



PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI SEKAMPUNG HULU, LAMPUNG MENGGUNAKAN DATA PENGINDRAAN JAUH

(Land Cover Change in the Upper Sekampung River Basin, Lampung Using Remote Sensing Data)

**Asha Ridhayana^{1*}, Arief Darmawan^{1,2}, Trio Santoso^{1,2}, Slamet Budi Yuwono^{1,2}
& Indra Gumay Febryano^{1,2}**

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 35145

²Magister Kehutanan, Pascasarjana, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 35145

*Email: ridhayanaasha74@gmail.com

ABSTRACT

Land cover in the upstream watershed area is changing rapidly due to anthropogenic activity. This study aims to determine the dynamics of land cover change in the Sekampung Hulu watershed. The survey used Landsat satellite imagery data for 2008, 2015, and 2021 obtained from the United States Geological Survey and analyzed it using guided classification with the Object Oriented Classification algorithm using Ecognition and ArcGIS 10.3 software. The study's results obtained a kappa accuracy test of 95.85%, which showed a trend of land cover change for the 2008-2015 and 2015-2021 periods. Land cover change trends are classified into seven classes. In the 2008-2015 period, cloud cover decreased by 158.01 ha, water bodies rose by 1,630.03 ha, forests decreased by 2,298.83 ha, mixed gardens increased by 497.92 ha, coffee stands increased by 692.49 ha, open land decreased by 1,112.39 ha and shrubs increased by 760.79 ha. The 2015-2021 period, namely clouds rose by 649.65 ha, water bodies rose by 137.48, forests fell by 1,788.49 ha, mixed gardens fell by 648.95 ha, coffee stands rose by 593.41 ha, open land increased by 694.68 ha and shrubs increased by 1,766.18 ha. Forest cover, coffee stands, and shrubs are the highest fluctuating cover compared to another cover, and mixed forest and plantation cover is the dominating cover in the upstream Sekampung watershed.

KEYWORDS : *land cover change, landsat image, Object Oriented Classification (OOC), watershed*

INTISARI

Tutupan lahan pada kawasan DAS sekampung hulu berubah dengan cepat akibat aktivitas antropogenik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dinamika perubahan tutupan lahan di DAS Sekampung Hulu. Penelitian menggunakan data Citra satelit landsat periode 2008, 2015 dan 2021 yang diperoleh dari *United States Geological Survey*, dan menganalisisnya menggunakan klasifikasi terbimbing dengan algoritma *Object Oriented Classification* dengan menggunakan *software Ecognition* dan *ArcGIS 10.3*. Hasil penelitian memperoleh uji akurasi *kappa* sebesar 95,85% yang menunjukkan tren perubahan tutupan lahan periode 2008-2015 dan 2015-2021. Tren perubahan tutupan lahan diklasifikasikan menjadi 7 kelas. Periode 2008-2015 yaitu tutupan awan turun sebesar 158,01 ha, badan air naik sebesar 1.630,03 ha, hutan menurun sebesar 2.298,83 ha, kebun campuran naik sebesar 497,92 ha, tegakan kopi naik sebesar 692,49 ha, lahan terbuka menurun sebesar 1.112,39 ha dan semak belukar naik sebesar 760,79 ha. Periode 2015-2021 yaitu awan naik sebesar 649,65 ha, badan air naik 137,48, hutan turun sebesar 1.788,49 ha, kebun campuran turun sebesar 648,95 ha, tegakan kopi naik sebesar 593,41 ha, lahan terbuka naik 694,68 ha dan semak belukar naik sebesar 1.766,18 ha. Tutupan hutan, tegakan kopi dan semak belukar merupakan tutupan yang mengalami fluktuasi tertinggi dibandingkan dengan tutupan lainnya serta tutupan hutan dan kebun campuran menjadi tutupan yang mendominasi di DAS Sekampung hulu.

KEYWORDS : *perubahan tutupan lahan, DAS, Object Oriented Classification (OOC), citra landsat*

PENDAHULUAN

Daerah aliran sungai (DAS) Sekampung Hulu adalah bagian paling atas atau hulu pada DAS Sekampung yang juga sebagai daerah tangkapan air untuk Bendungan Batutegei dan merupakan bagian terpenting DAS Sekampung karena memiliki fungsi penjagaan dan perlindungan untuk seluruh bagian DAS (Asdak, 2010; Ridwan *et al.*, 2013). Secara administrasi, DAS Sekampung hulu memiliki luas $\pm 424 \text{ km}^2$ (Banuwa *et al.*, 2008; Heryani dan Sutrisno, 2012; Ridwan *et al.*, 2013). Supriyadi *et al.*, (2018) menyatakan bahwa DAS Sekampung Hulu telah mengalami degradasi yang disebabkan menurunnya luasan hutan sehingga mempengaruhi sistem hidrologi dan sumber daya air dan perubahan tutupan lahan dari yang bervegetasi menjadi lahan terbuka mengakibatkan perubahan kualitas lingkungan (Duka *et al.*, 2020)

Perubahan tutupan lahan terjadi karena beberapa penyebab antara lain aktivitas manusia, aksesibilitas, mata pencaharian, pertumbuhan penduduk, fasilitas pendukung kehidupan dan kebijakan pemerintah (Wijaya, 2004). Aktivitas manusia di dalam kawasan hutan yakni perambahan, perladangan, dan *illegal logging* (Handoko dan Darmawan, 2014). Tutupan suatu lahan juga akan berubah seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk di dalam kawasan hutan yang berakibat peningkatan akan penggunaan lahan dan terjadi alih fungsi lahan (Sugiarto, 2018).

Identifikasi perubahan tutupan lahan yang telah terjadi dan akan terjadi dapat diketahui dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Menurut Ardiansyah (2015) tujuan utama penginderaan jauh untuk memperoleh data dan informasi sumberdaya alam serta lingkungan. Hal yang sama juga diungkap Gong *et al.* (2013), kemampuan menyediakan informasi tentang keragaman spasial di permukaan bumi secara luas, cepat dan mudah menjadikan penginderaan jauh sebagai sarana penting dalam pemantauan atau monitoring tutupan suatu wilayah. Keunggulan tersebut memudahkan kita untuk menganalisis perubahan tutupan lahan secara *time series* dengan cakupan wilayah yang luas. Kegiatan monitoring jarak jauh secara keberlanjutan menggunakan citra penginderaan jauh dengan kurun waktu tertentu dapat membantu memberikan informasi dalam menentukan pengelolaan ke arah yang lebih baik (Sinaga dan Darmawan, 2014).

Pemantauan terbaru terhadap tutupan lahan di daerah tangkapan air Bendungan Batutegei, khususnya DAS Sekampung Hulu perlu dilakukan guna menghasilkan informasi perubahan tutupan lahan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan kebijakan pemangku kepentingan terkait. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perubahan tutupan lahan di DAS Sekampung Hulu pada periode tahun 2008-2021.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober hingga Desember 2021 di DAS Sekampung Hulu, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Citra Satelit Landsat 5 tahun 2008, citra satelit Landsat 8 tahun 2015 dan tahun 2021 yang mencakup kawasan hutan dalam DAS Sekampung Hulu. Alat yang digunakan adalah *Geographic Positioning System* (GPS), laptop dilengkapi aplikasi program *software ArcGis 10.3*, *Microsoft Office (MS Word, MS Excel)*, *eCognition Developer* dan kamera. Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra satelit DAS Sekampung Hulu periode tahun 2008-2021. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Penelitian ini terdiri dari persiapan, pengolahan dan tahap analisis (Rizaldi *et al.*, 2021). Tahap pertama, yakni persiapan pengumpulan data spasial dan data atribut pada laman resmi *United Geological Survey* (USGS) <http://earthexplorer.usgs.gov> serta studi pustaka. Data spasial merupakan data yang bersifat keruangan dan data atribut merupakan data yang berbentuk tulisan ataupun angka-angka, data tersebut diantaranya data kependudukan, data perubahan lahan yang pernah terjadi dan data penunjang (Sinaga dan Darmawan, 2014). Tahap kedua, yakni pengolahan data penelitian menggunakan bahasa pemrograman yang tersedia di *eCognition Developer*. Mulai dari *input* data Citra Landsat 5 dan Landsat 8, dan batas DAS Sekampung Hulu diolah menggunakan metode klasifikasi terbimbing dengan algoritma *Object Oriented Classification* (OOC). Tahap ketiga yakni analisis data berdasarkan hasil pengolahan data di *eCognition Developer* menggunakan aplikasi *ArcGis 10.3* untuk mendapatkan hasil perubahan tutupan lahan.

Data hasil klasifikasi diuji akurasi menggunakan matriks kesalahan (*confusion matrix*) dengan membandingkan hasil klasifikasi *sample training area* dengan sampel pengujian hasil pengamatan di lapangan. Proses selanjutnya dilakukan perhitungan *producer accuracy*, *user accuracy* dan *overall accuracy* serta *Kappa accuracy* (Rosister, 2014).

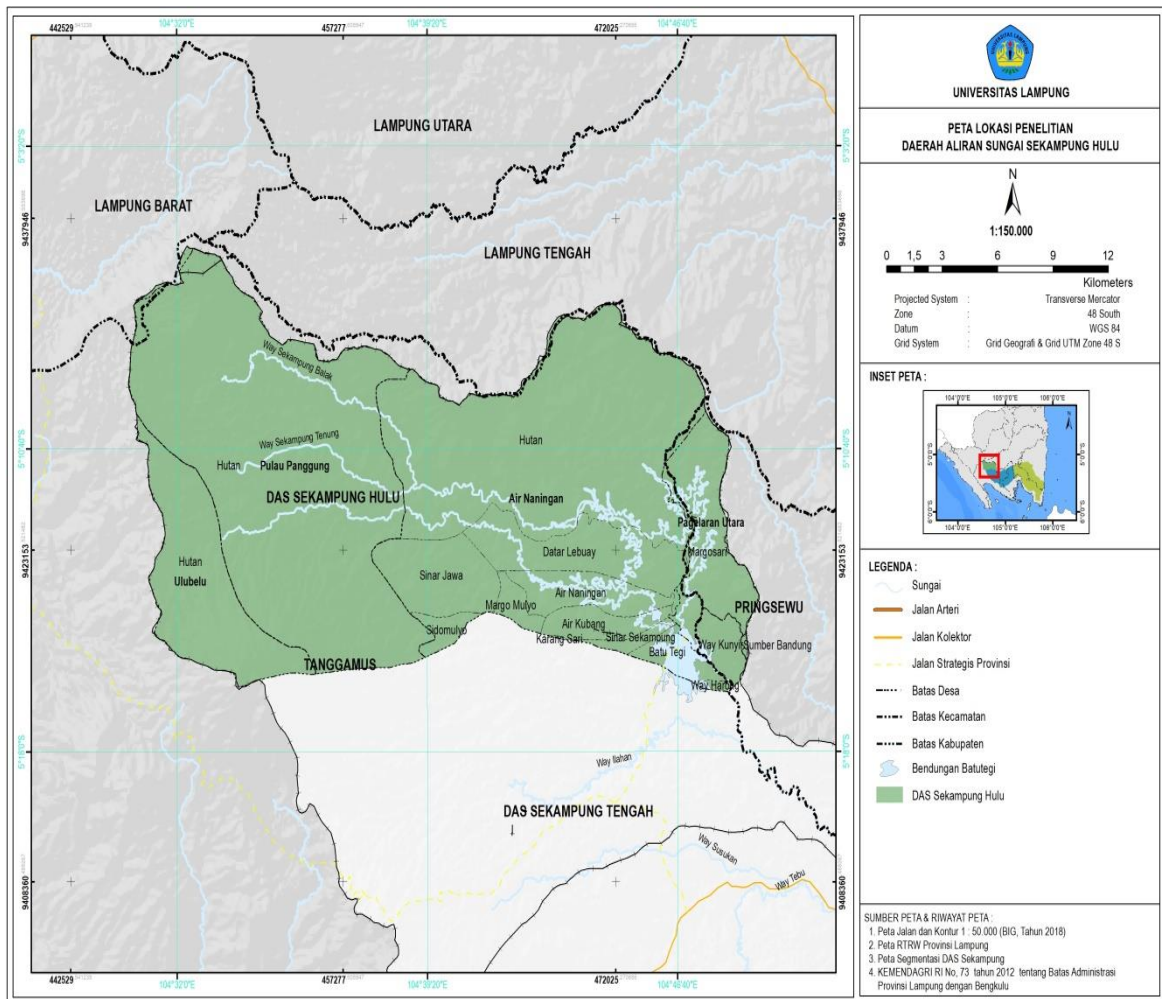
$$\text{Overall Accuracy} = \left(\left(\sum_{i=1}^r X_{ii} \right) / N \right) \times 100\%$$

$$\text{Kappa Accuracy} = \left[\left(N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{1+} X_{+1} \right) / \left(N^2 - \sum_{i=1}^r X_{1+} X_{+1} \right) \right]$$

Keterangan:

- N = jumlah titik tutupan lahan yang divalidasi
- M = jumlah total yang terbukti pada validasi
- X₁₊ = jumlah titik hasil validasi pada jenis tutupan lahan ke-1
- X₊₁ = jumlah titik hasil interpretasi pada jenis tutupan lahan ke-1
- X_{ii} = jumlah jenis penutupan lahan ke-i hasil interpretasi baris diagonal
- r = jumlah tipe penggunaan lahan

Kenampakan hasil klasifikasi citra diurut berdasarkan waktu perekaman citra periode tahun 2008, 2015, 2021 lalu di *overlay* untuk melihat perubahan yang terjadi dengan cara membandingkan antar peta sehingga diperoleh bentuk *layout* peta perubahan lahan DAS Sekampung Hulu terbaru.

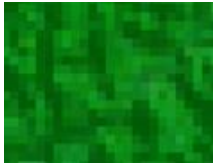





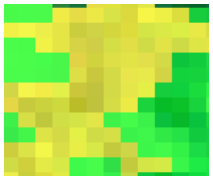

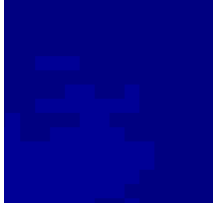

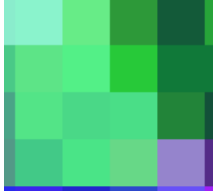



Gambar 1. Peta DAS Sekampung Hulu.

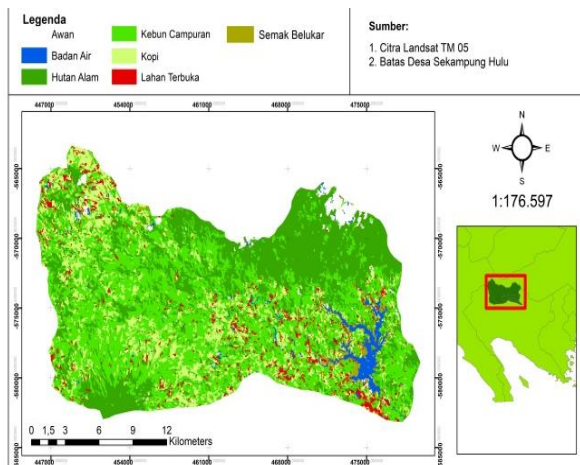
HASIL DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi tutupan lahan DAS Sekampung Hulu dalam *true color composite* atau kenampakan citra sesuai dengan kenampakan asli di permukaan bumi adalah 7 kelas tutupan lahan dalam Tabel 1, yaitu hutan, kebun campuran, tegakan kopi, lahan terbuka, semak, badan air dan awan.

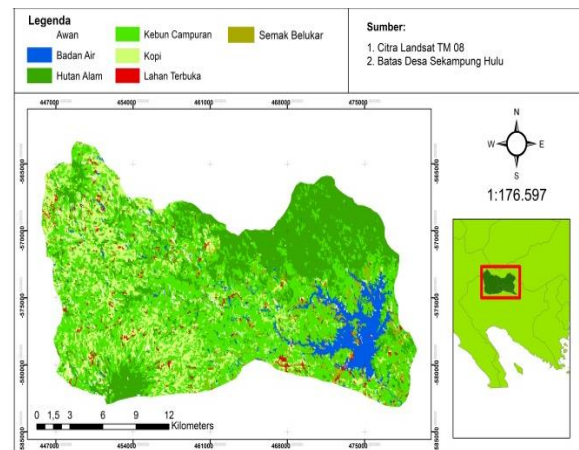
Tabel 1. Visualisasi citra satelit

No.	Kelas	Citra Landsat	Ground Check
1.	Hutan Alam		
2.	Kebun Campuran		
3.	Tegakan Kopi		
4.	Lahan Terbuka		
5.	Badan Air		
6.	Semak Belukar		

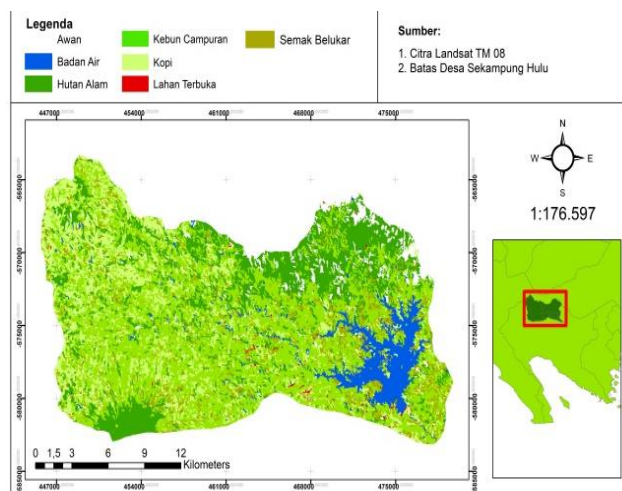
Menurut Fikri (2022) perubahan luasan lahan yang dinamis salah satunya dikarenakan karakteristik citra yang digunakan seperti perbedaan resolusi dapat mempengaruhi hasil klasifikasi yang dilakukan pada luasan tutupan lahan. Rafsenja (2020) mengatakan resolusi citra satelit yang semakin kecil akan menghasilkan kualitas gambar yang lebih baik atau lebih teliti dibandingkan dengan resolusi yang besar. Luasan tutupan lahan pada periode tahun 2008 sampai 2021 disajikan pada **Gambar 2**, **Gambar 3** dan **Gambar 4**.



Gambar 2. Peta tutupan lahan DAS Sekampung Hulu tahun 2008



Gambar 3. Peta tutupan lahan DAS Sekampung Hulu tahun 2015



Gambar 4. Peta tutupan lahan DAS Sekampung Hulu tahun 2022

Kenampakan jenis tutupan lahan ditampilkan dengan warna yang berbeda-beda, yakni badan air diwakili dengan warna biru, vegetasi dengan warna hijau terang sampai gelap. Derajat kecerahan warna hijau mewakili kerapatan vegetasi dan jenis vegetasi. Hutan dengan kerapatan tinggi atau hutan alam akan tampak dengan hijau gelap bila dibandingkan dengan kebun

campuran. Lahan terbuka diwakili dengan warna merah. Hasil analisis matrik kesalahan memperoleh nilai *overall accuracy* 96,6% dan *Kappa accuracy* 95,85%. Menurut Andana (2015) nilai akurasi yang dapat dianggap baik apabila memiliki nilai batas toleransi $\geq 80\%$. Koefisien Kappa didasari atas konsistensi penilaian dengan mempertimbangkan aspek akurasi pembuat (*producer's accuracy*) dan akurasi pengguna (*user's accuracy*) dari matrik kesalahan atau *confusion matrix*.

Tabel 2. *Confusion matrix* uji akurasi tutupan lahan

Tutupan lahan	Awan	Bayangan Awan	Hutan Alam	Kebun Campuran	Badan Air	Semak Belukar	Lahan Terbuka	Kopi	Total	User
Awan	15	-	-	-	-	-	-	-	15	100%
Bayangan Awan	-	17	-	-	-	-	-	-	17	100%
Hutan Alam	-	-	85	2	-	-	-	2	89	95,5%
Kebun Campuran	-	-	-	150	-	3	3	2	158	94,9%
Badan Air	-	-	-	-	40	-	-	-	40	100%
Semak Belukar	-	-	-	3	-	135	1	3	142	95%
Lahan Terbuka	-	-	-	-	-	3	120	-	123	97,5%
Kopi	-	-	-	3	-	1	1	207	212	97,6%
Total	15	17	85	164	45	139	119	221	796	-
<i>Producers</i>	100%	100%	100%	95%	100%	95%	96%	97%	<i>Overall Accuracy</i>	96,6%

Matrik kesalahan pada tabel diatas *Kappa accuracy* diperoleh sebesar 95,85% (koefisien 0,9). Hasil ini menunjukkan peta tutupan lahan dapat dipercaya. Hasil *overlay* dari klasifikasi citra landsat periode tahun 2008-2015 menunjukkan perubahan tutupan lahan yang dinamis, terjadi hampir pada setiap kelas tutupan lahan sebagaimana disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Tren perubahan tutupan lahan periode tahun 2008-2015

Kelas tutupan lahan	Tahun 2015								Perubahan tutupan lahan (ha)
	Awan (ha)	Badan air (ha)	Hutan (ha)	Kebun campuran (ha)	Tegakan kopi (ha)	Lahan terbuka (ha)	Semak belukar (ha)	Total (ha)	
Awan (ha)	213,39	20,39	394,79	144,18	65,25	6,45	32,22	878,09	- 158,01
Badan air (ha)	31,26	855,54	47,34	39,60	74,09	6,57	12,89	1.069,84	1.630,03
Hutan (ha)	396,99	416,13	7.047,52	4.160,11	1.025,27	10,82	373,67	13.430,51	- 2.298,83
Kebun campuran (ha)	56,77	412,22	2.987,52	11.638,79	3.485,06	349,63	630,41	1.9560,82	497,92
Tegakan kopi (ha)	14,67	382,86	603,56	3.179,91	2.373,60	402,70	212,71	7.095,38	692,49
Lahan terbuka (ha)	4,23	149,85	25,17	797,78	597,29	32,21	323,85	1.931,46	1.112,39
Semak belukar (ha)	2,77	449,18	25,38	98,37	128,62	10,69	37,26	853,70	760,79
Total (ha)	720,08	2.699,87	11.131,68	20.058,74	7.751,87	819,07	1.622,49	44.839,90	

Perubahan yang sangat signifikan terjadi pada beberapa kelas tutupan lahan yaitu hutan yang menurun luasannya sebesar 2.298,83 ha dengan kecenderungan perubahan ke kelas tutupan lahan kebun campuran sebesar 4.160,08 ha disusul tegakan kopi sebesar 1.025,27 ha, kebun campuran yang bertambah luasannya sebesar 497,92 ha dengan kecenderungan perubahan tutupan lahan yang tinggi tegakan kopi sebesar 3.485,06 ha. Tegakan kopi mengalami kenaikan

(Asha Ridhayana, Arief Darmawan, Trio Santoso, Slamet B Yuwono & Indra Gumay Febryano)

luasan sebesar 692,49 ha, semak belukar juga mengalami kenaikan luasan sebesar 760,79 ha serta badan air mengalami kenaikan luasan sebesar 1.630,51 ha. Alih fungsi lahan untuk pemenuhan kebutuhan hidup manusia menjadi salah satu dari faktor perubahan tutupan lahan yang terjadi pada masyarakat yang tinggal di wilayah Daerah Tangkapan Air (DTA) Bendungan Batutege yang mencangkupi wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Sekampung Hulu. Menurut (Banuwa *et al.*, 2008) kegiatan konversi hutan menjadi lahan pertanian dan usaha tani telah berakibat kerusakan pada DAS Sekampung Hulu *on site dan off site*, hal itu memerlukan pengawasan dan monitoring wilayah secara keberlanjutan. Periode tahun 2015-2021 luas masing-masing kelas tutupan lahan dan arah perubahan tutupan lahan disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Tren perubahan tutupan lahan periode tahun 2015-2021

Kelas tutupan lahan	Tahun 2021								
	Awan (ha)	Badan air (ha)	Hutan (ha)	Kebun campuran (ha)	Tegakan kopi (ha)	Lahan terbuka (ha)	Semak belukar (ha)	Total (ha)	Perubahan tutupan lahan (ha)
Tahun 2015									
Awan (ha)	31,41	49,59	210,45	218,39	175,19	1,17	33,87	720,08	649,65
Badan air (ha)	39,94	2.098,26	150,94	179,14	205,76	11,41	51,82	2.699,87	137,48
Hutan (ha)	1.213,11	181,86	6.624,30	2.523,23	403,16	7,30	168,30	11.131,68	-1.788,49
Kebun campuran (ha)	68,36	281,65	1.977,14	12.255,61	3.514,94	36,68	1.924,36	20.058,74	-648,95
Tegakan kopi (ha)	11,06	61,65	379,53	3.154,22	3.383,13	23,83	737,92	7.751,84	593,41
Lahan terbuka (ha)	0,18	20,79	13,26	317,73	318,10	29,74	116,93	819,07	694,68
Semak belukar (ha)	5,49	32,29	32,29	757,25	343,29	10,08	356,91	1.622,49	1.766,18
Total (ha)	1.369,73	2.837,35	9.343,19	19.409,79	8.345,28	124,39	3.388,67	44.839,90	

Periode tahun 2015-2021 menunjukkan penurunan luasan lahan hutan sebesar 1.788,49 ha dan juga luasan lahan kebun campuran sebesar 648,95 ha dengan kecenderungan perubahan kelas perubahan tutupan lahan ke tegakan kopi sebesar 3.514,94 ha, peningkatan luasan lahan tegakan kopi sebesar 593,41 ha dengan kecenderungan perubahan kelas tutupan lahan ke kebun campuran sebesar 3.154,22 ha, semak belukar mengalami peningkatan luasan lahan sebesar 1.766,18 ha dengan kecenderungan perubahan tutupan lahan ke kebun campuran sebesar 757,25 ha dan tegakan kopi sebesar 343,29 ha, serta penurunan luasan lahan badan air sebesar 137,48 ha dengan kecenderungan perubahan kelas tutupan lahan ke kebun campuran sebesar 281,65 ha. Faktor manusia menjadi penyebab utama terjadinya perubahan penutupan lahan yang ada di lokasi penelitian yaitu berupa penebangan liar dan perambahan dengan merubah penutupan lahan menjadi lahan terbuka dan pertanian campuran. Menurut Wulandari *et al.*, (2014) petani memilih jenis tanaman yang dikelolanya berdasarkan nilai ekonomi tanaman tersebut, pernyataan ini selaras dengan hasil perubahan tutupan lahan, yang tren perubahannya meningkat ke kebun campuran dan tegakan kopi. Sedangkan faktor alam yang pernah terjadi disana adalah tanah longsor dan banjir sehingga merusak sebagian vegetasi yang tumbuh di lokasi penelitian (Syam, *et al.*, 2014).

Hasil pemantauan perubahan tutupan lahan yang terjadi di DAS Sekampung Hulu untuk periode 13 tahun terakhir menggambarkan bahwa telah terjadi penurunan tutupan hutan yang drastis dengan kecenderungan perubahan lahan menjadi kebun campuran dan tegakan kopi. Hal yang sama juga terjadi untuk tutupan lahan kebun campuran yang arah perubahannya cenderung banyak berubah menjadi tegakan kopi sehingga tutupan lahan DAS Sekampung Hulu didominasi oleh tutupan lahan hutan, kebun campuran dan tegakan kopi.

KESIMPULAN

Klasifikasi tutupan lahan DAS Sekampung Hulu dibagi menjadi 2 periode yaitu 2008-2015 dan 2015-2021 dengan 7 kelas tutupan lahan. Periode 2008-2015 yaitu tutupan awan turun sejumlah 158,01 ha, badan air naik sejumlah 1.630,03 ha, hutan menurun sejumlah 2.298,83 ha, kebun campuran naik sejumlah 497,92 ha, tegakan kopi naik sejumlah 692,49 ha, lahan terbuka naik sejumlah 1.112,39 ha dan semak belukar naik sejumlah 760,79 ha. Periode 2015-2021 yaitu awan naik sejumlah 649,65 ha, badan air naik 137,48, hutan turun sejumlah 1.788,49 ha, kebun campuran turun sejumlah 648,95 ha, tegakan kopi naik sejumlah 593,41 ha, lahan terbuka naik sejumlah 694,68 ha dan semak belukar naik sejumlah 1.766,18 ha. Tutupan hutan tegakan kopi dan kebun campuran merupakan tutupan yang mendominasi serta mengalami perubahan sangat fluktuatif dibandingkan tutupan lainnya. Uji akurasi kappa yang diperoleh sebesar 95,85% yang berarti baik. Perubahan signifikan pada hutan merupakan kondisi yang perlu diwaspadai terkait dengan fungsi kawasan DAS Sekampung Hulu yang merupakan kawasan hutan lindung Bendungan Batutegei. Sinergi antara pemangku kebijakan dan masyarakat, merupakan salah satu usaha yang harus ditempuh terkait dengan upaya penjagaan fungsi kawasan DAS Sekampung Hulu sebagai kawasan hutan lindung sehingga keseimbangan ekosistem dapat terjaga dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Andana, E.K. 2015. Pengembangan Data Citra Satelit Landsat-8 Untuk Pemetaan Area Tanaman Hortikultura Dengan Berbagai Metode Algoritma Indeks Vegetasi (Studi Kasus: Kabupaten Malang dan Sekitarnya). *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi*. 15: 1-10
- Ardiansyah. 2015. *Pengolahan Citra Penginderaan Jauh Menggunakan ENVI 5.1 dan ENVI Lidar (Teori dan Praktek)*. Jakarta: PT. Labsig Inderaja Islim.
- Asdak, C. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Banuwa, I.S., Sinukaban, N., Tarigan, S.D. & Darusman, D. 2008. Evaluasi Kemampuan Lahan Das Sekampung Hulu. *Jurnal Tanah Tropika*. 13(2): 145-153.
- Cahyono, B.E., Febriawan, E.B., Nugroho, A.T. 2019 Analisis Tutupan Lahan Menggunakan Metode Klasifikasi Tidak Terbimbing Citra Landsat di Sawahlunto, Sumatera Barat. *Jurnal Teknotan*. 13(1): 8-14.
- Duka, M., Lihawa, F., & Rahim, S. 2020. Perubahan Tutupan Lahan dan Pengaruhnya Terhadap Pola Persebaran Suhu di Kota Gorontalo. *Jurnal Jambura Geoscience*. 2(1): 16-29

- Fikri, A.A., Darmawan, A., Hilmanto, R., Banuwa, I.S., Agustiono, A & Agustina, L. 2022. Pemanfaatan Platform Google Earth Engine Dalam Pemantauan Perubahan Tutupan Lahan di Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman. *Journal of Forest Science Avicennia*. 5(1): 46-57.
- Gong, P., Wang, J., Yu, L., Zhao, Y. C., Zhao, Y. Y., Liang, L., Niu, Z. G., Huang, X. M., Fu, H. H., Liu, S., Li, C. C., Li, X. Y., Fu, W., Liu, C. X., Xu, Y., Wang, X. Y., Cheng, Q., Hu, L. Y., Yao, W. B., Zhang, H., Zhu, P., Zhao, Z. Y., Zhang, H. Y., Zheng, Y. M., Ji, L. Y., Zhang, Y. W., Chen, H., Yan, A., Guo, J. H., Wang, L., Liu, X. J., Shi, T. T., Zhu, M. H., Chen, Y. L., Yang, G.W., Tang, P., Xu, B., Giri, C., Clinton, N., Zhu, Z. L., Chen, J. dan Chen, J. 2013. Finer Resolution Observation and Monitoring of Global Land Cover: First Mapping Results With Landsat Tm and Etm+ Data. *International Journal of Remote Sensing*. 34 : 2607-2654
- Handoko dan Darmawan, A. 2015. Perubahan Tutupan Hutan di Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman (Tahura War). *Jurnal Sylva Lestari*. 3(2): 42-52.
- Heryani, N., & Sutrisno, N. 2013. Teknologi Konservasi Tanah dan Air untuk Mencegah Degradasi Lahan Pertanian Berlereng. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*. 2(3): 30-39
- Rafsenja, U., Muh, L., Jaya, G., Sawaludin., & Rahim S. 2020. Analisis Perbandingan Citra Landsat 8 dan Citra Sentinel 2-A Untuk Mengidentifikasi Sebaran Mangrove. *Jurnal Geografi Aplikasi dan Teknologi*. 4(1): 63-70.
- Ridwan., Sudira, P., Susanto, S., Sutiarto, L. 2013. Manajemen Sumberdaya Air Daerah Aliran Sungai Sekampung diantara Bendungan Batutegei dan Bendungan Argoguruh, Provinsi Lampung: Kerangka Analitis Penyusunan Pola Operasional Waduk Harian. *Jurnal Agritech..* 33(2): 226-233.
- Rizaldi, A., Darmawan, A., Kaskoyo, H, & Mubaroh, H. 2021. Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan Sebagai Strategi Pengelolaan Hutan (Studi Kasus Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung Batutegei Lampung). *Jurnal Proseding Seminar Nasional Konservasi untuk Kesejahteraan Masyarakat II* . 8: 1-10
- Supriyadi, E., Banuwa, I.R & Yuwono, S.B. 2018. Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Karakteristik Aliran Masuk (Inflow) Bandungan Batutegei. *Jurnal Hutan Tropis*. 6(1): 73-81.
- Sinaga, R.P. & Darmawan, A. 2014. Perubahan Tutupan Lahan di Resort Pugung Tampak Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (Tnbbs). *Jurnal Sylva Lestari*. 2(1): 47-58.
- Sugiarto, B. 2018. *Perubahan Penutupan Lahan di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (Studi Kasus Enclave Kubu Perahu)*. Lampung: Universitas Lampung.
- Syam, T., Darmawan, A., Banuwa, S., Ningsih, K. 2014. Pemanfaatan Citra Satelit Dalam Mengidentifikasi Perubahan Penutupan Lahan : Studi Kasus Hutan Lindung Register 22 Way Waya Lampung Tengah. *Jurnal Globe Volume*. 14(2): 146-156.
- Wijaya, C.I. 2004. *Analisis Perubahan Penutupan Lahan Kabupaten Cianjur Jawa Barat Menggunakan Sistem Informasi Geografis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Wulandari, C., Budiono, P., Yuwono, S.B., & Herwanti, S. 2014. Adoption of Agro-Forestry Patterns and Crop Systems Around Redister 19 Forest Park, Lampung Province, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*. 20(2): 86-93.