

Kelompok Bidang: Ekowisata dan Jasa Lingkungan, Sosek Kehutanan, Pemanfaatan SIG & Remote Sensing, Hasil Hutan Bukan Kayu dan Teknologi Kehutanan

Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan Sebagai Dasar Strategi Pengelolaan Hutan (Studi Kasus Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung Batutegi Lampung)

Oleh

Ahmad Rizaldi¹, Arief Darmawan¹, Hari Kaskoyo¹, Hilmi Mubarok²

¹Jurusan Kehutanan, Universitas Lampung (Jl. Prof Soemantri Brojonegoro No.1 Gedung Meneng Kedaton Bandar Lampung 35144),

²Yayasan Inisiasi Alam Rehabilitasi Indonesia (Jl. Curug Nangka Kp. Sinarwangi, RT. 04/05, Sukajadi, Tamansari, Bogor, Jawa Barat 16610)
ahmad.rizaldi16@gmail.com

ABSTRAK

Data perubahan tutupan lahan sangat diperlukan untuk pengelolaan kawasan hutan terutama dalam menentukan strategi pengelolaan, perencanaan serta pemantauan hutan yang lebih baik. Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Batutegi merupakan satu dari banyak KPH di Indonesia yang melaksanakan program Perhutanan Sosial (PS) pemerintah sehingga di areal kerjanya terdapat beberapa Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) yang menerapkan pola budidaya tanaman kopi secara agroforestri. Program PS memerlukan sistem pemantauan yang memastikan bahwa program ini berdampak terhadap meningkatnya kualitas tutupan vegetasi. Pemanfaatan data penginderaan jauh dapat mengisi kebutuhan ini di mana sebaran tutupan lahan dan sebaran vegetasi yang ada dapat dipantau secara periodik. Penelitian ini bertujuan untuk melihat kerapatan dari tutupan lahan di KPHL Batutegi sebagai dasar strategi pengelolaan selanjutnya. Teknik *NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)* merupakan transformasi citra spektral untuk menganalisis sebaran vegetasi. Hasil *differencing NDVI* terlihat dinamis dan beragam, khususnya pada kawasan KPHL Batutegi yang berada di *resort* Banjaran, Batulima dan Ulu Semong mulai dari tahun 2002 – 2021 menggunakan citra satelit multispektral Landsat karena adanya luasan yang menurun (*decrease*), tidak ada perubahan (*no change*) dan peningkatan (*increase*). Keberadaan KPH diharapkan dapat melaksanakan kebijakan yang baik sebagai kelembagaan di tingkat tapak. Pelaksanaan kebijakan Perhutanan Sosial harapannya dapat memberikan akses pemanfaatan hutan dan penyadartahuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui data perubahan lahan sebagai landasan pengambilan keputusan. Pengelolaan kawasan berdasarkan sebaran vegetasi dapat dilakukan juga melalui penguatan fungsi Gapoktan dalam program kemitraaan dan mampu menerapkan sistem agroforestri untuk mengoptimalkan hasil pengelolaan lahan antara budidaya tanaman pertanian dan kehutanan.

Kata Kunci: *Perubahan Tutupan Lahan, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Strategi Pengelolaan, KPHL Batutegi*

ABSTRACT

Data on land cover changes is very necessary for forest area management, especially in determining better forest management, planning and monitoring strategies. The Batutegi Protection Forest Management Unit (KPHL) is one of many KPHs in Indonesia that implement the government's Social Forestry (PS) program so that in its working area there are several Associations of Farmer Groups (Gapoktan) that apply the pattern of coffee cultivation in agroforestry. The PS program requires a monitoring system that ensures that the program has an impact on improving the quality of vegetation cover. Utilization of remote sensing data can fill this need where the distribution of land cover and the distribution of existing vegetation can be monitored periodically. This study aims to look at the density of land cover in the Batutegi KPHL as the basis for further

SEMINAR NASIONAL

Konservasi untuk Kesejahteraan Masyarakat II

Fakultas Kehutanan Universitas Kuningan

Kamis, 28 Oktober 2021

management strategies. The NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) technique is a spectral image transformation to analyze the distribution of vegetation. The results of the NDVI differencing look dynamic and varied, especially in the Batutegi KPHL area located at the Banjaran, Batulima and Ulu Semong resorts starting from 2002 - 2021 using Landsat multispectral satellite imagery because of the declining area, no change, and increase (increase). The existence of FMUs is expected to be able to implement good policies as institutions at the site level. The implementation of the Social Forestry policy is expected to provide access to forest use and awareness to improve community welfare through land change data as a basis for decision making. Area management based on vegetation distribution can also be done through strengthening the function of Gapoktan in partnership programs and being able to apply agroforestry systems to optimize land management results between agricultural and forestry cultivation.

Keyword: *Land Cover Change, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Management Strategy, KPHL Batutegi*

PENDAHULUAN

Data perubahan tutupan lahan sangat diperlukan untuk pengelolaan kawasan hutan dalam menentukan strategi pengelolaan dan perencanaan serta pemantauan hutan yang lebih baik. Pemanfaatan citra satelit multispektral untuk melihat perubahan tutupan lahan dalam pengelolaan kawasan hutan juga sudah banyak dilakukan (Tunggadewi *et al*, 2014). Khususnya dalam pengelolaan kawasan tingkat tapak, Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Batutegi yang melaksanakan program Pehutanan Sosial (PS) dapat menggunakan data penginderaan jauh (*remote sensing*) untuk memperoleh data dan informasi tutupan lahan untuk melakukan pemantauan sebagai pelaksanaan pemantauan hutan (Julianto *et al*, 2020).

Program PS memerlukan implementasi yang tepat dan berdampak dalam peningkatan kualitas tutupan vegetasi. KPHL Batutegi terdapat beberapa Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) yang menerapkan pengelolaan lahan garapan dengan pola budidaya tanaman kopi secara agroforestri. Keberadaan Gapoktan ditujukan bagi masyarakat sekitar kawasan hutan untuk mendukung program PS yang salah satunya adalah Hutan Kemasyarakatan (HKm). HKm adalah salah satu program pemberdayaan masyarakat sekitar hutan untuk mendapatkan manfaat sumberdaya hutan secara optimal dan adil (Asgar dan Bonita, 2019) serta dapat menerapkan sistem tanam multiguna sehingga bisa mensejahterakan hidup dari keanekaragaman tanaman yang dihasilkan (Ayu *et al*, 2015).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sebaran tutupan lahan dan kerapatan vegetasi yang ada di KPHL Batutegi sebagai dasar strategi pengelolaan hutan. Menggunakan teknologi penginderaan jauh yang dapat menganalisis sebaran vegetasi dan dilihat perubahan vegetasi secara periodik. Informasi tersebut diharapkan dapat membantu dalam pengambilan kebijakan dan usaha pengelolaan kawasan yang lebih baik.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kawasan Hutan Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Batutegi, Tanggamus, Provinsi Lampung pada Bulan April – Juli tahun 2021. Luas areal kelola KPHL Batutegi ± 58.174 ha. Kawasan KPHL Batutegi sebagian besar merupakan *catchment area* bendungan Batutegi yang

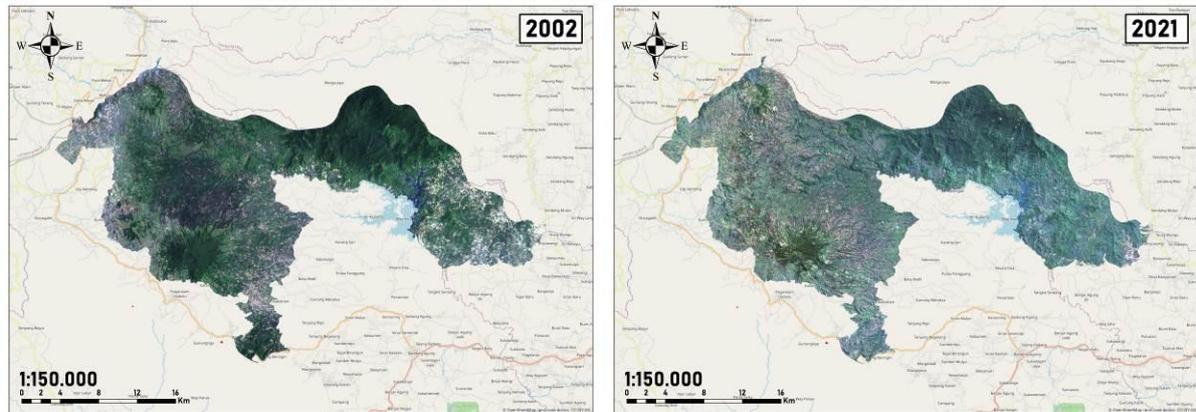
SEMINAR NASIONAL

Konservasi untuk Kesejahteraan Masyarakat II

Fakultas Kehutanan Universitas Kuningan

Kamis, 28 Oktober 2021

menjadi salah satu area penting di Provinsi Lampung. Areal ini terdiri dari kawasan hutan seluas ± 35.711 ha (82,28%) dan areal penggunaan lainnya seluas ± 7.693 ha (17,72%) (RPJP KPHL Batuteги, 2014).



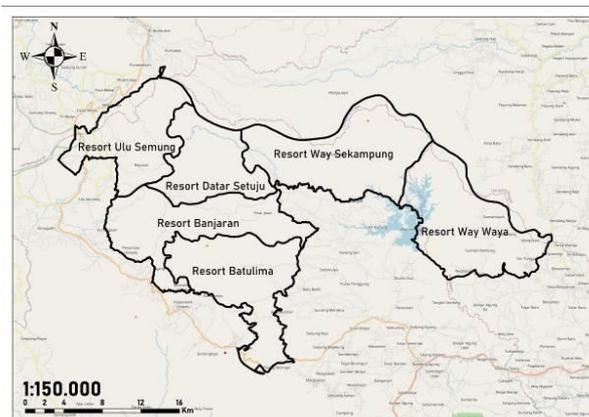
Gambar 1 dan 2. Lokasi Penelitian KPHL Batuteги Landsat 7 (kiri) dan Landsat 8 (Kanan)

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan adalah Laptop, kamera, *GPS (Geophysical Position System)*, *Handphone Android*, dan software pendukung meliputi *ArcGIS 10.8*, *Google Earth Engine*, *Microsoft excel*, serta alat pendukung lainnya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Citra Satelit Landsat 7 dan 8 tahun 2002, 2014 dan 2021.

Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari persiapan, pengolahan dan tahap analisis. Tahap pertama, yaitu persiapan pengumpulan studi literatur dan pengumpulan data spasial dan data atribut. Pengumpulan data yang dibutuhkan dalam penelitian mulai dari citra dan batas wilayah kerja. Tahap Kedua, yaitu pengelolaan dari penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman yang tersedia di *Google Earth Engine*, mulai dari *input data citra (Landsat 7 dan Landsat 8)*, batas wilayah kerja KPHL Batuteги dan proses *cloud masking* pada citra yang tertutup awan, lalu dilaksanakan tahap analisis berdasarkan data yang tersedia menggunakan aplikasi *arcGis 10.8*.



Gambar 3. Peta Batas Resort KPHL Batuteги

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Indeks vegetasi adalah besaran nilai kehijauan yang didapat dari gelombang cahaya sensor satelit (Mangiri, 2018). Indeks vegetasi digunakan untuk melihat sebaran vegetasi yang ada di suatu areal kerja menggunakan model algoritma *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*. Indeks ini akan menunjukkan sebaran indeks kehijauan vegetasi atau aktivitas fotosintesis vegetasi dari refleksi gelombang cahaya yang berbeda beda (Andini *et al*, 2018). Vegetasi yang bernilai tinggi akan menyerap sebagian besar gelombang merah sinar matahari dan mencerminkan inframerah dekat lebih tinggi (Artaningh *et al*, 2020).

Nilai NDVI dihitung dari selisih *pixel - pixel* antara kanal merah (RED) dan inframerah dekat (NIR) pada citra dengan rumus:

$$NDVI = (NIR-RED)/(NIR+RED)$$

Persamaan 1. Rumus Perhitungan Nilai Indeks Vegetasi

Analisis data dilakukan dengan menggunakan citra satelit Landsat 7 dan Landsat 8. Citra Landsat 7 digunakan untuk mencari data tahun 2002 dan 2009, sedangkan Citra Landsat 8 untuk mencari data tahun 2014 dan 2021.

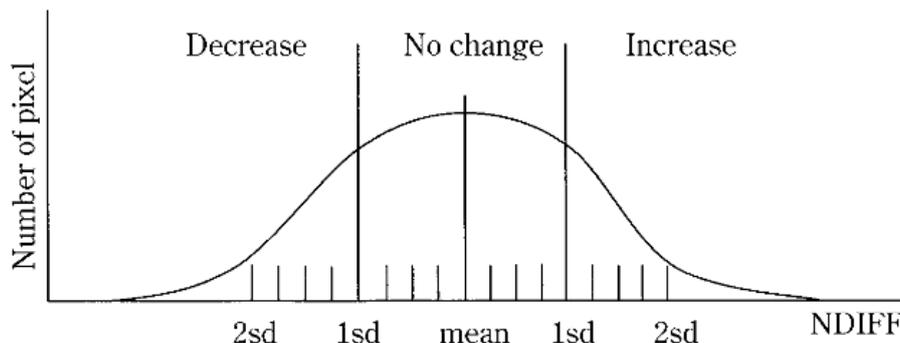
Tabel 1. Sumber data dan Band yang digunakan

No.	Tahun	Satelit	Band
1.	2002	Landsat 7 ETM	Band 4 (NIR) dan Band 3 (RED)
2.	2014	Landsat 8 OLI	Band 5 (NIR) dan Band 4 (RED)
3.	2021	Landsat 8 OLI	Band 5 (NIR) dan Band 4 (RED)

Tutupan lahan diidentifikasi menggunakan NDVI untuk menunjukkan sebaran kehijauan vegetasi di suatu tempat (Putra, 2011). Kriteria tutupan vegetasi yang dihasilkan berlandaskan pada transformasi indeks hasil pengelolaan di GEE dengan data pengecekan lapangan (*Ground check*) (Santoso *et al*, 2017).

Vegetation Index Differencing (VIDN)

Setelah mendapatkan data masing NDVI masing masing, maka selanjutnya adalah mencari *Vegetation Index Differencing (VIDN)*. VIDN merupakan nilai perolehan dari pengurangan interval waktu yang berbeda (Cahyono *et al*, 2019).



Gambar 4. Kurva Interval Nilai Ambang batas (*Threshold*) NDVI (Darmawan *et al*, 2009)

VIDN ini digunakan untuk mendapatkan informasi perubahan vegetasi dalam interval waktu tertentu. Nilai ambang batas (*threshold*) digunakan dalam mengidentifikasi perubahan vegetasi yang terjadi dalam interval waktu tertentu untuk melihat apakah ada penurunan (*decrease*), tidak ada perubahan (*no change*) dan peningkatan (*increase*) nilai vegetasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Persebaran Nilai NDVI

Pada Penelitian ini, kategori vegetasi diklasifikasikan dalam 3 kategori, yaitu menurun (*decrease*), tidak ada perubahan (*no change*) dan meningkat (*increase*). Hasil NDVI dari pengolahan data digunakan untuk menunjukkan deteksi perubahan vegetasi dari interval waktu 2002 – 2014 dan 2014 – 2021 yang ada di KPHL Batutege. Perubahan indeks vegetasi kehijauan menunjukkan jika semakin hijau maka nilai NDVI semakin tinggi (Artaningh *et al*, 2020). Tingkat kehijauan ini diakibatkan karena adanya penerimaan cahaya merah oleh klorofil pada tumbuhan, sehingga semakin banyak tumbuhan di suatu daerah tersebut maka nilai kecerahan yang diterima sensor satelit semakin tinggi (Safitri dan Giofandi, 2019).

Tabel 2. Tabel Indeks Vegetasi

Tahun	Standar Deviasi	Min	Max	Mean
2002-2014	0,083	-0,358	0,801	0,489
2014-2021	0,066	-0,914	0,479	0,0321

Hasil nilai vegetasi setelah dilakukan proses VIDN dalam 2 interval waktu yang berbeda, menghasilkan nilai yang berbeda. Standar deviasai (Sd) pada interval waktu 2002-2014 menunjukkan nilai 0,083 dan pada interval waktu 2014-2021 dengan nilai 0,066. Sedangkan nilai min dan max memiliki interval nilai dari -1 sampai dengan 1 karena nilai interval tersebut menunjukkan nilai kehijauan dari tangkapan gelombang elektromagnetik citra satelit NASA (2000) pada Prayogi *et al* (2019).

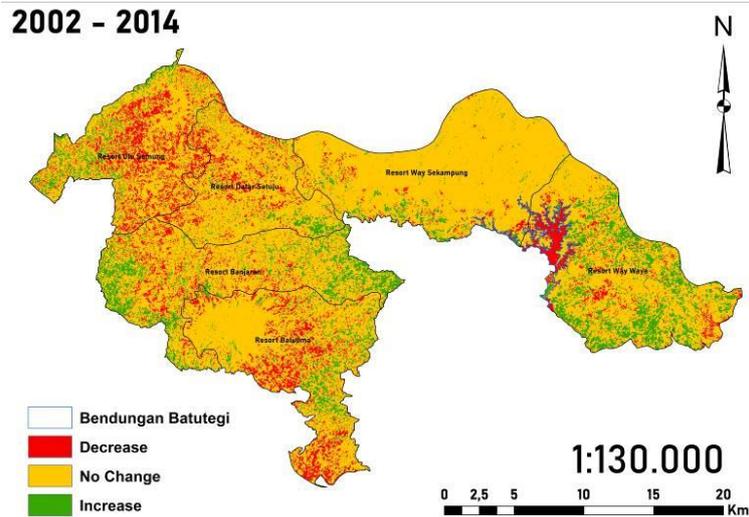
Luasan Deteksi Perubahan

Tabel 3. Luas Perubahan Vegetasi

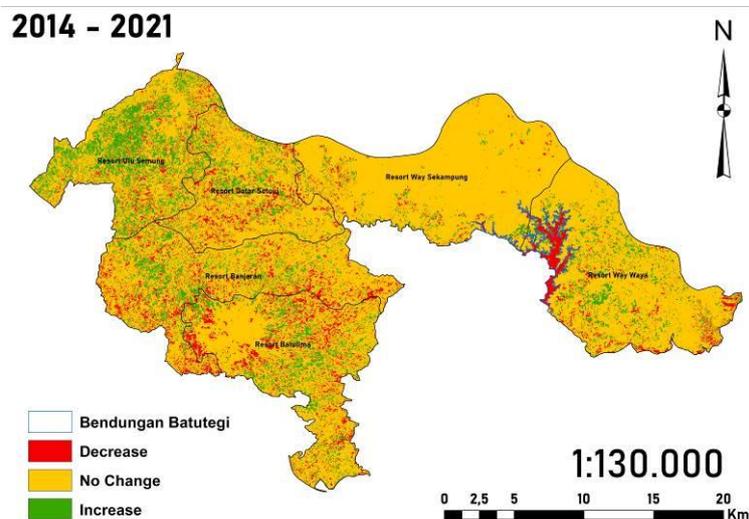
Kategori	Perubahan Luas Vegetasi (Ha)			
	Interval Waktu			
	2002-2014	%	2014-2021	%
Decrease	7.352,09	12,06	4.453,96	7,31
No Change	46.511,69	76,31	49.369,36	81,00
Increase	7.085,81	11,63	7.126,27	11,69

Hasil perubahan vegetasi menunjukkan adanya penurunan (*decrease*) luasan vegetasi sekitar 7.352,09ha (12,06%) pada tahun 2002-2014 dan 4.453,96ha (7,31%) pada tahun 2014-2021. Sedangkan terjadi peningkatan (*increase*) vegetasi seluas 7085,81ha (11,63%) pada tahun 2002-2014 dan 7.126,27ha (11,69%)

pada tahun 2014-2021. Hasil ini menunjukkan adanya dinamika perubahan vegetasi di KPHL Batutegei. Kawasan KPHL Batutegei juga di dalamnya terdapat sebagian wilayah waduk Batutegei sekitar ±575ha atau sekitar ±1% dari total keseluruhan luasan kawasan KPHL Batutegei (±60.000ha) berdasarkan hasil pengelolaan data.



Gambar 5. Deteksi Perubahan Vegetasi Tahun 2002 – 2014



Gambar 6. Deteksi Perubahan Vegetasi Tahun 2014 – 2021

Tabel 4. Interval Nilai Indeks Vegetasi (NDVI)

Kategori	Interval Nilai Indeks Vegetasi (NDVI)			
	Tahun		Tahun	
	2002-2014		2014-2021	
Decrease	-0,358	0,406	-0,914	-0,033
No Change	0,406	0,573	-0,033	0,093
Increase	0,573	0,898	0,093	0,598

Nilai NDVI pada gambar warna merah menunjukkan adanya penurunan vegetasi, kuning tidak ada perubahan dan hijau adanya peningkatan vegetasi. Berdasarkan hasil tersebut perubahan yang terjadi di KPHL Batutege banyak terjadi perubahan di resort Ulu Semong dan Resort batulima. Pada tahun 2002 – 2014 mengalami penurunan vegetasi dan pada tahun 2014 – 2021 mengalami kenaikan vegetasi. Hal ini menunjukkan bahwa di beberapa resort seperti Ulu Semong, Banjarn dan Batulima banyak mengalami perubahan sedangkan di sebagian resort seperti di resort sekampung tidak banyak mengalami perubahan. KPHL Batutege juga terdapat Blok Inti, khususnya di resort Way Sekampung dan di resort Batulima, perubahan yang signifikan dapat dilihat di resort batulima mulai dari tahun 2002 – 2021 banyak mengalami penurunan. Sedangkan sebagian wilayah blok inti pada resort way sekampung tidak banyak mengalami perubahan (*no change*) melainkan hanya terjadi sedikit mengalami penurunan (*decrease*) dan peningkatan (*increase*). Peningkatan sebaran nilai indeks vegetasi ini bisa disebabkan karena adanya perbedaan citra yang digunakan pada tahun yang berbeda. Nilai nilai NDVI juga dipengaruhi beberapa faktor karena menurut Segah, (1999) dalam Lufilah *et al* (2017) faktor yang mempengaruhi tersebut seperti sudut matahari, topografi, efek atmosfer dan kondisi awan.

Strategi Pengelolaan

Berdasarkan hasil dari perubahan vegetasi, kawasan hutan KPHL Batutege memiliki nilai indeks vegetasi yang cukup beragam. Mulai dari penurunan sampai peningkatan vegetasi pada kawasan hutan KPHL Batutege. Pengelolaan menggunakan penginderaan jauh dapat memberikan efektivitas dalam menganalisis keadaan vegetasi untuk penentuan pelaksanaan pengelolaan yang lebih baik (Safitri dan Giovandi, 2019). Khususnya secara visual dapat dilihat pada peta hasil sebaran nilai NDVI dari tahun 2002 – 2021, resort Ulu Semong, Datar Setuju, Banjarn dan Batulima perlu ditingkatkan nilai indeksnya melalui program – program PS yang dapat berdampak pada tutupan lahan karena banyak perubahan yang terjadi di daerah tersebut.

Perubahan tutupan lahan dan sebaran vegetasi di KPHL Batutege yang menunjukkan keberagaman perubahan perlu adanya pola pola pengelolaan bersama masyarakat. Adanya Gapoktan menjadi momentum yang baik untuk meningkatkan pengelolaan dalam bentuk kerjasama yang lebih baik. KPHL sebagai pelaksana program PS dapat memperkuat kelembagaan masyarakat dan meningkatkan partisipasi secara aktif untuk pengelolaan lahan di kawasan. Ketika kerjasama itu terbentuk, dampak tersebut dapat dilihat dari adanya kondisi tutupan lahan yang lebih baik serta adanya peningkatan pendapatan yang diperoleh masyarakat (Asgar dan Bonita, 2019).

Bentuk kerjasama ini juga perlu ditegaskan untuk meningkatkan pola agroforestri sebagai sistem pengelolaan antara budidaya tanaman dan kehutanan atau yang lainnya. Sistem agroforestri ini dapat dioptimalkan dengan penggabungan pola jenis pohon cepat tumbuh atau pohon yang memiliki banyak fungsi (*Multi Purpose Tree Species*) seperti buah-buahan. Khususnya pada lahan kopi monokultur yang diharapkan dapat membantu penggunaan lahan secara berkelanjutan dan memperbaiki kebutuhan masyarakat (Santoso *et al*, 2017). Pola agroforestri ini dapat juga diterapkan dengan sistem kerjasama tergantung kesepakatan bersama

SEMINAR NASIONAL

Konservasi untuk Kesejahteraan Masyarakat II

Fakultas Kehutanan Universitas Kuningan

Kamis, 28 Oktober 2021

masyarakat perihal tanaman apa yang dibutuhkan untuk pengelolaan kawasan.

KESIMPULAN

Perubahan tutupan lahan berdasarkan sebaran nilai indeks vegetasi yang terjadi di KPHL Batutegi dari tahun 2002-2021 menunjukkan nilai yang dinamis dan beragam. Berdasarkan hasil tersebut, pengelolaan kawasan melalui program kemitraan harapannya dapat meningkatkan pola agroforestri dengan menanam tanaman pertanian dengan kehutanan secara optimal lalu melakukan pemantauan hutan menggunakan penginderaan jauh untuk landasan pengelolaan hutan yang lebih baik dan efisien serta berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak *Google* yang memberikan akses *Google Earth Engine* secara *free access*, Pihak Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Batutegi yang sudah memberikan izin untuk pelaksanaan penelitian serta pihak PT. Nestle Indonesia dan Yayasan Inisiasi Alam Rehabilitasi Indonesia (YIARI) yang sudah membantu berjalannya penelitian juga para pembimbing yang telah menyediakan waktu dan pikirannya serta semua pihak yang telah mendukung selesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini, S. W., Prasetyo, Y. dan Sukmono, A. 2018. Analisis Sebaran Vegetasi dengan Citra Sentinel Menggunakan Metode NDVI dan Segmentasi (Studi Kasus: Kabupaten Demak). *Jurnal Geodesi UNDIP*. 7(1): 14-24.
- Artaningh, F., Anggraini, T. S., Sihotang, E., Sakti, A. D. dan Agustan. 2020. Analisis Data Sentinel 2 untuk Mendukung Pariwisata Kawasan Wakatobi. *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia*. 2(2): 25-31.
- Asgar, L. P. W. dan Bonita, M. K. 2019. Studi Pendapatan Masyarakat Pengelola Hutan Kemasyarakatan (Hkm) di Desa Senggigi Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Silva Samalas*. 2(2): 126-129.
- Ayu, H. Y., Qurniati, R. dan Hilmanto, R. 2015. Analisis Finansial dan Komposisi Tanaman dalam Rangka Persiapan Pengajuan Izin Hkm (Studi Kasus Desa Margosari Kecamatan Pagelaran Utara Kabupaten Pringsewu). *Jurnal Sylva Lestari*. 3(1): 31-40.
- Cahyono, B. E., Febriawan, E.B. dan Nugroho, A.T. 2019. Analisis Tutupan Lahan Menggunakan Metode Klasifikasi Tidak Terbimbing Citra Landsat di Sawahlunto, Sumatera Barat.
- Darmawan, A., Prasetyo, L.B. dan Tsuyuki, S. 2009. Monitoring Agricultural Expansion during Economic Crisis in Indonesia: A Case Study of the Rawa Danau Nature Reserve. *Japan Society of Forest Planning*. 14: 53-66.
- Julianto, F. D., Putri, D. P. D. dan Safi'i, H. H. 2020. Analisis Perubahan Vegetasi dengan Data Sentinel 2 menggunakan Google Earth Engine (Studi Kasus Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta). *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia* 2 (2): 13-18.
- KPHL Batutegi (Kesatuan Pengelolaan Hutan Batutegi). 2014. *Rencana Pengelolaan Hutan Jangka Panjang (RPHJP) Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Batutegi Tahun 2014-2023*. Buku. Dinas Kehutanan Provinsi Lampung. Lampung.

SEMINAR NASIONAL

Konservasi untuk Kesejahteraan Masyarakat II

Fakultas Kehutanan Universitas Kuningan

Kamis, 28 Oktober 2021

- Lufilah, S. N., Makalew, A. D. N. dan Sulistyantara, B. 2017. Pemanfaatan Citra Landsat 8 untuk Analisis Indeks Vegetasi di DKI Jakarta. *Jurnal Lanskap Indonesia*. 9(1): 73-80.
- Mangiri, I. 2018. Analisis Tata Guna Lahan Lahan Di Kabupaten Soppeng Berbasis GIS Menggunakan Citra Sentinel 2. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin.
- Prayogi, S., Sunaryo, D.K. dan Yuliananda, A. 2019. Pemanfaatan Algoritma NDVI dan NDMI untuk Analisis Deforestasi dan Kerapatan Vegetasi Kawasan Hutan Menggunakan Citra Landsat 8 OLI Tahun 2015 – 2018. *Institut Teknologi Malang*.
- Putra, E. H. (2011). *Penginderaan Jauh dengan ERMapper*. Buku. Yogyakarta: Graha Ilmu. 287pp.
- Safitri, Y. dan Giofandi, E. A. 2019. Pemanfaatan Citra Multi Spektral Landsat 8 OLI dan Sentinel 2A dalam Menganalisis Degradasi Vegetasi Hutan dan Lahan (Studi Kasus: Cagar Alam Rimbo Panti, Pasaman). *Jurnal Swarnabhumi*. 4(2): 115-121.
- Santoso,T., Riniarti, M. dan Febryano, I. G. 2017. Identifikasi Perubahan Tutupan dan Penggunaan Lahan Sebagai Dasar Penentuan Strategi Pengelolaan KPHP Way Terusan. *Jurnal EnviroScientiae*. 13(3): 208-217.
- Segah, H. 1999. Kajian akurasi citra Landsat-TM yang didukung citra NOAA-AVHRR dalam mendeteksi perubahan penutupan lahan areal proyek pengembangan lahan gambut (PLG) sejuta hektar di Propinsi Kalimantan Tengah [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Tunggadewi AT, Syaufina L dan Puspaningsih N, 2014. Pemanfaatan Penginderaan Jauh untuk Estimasi Stok Karbon di Area Reklamasi PT. Antam Ubpe, Pongkor, Kabupaten Bogor. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 4 (1): 49–59.