



## Pemanfaatan *Platform Google Earth Engine* dalam Pemantauan Perubahan Tutupan Lahan di Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman

(Using *Google Earth Engine* to Monitor Land Cover Change in Wan Abdul Rachman Great Forest Park)

Adhi Auliya Fikri<sup>1\*</sup>, Arief Darmawan<sup>1</sup>, Rudi Hilmanto<sup>1</sup>, Irwan Sukri Banuwa<sup>1</sup>  
Ariyadi Agustiono<sup>2</sup>, Laviyanti Agustiana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Jl. Sumantri Brojonegoro, Gedung Meneng, Bandar Lampung, 35141, Lampung, Indonesia

<sup>2</sup>UPTD Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman, Jl. Wan Abdurrahman, Kemiling, Bandar Lampung, 35156, Lampung, Indonesia

\*Email: [adhifikri0@gmail.com](mailto:adhifikri0@gmail.com)

### ABSTRACT

*Tahura Wan Abdul Rachman (Tahura WAR) is divided into several management blocks, namely protection blocks, utilization blocks, collection blocks, and other blocks. The blocks on Tahura WAR have been degraded due to human activities, changes in regional status, and policies. This study aims to find out the dynamics and produce the latest information related to land cover changes in Tahura WAR. The method used was a supervised classification using random forest algorithm available on the Google Earth Engine (GEE) platform. The accuracy test was conducted using accuracy assessment method, the accuracy test is presented in a confusion matrix table. The results include accuracy tests, trends in land cover changes, and changes in land cover on each block. The kappa accuracy were 87.88%, 94%, 92% in 2015, 2018 and 2021, respectively. The trend of change in 2015-2018 forest cover increased by 1334.47 ha, mixed orchard decreased by 5068.36 ha, and coffee plantation increased by 3398.43 ha. Forest cover on all blocks increased in 2015-2018 and decreased in 2018-2021, coffee stands experienced the biggest change in 2015-2018 which was in other blocks. Forest cover, mixed gardens and coffee stands are the dominating cover and undergo fluctuating changes compared to other cover. Forest cover must continue to be maintained status and function, in addition to the need for intensive development and collaborative management with the community that has been managing in the Tahura WAR area.*

**Key Words :** Wan Abdul Rachman Forest Park; Google Earth Engine; Random Forest; Land cover changes.

### Intisari

Tahura Wan Abdul Rachman (Tahura WAR) terbagi menjadi beberapa blok pengelolaan, yaitu blok perlindungan, blok pemanfaatan, blok koleksi, dan blok lainnya. Blok pada Tahura WAR telah mengalami degradasi akibat aktivitas manusia, perubahan status kawasan, dan kebijakan. Penelitian ini bertujuan mengetahui dinamika serta menghasilkan informasi terbaru terkait dengan perubahan tutupan lahan di Tahura WAR. Metode yang digunakan, yaitu klasifikasi terbimbing dengan algoritma *random forest* yang tersedia pada *platform Google Earth Engine* (GEE). Uji akurasi dilakukan dengan menggunakan tabel *confusion matrix*. Hasil penelitian meliputi uji akurasi, tren perubahan tutupan lahan, dan perubahan tutupan lahan pada setiap blok. Akurasi kappa yang dihasilkan pada tahun 2015, 2018 dan 2021 berturut-turut adalah sebesar 87.88%, 94%, dan 92%. Tren perubahan tahun 2015-2018 tutupan hutan meningkat 1334.47 ha, kebun campuran menurun 5068.36 ha, dan tegakan kopi meningkat 3398.43 ha. Tutupan hutan pada semua blok terjadi peningkatan pada tahun 2015-2018 dan penurunan tahun 2018-2021, tegakan kopi mengalami perubahan terbesar pada

tahun 2015-2018 yang berada pada blok lainnya. Tutupan hutan, kebun campuran dan tegakan kopi merupakan tutupan yang mendominasi serta mengalami perubahan yang fluktuatif dibanding dengan tutupan lainnya. Tutupan hutan harus terus dipertahankan status dan fungsinya, selain itu perlunya pembinaan yang intensif dan pengelolaan yang kolaboratif bersama masyarakat yang sudah mengelola di kawasan Tahura WAR.

**Kata Kunci** : Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman; Google Earth Engine; Random Forest; Perubahan Tutupan Lahan.

## I. Pendahuluan

Taman Hutan Raya (Tahura) merupakan salah satu hutan konservasi yang memiliki fungsi sebagai kawasan pelestarian alam untuk tujuan koleksi tumbuhan dan satwa yang alami atau buatan, jenis asli atau bukan asli, yang dimanfaatkan untuk kepentingan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan menunjang budidaya, budaya, pariwisata, dan rekreasi (Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990). Tahura Wan Abdul Rachman (Tahura WAR) merupakan satu-satunya Tahura yang berada di Provinsi Lampung, selain itu secara administratif Tahura WAR berbatasan langsung dengan Kota Bandar Lampung dan Kabupaten Pesawaran. Nilai penting Tahura WAR adalah sebagai wilayah sistem penyangga kehidupan terutama dalam pengaturan tata air, mencegah erosi, penghasil udara bersih, dan pusat pengawetan keanekaragaman hayati yang harus tetap dijaga keutuhannya.

Tahura WAR terbagi menjadi beberapa blok pengelolaan, yaitu blok perlindungan, blok pemanfaatan, blok koleksi, dan blok lainnya. Menurut Handoko dan Darmawan (2015), hasil pengolahan citra Landsat tahun 1994-2014 menunjukkan bahwa blok pada Tahura WAR telah mengalami degradasi. Faktor terbesar yang mempengaruhi perubahan penutupan lahan di kawasan Tahura WAR adalah aktivitas manusia yang mengelola kawasan Tahura WAR untuk memenuhi kebutuhan hidup dengan mayoritas berprofesi sebagai petani. Selanjutnya perubahan status kawasan Tahura WAR yang sebelumnya merupakan kawasan Hutan Lindung Gunung Getung berganti menjadi Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman berimplikasi dengan

dicabutnya izin HKm serta berdampak pada pengelolaan selanjutnya pada kawasan tersebut. Kebijakan pemerintah pada awal program transmigrasi tahun 1959, pada era reformasi 1998 dan pasca reformasi kebijakan-kebijakan yang berlaku mengakibatkan adanya konflik tenurial di Tahura WAR.

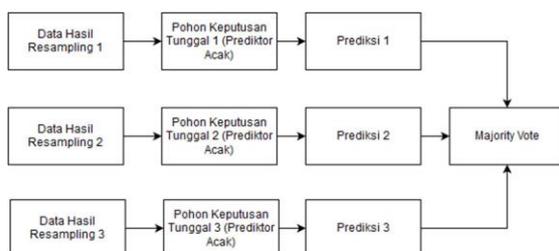
Menurut Jia *et al.* (2014) Tutupan lahan merupakan informasi dasar dalam kajian *geoscience* dan perubahan global. Teknologi pengambilan, penyimpanan dan pengolahan data citra satelit untuk pemetaan tutupan lahan saat ini telah berkembang pesat ke arah *Big Data* dan *Cloud Computing*, terutama yang dibangun oleh *Google Earth Engine* (GEE). Pengolahan data menggunakan GEE sangatlah efektif dan efisien, hal ini dikarenakan GEE yang berbasis *Cloud Computing* mampu mengolah berbagai macam jenis citra tanpa perlu melakukan pengunduhan citra serta tidak memerlukan perangkat dengan spesifikasi yang tinggi untuk melakukan pengolahan citra, hanya diperlukan dukungan internet yang stabil. GEE juga menyediakan kumpulan citra satelit selama lebih dari 40 tahun untuk seluruh dunia (Kumar, 2018). Selain itu, keunggulan di atas memudahkan kita dalam menganalisis perubahan tutupan lahan secara *time series* serta cakupan area yang luas. Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan platform global tersebut. Pemantauan tutupan lahan yang terbaru untuk mengetahui dinamika perubahan tutupan lahan di Tahura WAR perlu untuk dilakukan guna menghasilkan informasi perubahan tutupan lahan sebagai salah satu acuan dalam pengambilan kebijakan di Tahura WAR.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perubahan tutupan lahan hutan di Tahura WAR tahun 2015- 2021.

## II. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan April hingga Juni tahun 2021. Adapun penelitian ini dilakukan di Tahura Wan Abdul Rachman, Provinsi Lampung. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2. Data primer yang digunakan adalah citra satelit Landsat 8 tahun 2015 dan citra Sentinel-2A tahun 2018 dan 2021, akuisisi dilakukan melalui platform GEE dengan memasukkan data *shapefile* Tahura WAR agar sesuai dengan tujuan analisis. Selain itu, data primer yang digunakan adalah titik koordinat lapangan untuk mengetahui jenis tutupan lahan di lokasi penelitian. Data sekunder yang digunakan meliputi data studi literatur, batas areal UPTD Tahura WAR, dan peraturan perundang-undangan.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode klasifikasi terbimbing dengan algoritma *random forest* yang tersedia pada platform GEE. Hasil penelitian Fariz (2021a) menunjukkan bahwa *random forest* menjadi *machine learning* yang terbaik. *Random Forest* memiliki keunggulan dari segi kemampuan prediktif dibandingkan dengan pohon keputusan tunggal. Pohon keputusan tunggal cenderung memiliki yang model kurang stabil, sehingga perubahan sedikit saja pada data akan berpengaruh pada hasil prediksi dan cenderung akan terjadi *overfitting* (Dhawangkhar, 2017).



**Gambar 1.** Algoritma sederhana *Random Forest*

Data hasil klasifikasi diuji tingkat akurasi nya dengan menggunakan metode *accuracy assessment*. Uji akurasi tersebut disajikan dalam bentuk matriks kesalahan (*confusion matrix*) dengan membandingkan hasil klasifikasi (*sample training area*) dengan sampel pengujian. Pengambilan sampel yang digunakan sebagai *training area* dengan sampel yang digunakan untuk uji akurasi harus diambil di tempat yang berbeda, hal ini agar lebih diterima keakuratannya (Wulansari, 2017). Proses selanjutnya dilakukan perhitungan *producer accuracy*, *user accuracy*, *overall accuracy* dan *kappa accuracy*. Menurut Jaya (2021), saat ini akurasi yang dianjurkan adalah *kappa accuracy*, karena *overall accuracy* secara umum masih *over estimate*.

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

Keterangan:

N = Jumlah total validasi

M = Jumlah total yang terbukti pada validasi

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

Keterangan:

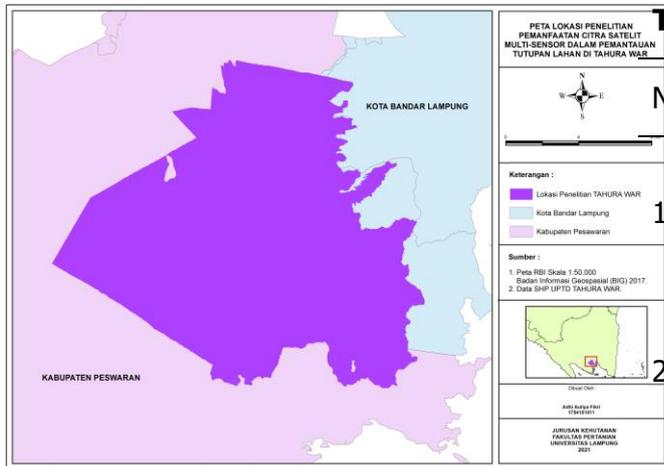
N = jumlah titik penutupan lahan yang divalidasi

$X_{1+}$  = jumlah titik hasil validasi pada jenis penutupan lahan ke-I

$X_{+1}$  = jumlah titik hasil interpretasi pada jenis penutupan lahan ke-i

$X_{ii}$  = jumlah jenis penutupan lahan ke-i hasil interpretasi (baris diagonal).

R = Jumlah tipe penggunaan lahan.



**Gambar 2.** Peta Lokasi Penelitian

**Tabel 1.** Kombinasi Band Citra Satelit

No	Tahun	Citra Satelit	Kombinasi Band
1.	2015	Landsat 8 OLI	4( <i>Red</i> ), 3( <i>Green</i> ), 2( <i>Blue</i> ) <i>Ban True Color</i>
2.	2018	Sentinel-2A	11( <i>Swir</i> ), 8( <i>NIR</i> ), 4( <i>Red</i> ) <i>Ban Vegetasi</i>
3.	2021	Sentinel-2A	11( <i>Swir</i> ), 8( <i>NIR</i> ), 4( <i>Red</i> ) <i>Ban Vegetasi</i>

### III. Hasil dan Pembahasan

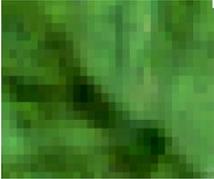
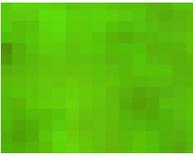
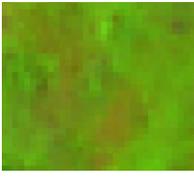
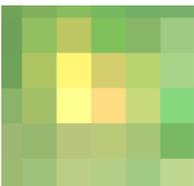
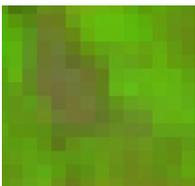
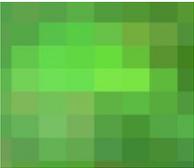
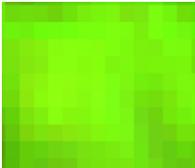
Klasifikasi tutupan lahan Tahura WAR dilakukan dengan tahapan memanggil citra Landsat 8 dan Sentinel-2A dari koleksi USGS dan ESA yang berada pada *platform* GEE. Tahapan selanjutnya dilakukan *reducer median* yang bertujuan untuk mengurangi koleksi gambar dengan menghitung nilai tengah dari semua nilai piksel citra pada rentang waktu tertentu, selain itu fungsi ini berguna untuk mendapatkan citra yang bebas dari awan, nilai pantulan tinggi, serta bayangan awan (Fariz, 2021b).

Proses pengolahan citra kali ini menggunakan kombinasi ban yang terdapat pada Tabel 1. Dihasilkan 6 kelas tutupan lahan, masing-masing kelas tutupan lahan tersebut adalah tutupan lahan hutan, kebun campuran, tegakan kopi, tanah terbuka/ talang, semak, dan awan. Ketampakan jenis tutupan lahan dapat dilihat pada Tabel 2. Masing-masing karakteristik dapat dilihat dengan perbedaan visualisasi dari citra Landsat 8 dan Sentinel-2A serta ketampakan tutupan lahan di lapangan hasil *ground check*.

Uji akurasi dilakukan dengan mengambil sampel pada setiap kelas tutupan lahan di Tahura WAR, hasil klasifikasi tutupan menggunakan algoritma *random forest* dikomparasikan dengan sampel uji akurasi, kemudian analisis data dilakukan dengan menggunakan matriks kesalahan untuk mengetahui nilai *overall accuracy* dan *kappa accuracy*.

Hasil uji akurasi menunjukkan bahwa hasil klasifikasi citra Landsat 8 memiliki nilai *kappa accuracy* yang rendah dengan nilai 87.88%. *Overall accuracy* yang dihasilkan dari citra Landsat 8 memiliki nilai yang sama dengan citra Sentinel-2A tahun 2021 dengan nilai *overall* 94%. Selanjutnya, hasil klasifikasi dengan menggunakan citra Sentinel-2A memiliki nilai akurasi *overall* dan *kappa* yang lebih tinggi, yaitu 96% dan 94% pada tahun 2018. Serta nilai *kappa* akurasi 92% pada tahun 2021. Citra Sentinel 2A dapat menghasilkan nilai akurasi yang lebih baik dibandingkan Citra Landsat 8 OLI karena adanya perbedaan resolusi spasial (Astriani, 2018). Hasil uji akurasi dengan menggunakan *confusion matrix* dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 2.** Visualisasi Citra Satelit dan Objek di Lapangan

No.	Kelas	Citra Landsat 8 (Band 4,3,2)	Citra Sentinel-2A (Band 11,8,4)	Ground Check
1.	Hutan			
2.	Kebun campuran			
3.	Tegakan kopi			
4.	Tanah Terbuka/ Talang			
5.	Semak			

**Tabel 3.** Akurasi Tutupan Lahan Tahura WAR

No.	Tahun	Nilai Akurasi	
		Overall Accuracy	Kappa Accuracy
1	2015	94%	87.88%
2	2018	96%	94%
3	2021	94%	92%

Blok Pengelolaan Tahura WAR terbagi dalam Blok Perlindungan sebesar 20,88%, Blok Pemanfaatan 5,11 % dan Blok Lainnya 65%. Dari 65 % Blok lainnya terbagi dalam Blok Tradisional seluas 62,03% dan Blok Koleksi Tumbuhan dan Satwa seluas 9,53%, Blok Rehabilitasi seluas 2,42% serta Blok Khusus seluas 0,02 %. Masing-masing Blok mempunyai potensi yang dapat dimanfaatkan sesuai

dengan kepentingan pemanfaatannya (UPTD Tahura WAR, 2017).

Hasil analisis perubahan tutupan lahan pada blok-blok pengelolaan Tahura WAR pada tahun 2015, 2018, 2021 cenderung mengalami perubahan pada setiap blok. Peningkatan dan penurunan tutupan lahan pada setiap blok dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6 dan Tabel 7.

**Tabel 4.** Perubahan Tutupan Lahan Blok Perlindungan

No.	Kelas Tutupan Lahan	Tahun 2015 (ha)	Tahun 2018 (ha)	Tahun 2021 (ha)
1	Hutan	3281.99	3292.6	2501.14
	Perubahan		-10.61	-791.46
2	Kebun Campuran	1129.9	806.15	465.97
	Perubahan		-323.75	-340.18
3	Tegakan Kopi	106.22	267.19	657.59
	Perubahan		+160.97	+390.4
4	Tanah Terbuka/Talang	22.18	18.32	70.58
	Perubahan		-3.86	+52.25
5	Semak	11.12	81.06	136.66
	Perubahan		+69.94	+55.6
6	Awan	0	86.1	719.49
	Perubahan		+86.1	+633.39

Tutupan lahan hutan pada blok perlindungan cenderung mengalami penurunan pada periode 2018-2021, yaitu sebesar 791.46 ha, selanjutnya pada tutupan lahan kebun campuran juga mengalami penurunan 340.18 ha pada periode yang sama. Berkurangnya tutupan hutan dan kebun campuran bersamaan

dengan meningkatnya tutupan tegakan kopi sebesar 390.4 ha pada periode tahun 2018-2021, tutupan tanah terbuka/talang dan semak juga mengalami peningkatan masing-masing seluas 52.25 ha dan 55.6 ha pada periode tersebut. Tutupan awan mengalami peningkatan signifikan pada periode tersebut seluas 633.39 ha.

**Tabel 5.** Perubahan Tutupan Lahan Blok Pemanfaatan

No.	Kelas Tutupan Lahan	Tahun 2015 (ha)	Tahun 2018 (ha)	Tahun 2021 (ha)
1	Hutan	348.32	508.86	379.93
	Perubahan		+161	-129
2	Kebun Campuran	747.5	385.47	340.34
	Perubahan		-362.03	-45.13
3	Tegakan Kopi	69.09	225.51	260.64
	Perubahan		+156.42	+35.12

4	Tanah Terbuka/Talang	8.08	32.7	30.77
	Perubahan		+24.62	-1.93
5	Semak	9.33	22.83	19.09
	Perubahan		+13.5	-3.74
6	Awan	0	6.95	151.55
	Perubahan		+6.95	+144.6

Blok pemanfaatan pada periode tahun 2015-2018 terjadi penurunan hanya pada tutupan lahan kebun campuran seluas 362.03 ha, tutupan lahan lainnya mengalami peningkatan pada lahan hutan sebesar 161.00 ha, tegakan kopi seluas 156.42 ha, tanah terbuka/talang sebesar 24.62 ha, semak 13.5 ha dan awan sebesar 6.95 ha. Selanjutnya, tutupan lahan kebun campuran tahun 2015-2018 mengalami penurunan pada blok koleksi

sebesar 473.15 ha dan 4010.89 pada blok lainnya. Di sisi lain tutupan hutan dan tegakan kopi mengalami peningkatan pada blok koleksi periode tahun 2015-2018 dengan peningkatan tutupan hutan sebesar 131.54 ha dan tutupan tegakan kopi sebesar 331.54 ha, periode yang sama pada blok lainnya peningkatan juga terjadi pada lahan hutan dengan luasan sebesar 1039.07 ha dan tegakan kopi sebesar 2829.24 ha.

**Tabel 6.** Perubahan Tutupan Lahan Blok Koleksi

No.	Kelas Tutupan Lahan	Tahun 2015 (ha)	Tahun 2018 (ha)	Tahun 2021 (ha)
1	Hutan	515.05	646.58	532.22
	Perubahan		+131.54	-114.37
2	Kebun Campuran	1058.72	585.57	597.68
	Perubahan		-473.15	+12.11
3	Tegakan Kopi	406.9	738.43	730.33
	Perubahan		+331.54	-8.11
4	Tanah Terbuka/Talang	25.03	18.33	15.6
	Perubahan		-6.7	-2.73
5	Semak	12.64	22.64	25.88
	Perubahan		+10	+3.24
6	Awan	0	6.78	116.64
	Perubahan		+6.78	+109.86

Perubahan tutupan lahan pada kelas kebun campuran pada masing-masing blok selalu mengalami penurunan pada tahun 2015-2018 penurunan tersebut dapat dilihat dari hasil analisis pada blok perlindungan terjadi penurunan seluas 323.75 ha, blok pemanfaatan seluas 362.03 ha, blok koleksi 473.15 ha dan blok lainnya sebesar 4010.89 ha. Kondisi tersebut berbanding terbalik dengan

tutupan tegakan kopi pada periode yang sama yang selalu mengalami peningkatan pada blok perlindungan terjadi

peningkatan sebesar 160.97 ha, blok pemanfaatan sebesar 156.42, blok koleksi sebesar 331.54 ha dan pada blok lainnya terjadi peningkatan yang besar seluas 2829.24 ha. Pada tutupan lahan hutan cenderung tidak mengalami perubahan signifikan pada blok pemanfaatan dan blok koleksi, sedangkan pada blok

perlindungan dan blok lainnya perubahan terlihat dinamis dengan adanya peningkatan dan pengurangan pada

periode 2015, 2018, dan 2021 pada dua blok tersebut.

**Tabel 7.** Perubahan Tutupan Lahan Blok Lainnya

No.	Kelas Tutupan Lahan	Tahun 2015 (ha)	Tahun 2018 (ha)	Tahun 2021 (ha)
1	Hutan	3835.02	4874.09	4744.71
	Perubahan		+1039.07	-129.39
2	Kebun Campuran	8880.39	4869.51	4642.88
	Perubahan		-4010.89	-226.63
3	Tegakan Kopi	1400.69	4229.93	3867.93
	Perubahan		+2829.24	-362.01
4	Tanah Terbuka/Talang	115.34	87.34	135.97
	Perubahan		-28.00	+48.63
5	Semak	137.50	248.04	197.62
	Perubahan		+110.54	-50.42
6	Awan	0	56.01	779.85
	Perubahan		+56.01	+723.84

Blok perlindungan merupakan bagian dari kawasan yang ditetapkan sebagai tempat perlindungan jenis tumbuhan, satwa dan ekosistem, serta sistem penyangga kehidupan yang karena letak, kondisi dan potensinya mampu mendukung kepentingan pelestarian.

Menurut hasil penelitian Handoko dan Darmawan (2015) hasil analisis citra yang dilakukan tahun 1994-2014 blok perlindungan pada Tahura WAR telah mengalami gangguan oleh aktivitas masyarakat. Menurut Fuady *et al.*, (2018) Meningkatnya aktivitas pertanian akan mendorong peningkatan luas kebutuhan lahan yang berakibat pada konversi di berbagai penutupan lahan menjadi lahan budidaya.

Hasil klasifikasi citra pada penelitian ini menunjukkan bahwa pada blok perlindungan masih terdapat kegiatan perkebunan dan pertanian yang dilakukan oleh masyarakat, hal tersebut patut menjadi perhatian karena secara status dan fungsi Tahura WAR sebagai kawasan pelestarian alam seharusnya pemanfaatan kondisi lingkungan harus dilakukan dengan menjaga kelestarian fungsi

kawasan (Undang-undang Nomor 5 Tahun 1990).

Pada periode tahun 2015-2018 yang disajikan pada Tabel 8 menunjukkan perubahan tutupan lahan yang dinamis. Pada tutupan hutan mengalami peningkatan sebesar 1334.47 ha, tutupan tegakan kopi mengalami peningkatan sebesar 3398.43 ha, dan tutupan semak meningkat sebesar 197.31. Sedangkan pada tutupan lahan kebun campuran mengalami penurunan sebesar 5068.36 ha, serta pada tanah terbuka/talang mengalami perubahan terkecil, yaitu penurunan sebesar 15.27 ha. Perubahan yang dinamis salah satunya disebabkan karakteristik citra dimana pada tahun 2015 menggunakan Landsat 8 dan tahun 2018 menggunakan Sentinel-2a perbedaan resolusi dapat mempengaruhi hasil klasifikasi. Menurut Rafsenja (2020) citra Sentinel-2a lebih spesifik dan detail dalam melakukan perekaman objek dipermukaan bumi dibandingkan dengan citra Landsat 8, karena resolusi yang semakin kecil akan menghasilkan kualitas gambar yang lebih baik atau lebih teliti dibandingkan dengan resolusi yang besar.

Perubahan terbesar terjadi pada tutupan kebun campuran menjadi tegakan kopi, yakni sebesar 3105.10 ha dan perubahan tutupan lahan terkecil terjadi pada tutupan semak menjadi awan dengan luas perubahan sebesar 1.13 ha. Selanjutnya, perubahan pada tutupan awan mengalami peningkatan sebesar 153.42 ha. Perubahan tutupan lahan menjadi lahan budidaya diakibatkan adanya interaksi masyarakat untuk pemenuhan sehari-hari, selain itu tanaman jenis kopi yang mengalami perubahan besar secara tutupan lahan memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Menurut hasil penelitian Wulandari *et al.*, (2014) yang menyatakan bahwa petani memilih jenis tanaman yang dikelolanya berdasarkan nilai ekonomi tanaman dan kemampuan ekonomi tersebut. Kopi merupakan jenis tanaman yang memiliki jumlah kerapatan yang tinggi di Tahura WAR setelah kaliandra (Prasetyo, 2019). Menurut Indriyanto (2014) Dominasi jenis tanaman tertentu akan menyebabkan keanekaragaman jenis tanaman di lahan tersebut akan rendah.

Tutupan lahan hasil *overlay* disajikan pada Tabel 9. Pada periode 2018-2021 menunjukkan penurunan pada lahan hutan mengalami penurunan sebesar 1138.39 ha, diikuti tutupan lahan kebun campuran yang mengalami penurunan sebesar 650.98 ha. Sedangkan pada tutupan awan terjadi peningkatan yang signifikan, yaitu sebesar 1599.80 ha. Selanjutnya, pada tutupan tanah terbuka/talang mengalami peningkatan sebesar 96.45 ha, tutupan lahan tegakan kopi juga mengalami peningkatan 82.52 ha, dan perubahan terkecil terdapat pada tutupan semak, yaitu terjadi peningkatan seluas 10.60 ha. Perubahan terbesar terjadi pada tutupan lahan kebun campuran menjadi tegakan kopi, yaitu sebesar 1494.74 ha dan untuk perubahan tutupan lahan terkecil terjadi pada tutupan lahan tanah terbuka/talang menjadi semak, yaitu sebesar 0.53 ha.

Perubahan tutupan lahan merupakan salah satu fenomena yang tidak dapat dihindari dan terjadi hampir

di seluruh bagian dunia (Susanti *et al.*, 2020). Menurut Wahyuni *et al.*, (2014) yang mempengaruhi perubahan penggunaan dan juga tutupan lahan yaitu faktor fisik lahan dan faktor ekonomi yang sangat mempengaruhi kondisi sosial dan budaya masyarakat setempat sehingga berdampak pada pola penggunaan lahan suatu daerah yang diakibatkan oleh penambahan penduduk dan peningkatan kebutuhan akan material cenderung menyebabkan persaingan dalam penggunaan lahan sehingga menyebabkan perubahan lahan.

Hasil pemantauan perubahan tutupan hutan yang terjadi di Tahura WAR mengalami peningkatan pada periode 2015-2018 seluas 1334.47 ha, namun pada periode 2018-2021 kembali mengalami penurunan seluas 1138.39 ha. Salah satu faktor penyebab adanya penurunan pada kelas lahan hutan di periode 2018-2021, yaitu adanya perubahan tutupan hutan menjadi tutupan awan seluas 1048.98 ha, selain itu pada bentang alam Tahura WAR yang terdapat kelas hutan mayoritas berada pada daerah Gunung Betung dan Gunung Pesawaran, di mana lokasi tersebut pada citra Sentinel-2A 2021 terdapat tutupan awan yang mendominasi. Menurut Fariz dan Nurhidayati (2020) salah satu tantangan dari pemetaan penutup lahan di Indonesia adalah tutupan awan yang menutupi ketampakan tutupan lahan. Perbedaan luasan hasil klasifikasi dapat terjadi karena adanya tutupan awan dan bayangan awan, perbedaan nilai piksel pada citra dan penentuan *training area* (Koman, 2021).

**Tabel 8.** Tren Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2015-2018

Kelas Tutupan Lahan	Tahun 2018							Perubahan Tutupan lahan (ha)	
	Hutan (ha)	Kebun Campuran (ha)	Semak (ha)	Tanah Terbuka/Talang (ha)	Tegak Kopi (ha)	Awan (ha)	Grand Total (ha)		
Tahun 2015	Hutan (ha)	6157.12	698.79	28.44	53.69	741.93	77.82	7757.79	+1334.47
	Kebun Campuran (ha)	2764.08	5341.54	304.80	59.09	3105.10	63.00	11637.61	-5068.36
	Semak (ha)	24.20	71.64	11.72	2.11	56.42	1.13	167.23	+197.31
	Tanah Terbuka/Talang (ha)	15.74	35.54	4.74	11.61	100.52	2.13	170.28	-15.27
	Tegakan Kopi (ha)	131.12	421.74	14.84	28.51	1360.88	9.33	1966.43	+3398.43
	Awan (ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	+153.42
	Grand Total (ha)	9092.26	6569.26	364.54	155.01	5364.85	153.42	21699.33	

**Tabel 9.** Tren Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2018-2021

Kelas Tutupan Lahan	Tahun 2021						Grand Total (ha)	Perubahan Tutupan lahan (ha)	
	Awan (ha)	Hutan (ha)	Kebun Campuran (ha)	Semak (ha)	Tanah Terbuka/Talang (ha)	Tegakan Kopi (ha)			
Tahun 2018	Awan (ha)	26.58	57.54	22.90	4.57	3.21	38.62	153.42	+1599.80
	Hutan (ha)	1048.98	5659.74	1126.80	36.22	140.01	1080.51	9092.26	-1138.39
	Kebun Campuran (ha)	373.16	1309.57	3127.12	233.73	30.93	1494.74	6569.26	-650.98
	Semak (ha)	38.04	39.85	157.71	53.86	1.95	73.13	364.54	+10.60
	Tanah Terbuka/Talang (ha)	17.91	40.12	14.16	0.53	22.41	59.88	155.01	+96.45
	Tegak Kopi (ha)	248.54	847.05	1469.58	46.24	52.95	2700.49	5364.85	+82.52
	Grand Total (ha)	1753.22	7953.87	5918.27	375.14	251.46	5447.37	21699.33	

#### IV. Kesimpulan

Klasifikasi tutupan lahan Tahura WAR dibagi menjadi 6 kelas tutupan lahan, yaitu hutan, kebun campuran, tegakan kopi, tanah terbuka/talang, semak dan awan. Tutupan lahan hutan pada periode 2015-2018 mengalami kenaikan serta mengalami penurunan pada periode 2018-2021. Selanjutnya, pada kebun campuran selalu mengalami penurunan pada periode tahun 2015-2018 dan 2018-2021. Tutupan lahan tegakan kopi setiap tahun cenderung mengalami peningkatan dimana pada periode 2015-2018 peningkatan terjadi secara signifikan yaitu sebesar 3398.43 ha.

Tutupan hutan, kebun campuran dan tegakan kopi merupakan tutupan yang mendominasi serta mengalami perubahan yang fluktuatif dibanding dengan tutupan lainnya. Pada blok lainya di Tahura WAR tegakan kopi mengalami peningkatan yang paling besar pada periode 2015-2018. Tutupan hutan di blok pada periode 2015-2018 mengalami peningkatan, sedangkan pada periode 2018-2021 mengalami penurunan pada setiap blok.

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami tujukan kepada UPTD Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman (Tahura WAR) yang telah membantu pelaksanaan penelitian mengenai Pemanfaatan *platform Google Earth Engine* dalam Pemantauan Perubahan Tutupan Lahan di Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman sehingga pelaksanaan penelitian ini bisa berjalan dengan lancar.

#### Daftar Pustaka

Arison dang, V., Sudarsono, B., dan Prasetyo, Y. (2015). Klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode segmentasi berbasis algoritma multiresolusi (Studi kasus Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat) (Doctoral dissertation, Diponegoro University).  
Astriani, H., Santoso, K. B., Prasetya, R., Utomo, S. D., Juniandari, V. C., dan

Kamal, M. (2018). Perbandingan Citra Landsat 8 OLI dan Sentinel 2-A untuk Estimasi Stok Karbon Kelapa Sawit (*Elais Guineensis Jacq*) di Wilayah PT. Perkebunan Nusantara VII Unit Rejosari, Natar, Kabupaten Lampung Selatan. Seminar Nasional Geomatika. 21-28.

Dhawangkhar, M. (2017). Prediksi Intensitas Hujan Kota Surabaya dengan Matlab menggunakan Teknik Random Forest dan CART (Studi Kasus Kota Surabaya) (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

Fariz, T. R., Daeni, F., dan Sultan, H.(2021a). Pemetaan Perubahan Penutup Lahan Di Sub-DAS Kreo Menggunakan Machine Learning Pada Google Earth Engine. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(2), 85-92.

Fariz, T. R., Permana, P. I., Daeni, F., dan Putra, A. C. P. (2021b). Pemetaan ekosistem mangrove di Kabupaten Kubu Raya menggunakan machine learning pada Google Earth Engine. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian*, 18(2).

Fariz, T. R., dan Nurhidayati, E. (2020). Mapping Land Coverage in the Kapuas Watershed Using Machine Learning in Google Earth Engine. *GEOSPATIAL INFORMATION*, 4(2).

Fuady, A., dan Jauhari, A. (2019). Analisis Perubahan Penutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat di Taman Hutan Raya Sultan Adam. *Jurnal Sylva Scientiae*, 1(2),184-192.

Handoko dan Darmawan, A. (2015). Perubahan Tutupan Hutan Di Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman (Tahura War). *Jurnal Sylva Lestari*, 3(2), 43-52.

Indriyanto. 2014. *Ekologi Hutan*. Penerbit Bumi Aksara, Jakarta. 210 hlm.

Jaya, I. N. S., dan Etyarsah, S. (2021) Analisis Citra Digital Perspektif Penginderaan Jauh untuk

- Pengelolaan Sumber Daya Alam (Vol. 1). PT Penerbit IPB Press.
- Jia, K., Xiangqin, W., Xingfa, G., Yunjun, Y., Xianhong, X. dan Bin, L. (2014). Land cover classification using landsat 8 operational land imager data in beijing, china. *Geocarto International Journal*, 29, 941-951.
- Koman, W. A. F., Janur, A., Putri, F. N. I. D., dan Pratiwi, G. (2021). Perbandingan Metode Otomatisasi Supervised Machine Learning terhadap Perubahan Tutupan Lahan. *Prosiding Forum Ilmiah Tahunan (FIT)-Ikatan Surveyor Indonesia (ISI)*. 301-307
- Kumar, L., dan Mutanga, O. (2018). Google Earth Engine applications since inception: Usage,trends, and potential. *Remote Sensing*, 10(10), 1509.
- Menteri Sekretaris Negara Republik Indonesia. (1990). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 1990 Tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistem nya. Jakarta : Kepala Biro Hukum dan Perundang-undangan.
- Rafsenja, U., Muh, L.,Jaya, G., Sawaludin., dan Rahim S. (2020). Analisis Perbandingan Citra Landsat 8 dan Citra Sentinel 2-A untuk Mengidentifikasi Sebaran Mangrove. *Jurnal Geografi Aplikasi Dan Teknologi* ,4(01), 63-70.
- Susanti Y., Syarifudin, dan Muhammad H. (2020). Analisa Perubahan Penggunaan Lahan di Daerah Aliran Sungai Serayu Hulu Dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 13(1), 23-30.
- UPTD Tahura WAR .(2017). Blok Pengelolaan Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman. Provinsi Lampung. Dinas Kehutanan Provinsi Lampung 73 hlm. Tidak dipublikasi.
- Wahyuni, S., Hardy,J., dan Benny,H. (2014). Analysis of Land Use and Land Cover Change year 2003 and 2013 in Dairi Regency. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(4), 1310-1315.
- Wulandari, C., Budiono, P., Yuwono, S. B., dan Herwanti, S. (2014). Adoption of Agro-forestry Patterns and Crop Systems Around Register 19 Forest Park, Lampung Province, Indonesia .*Jurnal Manajemen Hutan Tropika*,20(2), 86-93.
- Wulansari, H. (2017). Uji Akurasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Dengan Menggunakan Metode Defuzzifikasi Maximum Likelihood Berbasis Citra Alos Avnir-2. *BHUMI: Jurnal Agraria dan Pertanahan*, 3(1), 98-110.