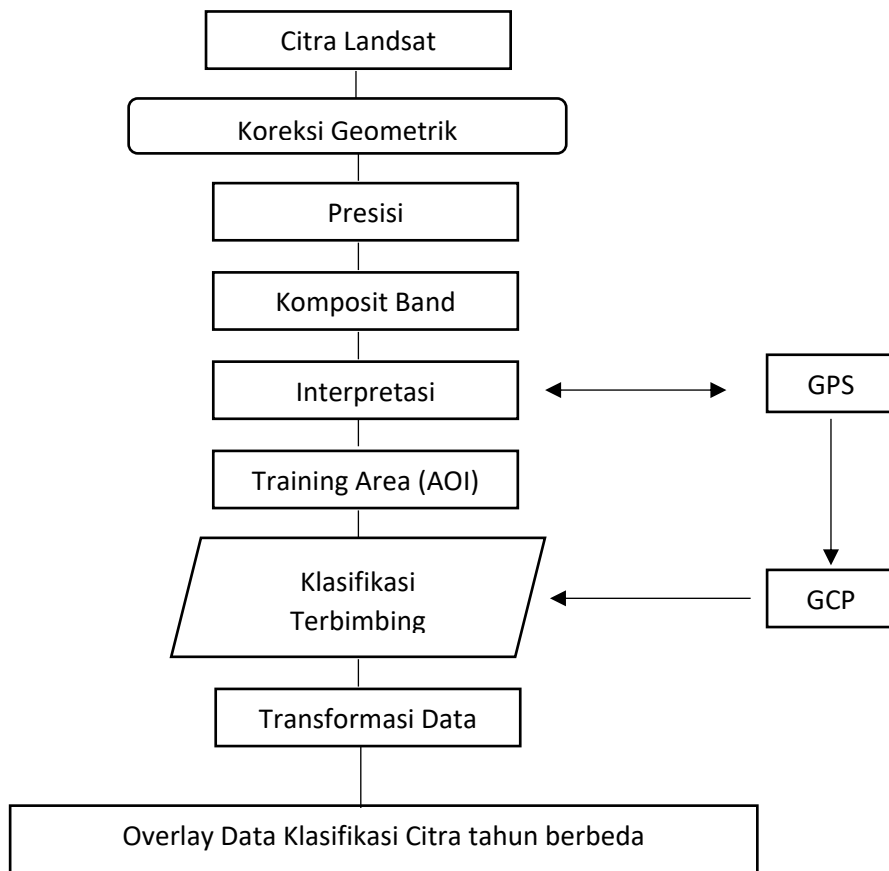


Gambar (Figure) 1. Peta lokasi penelitian (Study area map)

Sumber (Source): Analisis data (Data analysis), 2022

Tabel (Table) 1. Matriks jenis data, sumber data, dan keterangan (Matrix of data type, data source, and its description)

Jenis data (Data type)	Sumber data (Data source)	Keterangan (Note)
Digital Elevation Model Peta Topografi	Badan Informasi Geospasial (BIG) DEMNAS http://tanahair.indonesia.go.id/	Deliniasi DAS
Peta Jaringan Sungai	BPDASHL Batanghari	
Citra landsat tahun 2009 dan 2019	United States Geological Services (USGS) https://earthexplorer.usgs.gov/	Mengklasifikasi penggunaan lahan dan tren perubahan penggunaan lahan pada tahun 2009 dan 2019 metode klasifikasi terbimbing



Gambar (Figure) 2. Tahapan Analisis Penggunaan Lahan (steps of land use analysis)

Selanjutnya memotong citra sesuai daerah penelitian dan mengkomposit band. Komposit band digunakan untuk memudahkan dalam memperoleh informasi mengenai variasi objek, seperti warna, bentuk, ukuran, pola, tekstur,

bayangan, letak dan asosiasi kenampakan objek. Langkah selanjutnya adalah proses klasifikasi penggunaan lahan. Menurut Karan *et al.* (2018) klasifikasi penggunaan lahan adalah klasifikasi yang memberikan informasi tentang tutupan lahan dan

aktivitas manusia yang terlibat dalam penggunaan lahan. Metode klasifikasi penggunaan lahan terdiri dari klasifikasi terbimbing dan tidak terbimbing (Rajalakshmi *et al.* 2013).

Dalam penelitian ini proses klasifikasi penggunaan lahan menggunakan metode klasifikasi terbimbing. Klasifikasi terbimbing merupakan klasifikasi yang mempunyai sejumlah pixel dan mewakili dari masing-masing kelas atau kategori yang diinginkan (Jaya, 2014). Metode klasifikasi terbimbing yang digunakan adalah metode *Maximum Likelihood Classification* (MLC). Metode MLC dapat membandingkan dan memperhitungkan nilai rata-rata dari keragaman antar kelas dan band yang ada.

Training area pada masing-masing jenis penggunaan lahan ditetapkan berdasarkan SNI-7465-1 Tahun 2014 tentang Klasifikasi Penutupan Lahan. Interpretasi dimulai dengan mendigitasi objek citra pada objek penggunaan lahan dalam bentuk *shape file* sehingga menghasilkan *polygon area* penggunaan lahan aktual. Keterpatan terhadap hasil interpretasi citra diuji melalui aplikasi *Google Earth* untuk Tahun 2009, sedangkan untuk Tahun 2019 melalui survei lapang (*Groundcheck*) pada Sebagian titik. Uji akurasi perubahan

penggunaan lahan dalam penelitian ini menggunakan penyebaran titik random pada *Google Earth* dengan bantuan *Confusion Matrix*. Penentuan jumlah titik pengamatan lapangan dilakukan berdasarkan rumus *Slovin* dengan batas toleransi 10% sehingga didapatkan 77 titik pengamatan (*random points*). Teknik sampling yang digunakan dalam pengecekan lapangan adalah *Purposive Random Sampling*. Penilaian akurasi dihitung berdasarkan akurasi keseluruhan dan koefisien kappa, kriteria penilaian koefisien kappa berdasarkan kriteria dari Viera dan Garent (2005) terlihat pada Tabel 2. Selanjutnya analisis perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan cara tumpang susun (*overlay*) kelas penggunaan lahan Tahun 2009 dan 2019 menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografi (SIG).

Tabulasi silang dilakukan pada penggunaan lahan Tahun 2009 dan 2019 melalui penyesuaian kelas-kelasnya. Pengolahan ini dilakukan melalui *pivot table* pada *microsoft excel*. Analisis perubahan penggunaan lahan yang didapatkan dengan cara membandingkan luas masing-masing penggunaan lahan, atribut kelas dan luas masing-masing penggunaan lahan ini selanjutnya disandingkan pada matriks transisi.

Tabel (Table) 2. Kriteria penilaian koefisien kappa (*Kappa coefficient assessment criteria*)

Nilai Kappa %	Agreement
<0	Buruk
0.01 – 0.20	Sedikit
0.21 – 0.40	Cukup
0.41 – 0.60	Sedang
0.61 – 0.80	Baik
0.80 – 0.99	Hampir Sempurna

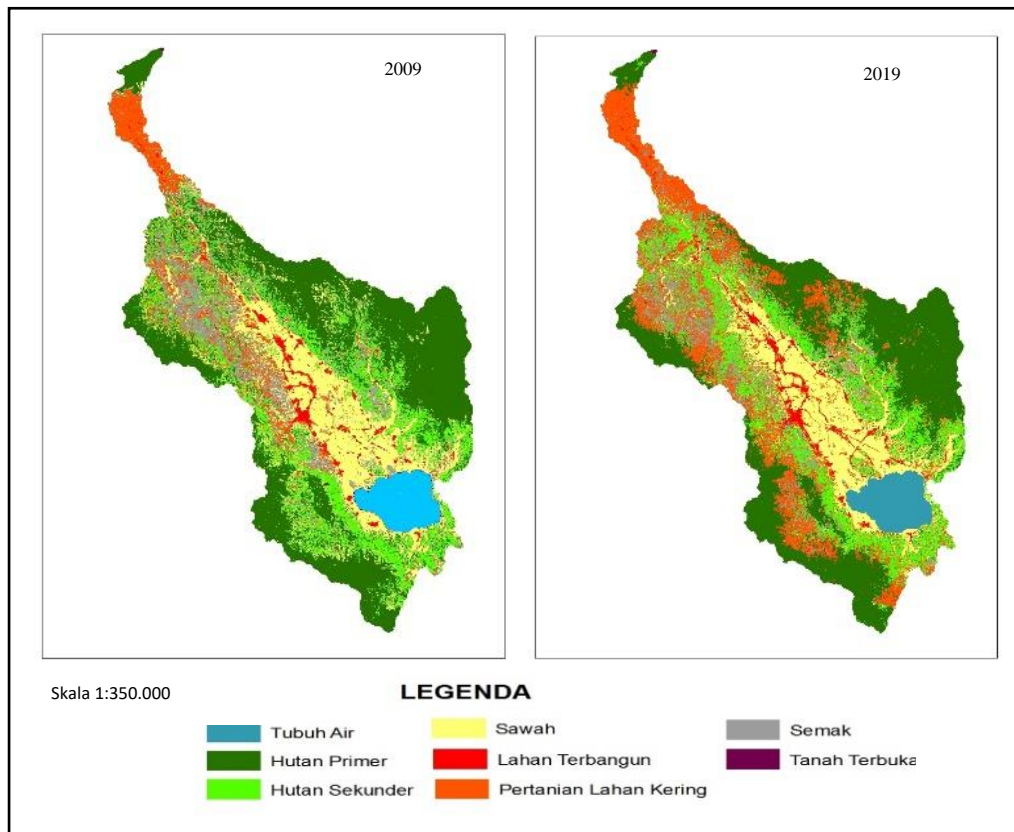
Sumber (Source): Viera dan Garret (2005)

III HASIL DAN PEMBAHASAN

Interpretasi citra dilakukan dengan melihat karakteristik dasar kenampakan masing-masing penggunaan lahan pada citra yang dibantu dengan unsur-unsur interpretasi. Hasil analisis citra periode Tahun 2009 dan 2019 menunjukkan bahwa penggunaan lahan pada DTA Danau Kerinci berupa tubuh air, hutan primer, hutan sekunder, pertanian lahan kering, sawah, lahan terbangun, semak, dan tanah terbuka. Penggunaan lahan selama periode 10 Tahun (2009-2019) (Gambar 3) mengalami perubahan.

Penilaian akurasi digunakan untuk mengetahui kedekatan hasil klasifikasi penggunaan lahan dengan kondisi aktual

(Paul, 2013). Klasifikasi citra penggunaan lahan Tahun 2009 menghasilkan nilai *overall accuracy* sebesar 78,67% dan nilai *kappa accuracy* sebesar 75,96% (baik) dan Tahun 2019 menghasilkan nilai *overall accuracy* sebesar 85,33% dan nilai *kappa accuracy* sebesar 83,30% (hampir sempurna) (Tabel 3). Hasil uji akurasi tergolong bagus sehingga dapat menggambarkan kondisi sebenarnya dengan nilai rata-rata *Kappa Accuracy* (KA) sebesar 79,63%. Berdasarkan hasil uji akurasi tersebut menunjukkan bahwa peta penggunaan lahan yang dihasilkan memiliki tingkat akurasi yang baik dengan predikat Baik (*substantial* atau *great*).



Gambar (Figure) 3. Peta penggunaan lahan DTA Danau Kerinci tahun 2009 dan 2019 (*Land use map of Kerinci Lake catchment area in 2009 and 2019*)

Sumber (Source): Analisis data (Data analysis), 2022

Tabel (Table) 3. Uji akurasi perubahan penggunaan lahan (*The accuracy test of land use changes*)

Tahun (Year)	Akurasi keseluruhan (Overall accuracy) (%)	Koefisien kappa (Kappa coefficient) (%)	Keterangan (Note)
2009	78,67	75,96	Baik
2019	85,33	83,30	Hampir Sempurna

Sumber (Source): Analisis data (Data analysis), 2022

Perubahan penggunaan lahan di DTA Danau Kerinci dijelaskan secara rinci pada Tabel 4. Perubahan penggunaan lahan dianalisis menggunakan matriks tabulasi silang (*cross tabulation*) (Tabel 5). Matriks tersebut menunjukkan laju perubahan penggunaan lahan dari penggunaan lahan

yang satu menuju ke penggunaan lahan yang lain. Bagian kolom menunjukkan penambahan luas (laju perubahan penggunaan lahannya), sedangkan pada bagian baris menunjukkan transisi perubahan penggunaan lahan yang terjadi.

Tabel (Table) 4. Perubahan luas penggunaan lahan (*Changes in land use area*)

Penggunaan Lahan (Land use)	2009		2019		Perubahan 2009-2019 (Changes of 2009-2019)	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Tubuh Air	4.333,40	4,28	4.410,20	4,36	76,80	0,08
Hutan Primer	38.487,13	38,05	31.653,00	31,29	-6.834,13	-6,76
Hutan Sekunder	16.340,70	16,16	16.936,60	16,74	595,90	0,59
Pertanian Lahan Kering	8.495,45	8,40	21.641,35	21,40	13.151,05	13,00
Sawah	20.546,02	20,31	15.749,50	15,57	-4.796,52	-4,74
Lahan Terbangun	1.937,14	1,92	2.052,70	2,03	115,56	0,11
Semak	10.779,94	10,66	8.520,80	8,42	-2.259,14	-2,23
Tanah Terbuka	223,66	0,22	179,30	0,18	-44,36	-0,04
Grand Total	101143,45	100	101143,45	100		100

Sumber (Source): Analisis data (Data analysis), 2022

Tabel (Table) 5. Matriks perubahan penggunaan lahan (*Land use change matrix*)

Penggunaan lahan (Land use)	Perubahan penggunaan lahan 2009 – 2019 (Land use change 2009-2019)								Total keseluruhan (Grand total)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Hutan Primer (1)	28.403	3.785	33	4.195	664	1.311	20	11	38.422
Hutan Sekunder (2)	1.880	6.688	24	4.462	1.169	2.091	12		16.326
Lahan Terbangun (3)	18	24	1.218	453	180	31	11		1.935
Pertanian Lahan Kering (4)	47	1.424	339	4.783	906	967	13		8.479
Sawah (5)	972	2.513	375	4.136	11.436	986	75	43	20.536
Semak (6)	257	2.490	51	3.550	1.284	3.114	25		10.771
Tanah Terbuka (7)	12	6	12	27	71	17	21	58	224
Tubuh Air (8)			1		35		1	4.296	4.333
Total keseluruhan (Grand total)	31.589	16.930	2.053	21.606	15.745	8.517	178	4.408	101.026

Sumber (Source): Analisis data (Data analysis), 2022

Hasil analisis menunjukkan bahwa terjadi penurunan luasan terbesar yaitu pada kawasan hutan primer sebesar 6,76% atau 6.834,13 ha. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Gashaw *et al.* (2014) dimana terus terjadi penurunan luasan pada kawasan hutan. Penurunan luasan penggunaan lahan di DTA Danau Kerinci juga terjadi pada sawah, semak dan tanah terbuka, masing-masing sebesar 4,74% atau 4.796,52 ha, 2,23% atau 2.259 ha dan 0,04% atau 44,36 ha. Pengurangan luasan hutan primer dan sawah terjadi karena penduduk sekitar membuka kawasan hutan menjadi lahan pertanian kering, sedangkan kawasan sawah dialih fungsikan menjadi lahan terbangun. Menurut Marshall *et al.* (2011) adanya peningkatan kebutuhan manusia akan berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan lahan yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhannya. Pengurangan luas kawasan hutan primer disebabkan oleh banyaknya perambahan hutan pada daerah dengan kemiringan lereng landai sampai agak curam (Mahyuddin *et al.*, 2013).

Selama Tahun 2009-2019 terjadi penambahan luas pertanian lahan kering, hutan sekunder, lahan terbangun, dan tubuh air masing-masing sebesar 13,00% atau 13.151,02 ha, 0,59% atau 595,90 ha, 0,11% atau 115,56 ha, dan 0,08% atau 76,80 ha. Hal ini dikarenakan penduduk di wilayah DTA Danau Kerinci ketergantungan terhadap lahan yang cukup tinggi. Menurut KLH (2014) hampir seluruh penduduk ($\pm 93\%$) di wilayah tersebut melakukan kegiatan pertanian atau perkebunan, antara lain untuk tanaman padi, kulit manis, jagung dan kopi.

Banyak studi kasus tentang faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan. Menurut Sitorus & Aprilian (2018) perubahan penggunaan lahan dipengaruhi oleh jarak ke pusat kota, pertumbuhan penduduk, pertumbuhan fasilitas ekonomi, pertumbuhan fasilitas sosial dan penetapan rencana tata ruang kawasan. Hasil penelitian Rusdi (2013) faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan yaitu faktor aksesibilitas dan harga lahan, sedangkan harga lahan dipengaruhi oleh jarak terhadap jalan, elevasi, zonasi, topografi, waktu tempuh ke pusat kota, jarak terhadap pusat kegiatan, luas lahan, dan jenis penggunaan lahan. Menurut Ahmed *et al.* (2016) peningkatan kebutuhan lahan pertanian disebabkan oleh bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya kebutuhan pangan dari tahun ke tahun yang semakin meningkat. *Tren* peningkatan lahan terbangun merupakan konsekuensi dari penambahan jumlah penduduk dan meningkatnya sektor ekonomi *tourism* (Nugroho *et al.* 2018). Untuk mengatasi permasalahan lingkungan diperlukannya perencanaan area pemukiman (Riad *et al.* 2020).

Selama Tahun 2009-2019 hutan primer terus mengalami konversi tanpa disertai usaha memperbaikinya, sehingga luas hutan primer semakin berkurang. Alih fungsi lahan hutan menjadi lahan pertanian dapat mengakibatkan degradasi sifat-sifat fisik tanah dan mempengaruhi kondisi hidrologi DAS. Menurut KLH (2014), kegiatan pertanian di DTA Danau Kerinci yang semakin meluas hingga merambah ke lahan dengan kemiringan $>40\%$ dapat mengakibatkan kerusakan jenis tanah dan menjadi salah satu sumber utama

permasalahan erosi. BWS (Badan Wilayah Sungai) Sumatera VI tahun 2008 menyatakan bahwa laju sedimentasi yang terjadi di DTA Danau Kerinci adalah sebesar 2,23 juta m³/tahun, jumlah sedimentasi tersebut setara dengan laju pengendapan di danau 5 cm/tahun.

IV KESIMPULAN

Analisis citra mempunyai nilai akurasi keseluruhan sebesar 78,67 % pada Tahun 2009 dan koefisien kappa sebesar 0,75, sedangkan pada Tahun 2019 nilai akurasi keseluruhan sebesar 85,33% dan koefisien kappa sebesar 0,83. Hasil uji akurasi tergolong bagus sehingga dapat menggambarkan kondisi sebenarnya dengan nilai rata-rata *Kappa Accuracy* (KA) sebesar 0,79%. Hasil uji akurasi tersebut menunjukkan bahwa peta penggunaan lahan yang dihasilkan memiliki tingkat akurasi yang baik dengan predikat Baik (*substantial* atau *great*). Tahun 2009 sampai Tahun 2019 pertanian lahan kering mengalami pertambahan luas paling tinggi yaitu sebesar 13% atau 13.151,05 ha. Penggunaan lahan yang mengalami penurunan luasan cukup besar adalah hutan primer sebesar 6,76% atau 6.834,13 ha. Sehingga perlu adanya peraturan yang tegas, pengawasan dari pemerintah serta kesadaran masyarakat untuk saling menjaga kawasan-kawasan di DTA Danau Kerinci terutama hutan dan sawah yang mengalami penurunan luas, serta pertambahan luas pertanian lahan kering, jika hal ini dibiarkan terus menerus tanpa menerapkan kaidah konservasi tanah dan air menyebabkan peningkatan bencana banjir dan erosi yang merugikan masyarakat kedepannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kepala Badan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung (BPDASHL) Batanghari, serta jajarannya yang telah membantu dalam penyediaan data yang dibutuhkan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pembimbing atas segala kebaikan, kesabaran, masukan serta sarannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, K. F., Wang, G., You, L., Yu, M. (2016). Potential Impact of Climate and Socioeconomics Changes on Future Agricultural Land Use in West Africa. *Earth Syst. Dynam. J.* 7: 151-165. Doi: 10.1594/esd-7-151-2016.
- BWS Sumatera VI, Kementerian Pekerjaan Umum. (2008). Survey, Inventarisasi, Identifikasi dan Reconnaissance Danau-danau di Wilayah Sungai Batanghari.
- Dwiyanti, I., & Dewi, D. I. K. (2013). Kajian Perkembangan Guna Lahan Terkait dengan Perdagangan dan Industri Batik di Desa Trusmi Kulon, Plered, Kabupaten Cirebon. *Jurnal Ruang*, 1(2), 221-230.
- Gashaw, T., Bantider, A., & Mahari, A. (2014). Evaluations of land use/land cover changes and land degradation in Dera District, Ethiopia: GIS and remote sensing based analysis. *International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences*, 2(6), 199.
- Hutagaol, R. R., & Hardwinarto, S. (2011). Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Limpasan Pada Sub DAS Sepauk Kabupaten Sintang Kalimantan Barat. *Jurnal Kehutanan Tropika Humida*, 4(1), 111.

- Jaya, I. N. S. (2014). Analisis Citra Digital: Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam. Bogor: IPB Press.
- Karan., Kishore, S., Samadder., & Ranjan, S. (2018). Comparison of different land-use classification techniques for accurate monitoring coal-mining areas. *Environmental Earth Sciences* 77 713.
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2014). Gerakan Penyelamatan Danau (GERMADAN) Kerinci.
- Mahyuddin, M., Sugianto, S., & Alvisyahrin, T. (2013). Analisis tutupan lahan Kawasan hutan pada daerah aliran sungai Kreung Aceh pra dan pasca tsunami. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*, 2(3), 296-303.
- Marshall, E., Caswell, M., Malcolm, S., Motamed, M., Hrubovcak, J., Jones, C., Nickerson, S. (2011). *Measuring the Indirect Land-Use Change Associated with Increased Biofuel Feedstock Production: A Review of Modelling Efforts*. United States Department of Agriculture (USDA).
- Nugroho, S. P., Tarigan, S. D dan Hidayat, Y. (2018). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan dan Debit Aliran di Sub DAS Citatih. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(2), 258-263.
- Susetyaningsih, A. (2012). Pengaturan Penggunaan Lahan di Daerah Hulusas Cimanuk Sebagai Upaya Optimalisasi Pemanfaatan Sumberdaya Air. *Jurnal Konstruksi*, 10(01), 1-8.
- Paul, S. (2013). *Analysis of land use and land cover change in Kiskatinaw river watershed: A remote sensing, GIS & modeling approach*. (Tesis), University of Northern British Columbia, Columbia.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia. (2019). Tentang Penyelamatan Danau Prioritas Nasional.
- Rajalakshmi, K., Murugan, D., Manish, T. I., Kumar, T. G., & Divya, C. S. (2013). Supervised methods for land use classification. *Internasional Journal of Research in Information Technology*, 1(7), 64-73.
- Riad, P., Graefe, S., Hussein, H., & Buerkert, A. (2020). Land scape transformation processes in two large and two small cities in Egypt and Jordan over the last five decades using remote sensing data. *Landscape Urban Planning*, 197, 103766.
- Rusdi, M. (2013). Faktor-faktor yang mempengaruhi harga dan penggunaan lahan di sekitar jalan Lingkar Salatiga. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*, 9(3), 317-329.
- Sitorus, S. R. P & Aprilian, G. S. (2018). Perubahan penggunaan lahan dan faktor-faktor penentu keinginan petani untuk mempertahankan lahan sawahnya di Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat, Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Asosiasi Sekolah Perencanaan Indonesia (ASPI), tanggal 28 Agustus 2018 di Bogor*. P4W LPPM IPB.
- Winangun, Y. W. (2005). Membangun Karakter Petani Organik dalam Era Globalisasi. Kanisius Media, Yogyakarta (ID).