

DETEKSI KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-2 DI KABUPATEN WAY KANAN PROVINSI LAMPUNG

*PALM OIL VEGETATION DETECTION USING SENTINEL-2 SATELLITE IMAGE
IN WAY KANAN DISTRICT, LAMPUNG PROVINCE*

Wahyu Kurniawan¹, Arief Darmawan², dan Afif Bintoro³

1. Jurusan Kehutanan,, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
2. Jurusan Kehutanan,, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
3. Jurusan Kehutanan,, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

ABSTRACT

Deforestation is a major environmental problem in the tropical country that also related to the increasing of greenhouse gas (GHG) emissions. One of the causes of deforestation is the conversion of forest land into oil palm plantations. Remote sensing technology is increasingly being used to evaluate and monitor such resources. Different techniques to improve accuracy in remote sensing image analysis is needed to monitoring the development of oil palm plantations. The aim of this research is to compare two techniques for detecting oil palm plantations using satellite image. This research was conducted in November 2020 in Way Kanan Regency, Lampung Province. This study used the Sentinel-2 satellite image of Way Kanan district of 2019. Sentinel-2 satellite image has quite good (medium to high) spatial resolution, is cost effective and the processing process is quite easy. The data was processed using the Maximum-Likelihood Classification (MLC) algorithm and the Object-Oriented Classification (OOC) algorithm. The results showed that the best technique to detect oil palm plantationis using the OOC algorithm.

Keywords; *Palm Oil Detection Techniques; Maximum Likelihood Classification; Object Oriented Classification; Satellite Image*

ABSTRAK

Deforestasi merupakan masalah lingkungan utama di negara tropis yang juga terkait dengan peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK). Salah satu penyebab terjadinya deforestasi adalah konversi hutan menjadi perkebunan kelapa sawit. Teknologi penginderaan jauh semakin banyak digunakan untuk mengevaluasi dan memantau sumber daya tersebut. Berbagai teknik untuk meningkatkan akurasi dalam analisis citra penginderaan jauh diperlukan untuk memantau perkembangan perkebunan kelapa sawit. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dua teknik pendeteksian perkebunan kelapa sawit dengan menggunakan citra satelit. Penelitian ini dilakukan pada Bulan November 2020 di Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung. Penelitian ini menggunakan citra satelit Sentinel-2 Kabupaten Way Kanan Tahun 2019. Citra satelit Sentinel-2 memiliki resolusi spasial yang cukup baik (medium to high), hemat biaya dan proses pengolahannya cukup mudah. Pengolahan

data menggunakan algoritma *Maximum-Likelihood Classification* (MLC) dan algoritma *Object-Oriented Classification* (OOC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik terbaik untuk mendeteksi perkebunan kelapa sawit menggunakan algoritma OOC.

Kata kunci; Teknik Deteksi Sawit; *Maximum Likelihood Classification*; *Object Oriented Classification*; Citra Satelit

Penulis untuk korespondensi : Wahyu.kurniawan10760@gmail.com

PENDAHULUAN

Hutan merupakan sistem sumber daya alam yang memberi manfaat multiguna baik berupa kayu maupun non kayu serta memberikan manfaat dari segi ekonomi dan sosial (Aji *et al.*, 2018, Kartila *et al.*, 2018). Namun masih banyak masyarakat yang belum sadar akan pentingnya fungsi hutan bagi sistem penyangga kehidupan. Peningkatan jumlah penduduk menyebabkan masyarakat membuka lahan hutan sehingga alih fungsi lahan semakin meningkat (Faradhana *et al.*, 2019). Salah satu penyebab kerusakan hutan yaitu adanya alih fungsi lahan hutan menjadi perkebunan kelapa sawit.

Sawit merupakan salah satu komoditi penghasil devisa negara terbesar setelah minyak bumi dan gas. Hal ini membuat luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Menurut Badan Pusat Statistik (2018) di Provinsi Lampung terjadi peningkatan perkebunan kelapa sawit sebesar 191.977 Ha dari tahun 2014 hingga tahun 2017. Kelapa sawit sudah menjadi salah satu komoditas utama yang banyak diminati masyarakat di Indonesia khususnya di Provinsi Lampung. Namun hal tersebut menjadi salah satu penyebab terjadinya pengalihfungsian kawasan hutan. Menurut Wibowo (2009) salah satu permasalahan lingkungan yaitu terjadinya alih fungsi lahan hutan dan lahan gambut menjadi perkebunan kelapa sawit.

Berdasarkan Instruksi Presiden Nomor 8 (2018) pemerintah menginstruksikan kepada para pemilik perkebunan sawit untuk melakukan pengembangan dengan memanfaatkan lahan terlantar dan juga melakukan penundaan terhadap izin pembukaan lahan sebagai perkebunan sawit di hutan primer dan lahan gambut. Namun tingginya permintaan akan minyak sawit membuat sebagian masyarakat mengalihfungsikan kawasan hutan menjadi perkebunan sawit. Sehingga banyak areal perkebunan kelapa sawit yang belum terdeteksi dan dilaporkan oleh pemerintah.

Penginderaan jauh merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi objek di permukaan bumi tanpa kontak langsung dengan objeknya (Maullana dan Darmawan, 2014). Saat ini, penginderaan jauh menggunakan citra satelit banyak digunakan pada berbagai bidang. Penggunaan citra satelit banyak digunakan dalam mendeteksi tutupan lahan karena memiliki resolusi temporal yang baik dan cakupan wilayahnya yang luas (Awaliyan *et al.*, 2018). Sentinel-2 merupakan salah satu citra satelit yang digunakan untuk melakukan penginderaan jauh. Citra sentinel mempunyai 13 *band* yang terdiri dari spektrum *visible*, *near infrared* dan *shortwave infrared* (Wijaya *et al.*, 2019). Band pada citra sentinel memiliki resolusi yang berbeda, 4 band (band 2, band 3, band 4 dan band 8) memiliki resolusi 10m, 6 band (band 5, band 6, band 7, band 8a, band 11 dan band 12) memiliki resolusi 20m dan 3 band (band 1, band 9 dan band 10) memiliki resolusi 60m. Citra sentinel merupakan citra yang efektif dan efisien untuk digunakan. Citra sentinel memiliki akurasi yang cukup tinggi, hemat biaya serta proses pengolahannya cukup mudah (Andiko *et al.*, 2019). Citra sentinel menyediakan data untuk digunakan dalam

melakukan monitoring lahan pertanian, kehutanan, lingkungan, perencanaan kota dan deteksi tutupan lahan (Nadira, 2018).

Metode yang biasa dilakukan untuk mengubah citra satelit menjadi informasi tutupan lahan yang sesuai dengan keadaan riil di lapangan adalah dengan melakukan proses interpretasi (klasifikasi) citra. Dalam melakukan klasifikasi citra terdapat dua metode yang digunakan yaitu klasifikasi secara digital dan klasifikasi visual. Pada umumnya klasifikasi digital yang sering digunakan yaitu metode berbasis piksel (Sitompul *et al*, 2019). Metode *Maximum-Likelihood Classification* (MLC) merupakan salah satu teknik untuk melakukan klasifikasi yang sering digunakan. Menurut Rusdi (2008), teknik MLC mempunyai kelemahan yaitu banyak terjadi kesalahan pada klasifikasi berupa poligon-poligon kecil yang tidak beraturan (*salt and pepper*).

Metode yang dikembangkan untuk mengatasi permasalahan yang ada pada metode berbasis piksel yaitu dengan metode berbasis objek. *Object oriented classification* (OOC) merupakan metode klasifikasi berbasis objek dengan menggunakan prosedur segmentasi (Rusdi, 2008). Pembuatan *training sample* pada metode OOC dilakukan secara otomatis dengan memilih segmen-segmen berdasarkan kelas tutupan lahan tertentu (Artika, 2019). Klasifikasi berbasis objek menggunakan beberapa aspek seperti skala, warna dan tekstur sehingga akan memperkaya informasi sehingga klasifikasi yang dihasilkan lebih akurat (Rusdi, 2008). Keakuratan data citra akan menentukan efektivitas penggunaan data penginderaan jauh dalam menginterpretasikan objek yang ada di lapangan. Penelitian yang dilakukan oleh Rusdi (2008) menyebutkan bahwa nilai akurasi yang diperoleh dalam melakukan klasifikasi penutupan lahan menggunakan metode MLC sebesar 85,95% dan metode OOC sebesar 94,70%.

Teknik yang tepat dalam melakukan pendeteksian kelapa sawit sangat diperlukan untuk melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap perkembangan perkebunan kelapa sawit. Hal tersebut menjadi penting mengingat laju pertumbuhan perkebunan kelapa sawit yang dilakukan secara mandiri (sawit rakyat) semakin naik tiap tahunnya. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari teknik terbaik untuk mendeteksi perkebunan kelapa sawit dengan menggunakan citra satelit Sentinel-2.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan November - Desember 2020 di Kabupaten Way Kanan Provinsi Lampung. Objek pada penelitian ini yaitu perkebunan kelapa sawit yang ada di Kabupaten Way Kanan. Alat yang dalam penelitian ini yaitu GPS (*Global Positioning System*), kamera, dan laptop yang dilengkapi dengan aplikasi *eCognition Developer*, Arcgis 10.3 dan Microsoft Excel. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu citra Sentinel-2 yang meliputi Kabupaten Way Kanan pada Tahun 2019, data titik survei lapangan dan data peta administrasi Lampung.

Data citra satelit yang diperoleh kemudian dikompositkan untuk mengumpulkan kanal-kanal (*band*) spektral yang akan dianalisis. Band yang digunakan yaitu band 2, band 3, band 4 dan band 8. Setelah itu citra diklasifikasikan menggunakan algoritma MLC (*Maximum-Likelihood Classification*) dan OOC (*Object-Oriented Classification*). Pada algoritma MLC citra diklasifikasikan dengan cara membuat *training area* untuk setiap kelas tutupan lahan menggunakan *software* Arcgis 10.3. Penentuan *training area* pada metode MLC didasarkan pada data titik yang diambil di lapangan. Pada algoritma OOC citra diklasifikasikan dengan menggunakan skala parameter 50 pada proses segmentasi. Kemudian membuat area sampel, kemudian melakukan klasifikasi *Nearest Neighbor*.

Untuk mengetahui kesesuaian antara hasil klasifikasi citra dengan data di lapangan maka dilakukan uji akurasi (Dimara *et al.*, 2020). Uji akurasi dilakukan dengan membagi jumlah titik sampel yang diklasifikasi dengan jumlah titik total sampel di lapangan (Noviar

et al., 2012). Hasil uji akurasi dari algoritma MLC dan Algoritma OOC akan dibandingkan dan menentukan metode mana yang lebih baik dalam mendeteksi sawit berdasarkan nilai akurasi yang paling tinggi.

Pengambilan *training area* yang digunakan untuk klasifikasi dan untuk uji akurasi diambil pada tempat yang berbeda. Hal ini dilakukan agar keakuratannya dapat diterima. Metode yang digunakan untuk melakukan uji akurasi yaitu menggunakan metode matriks kesalahan (*error matrix*). Untuk mengetahui tingkat akurasi penilaian yang digunakan yaitu ketelitian pengguna (*user accuracy*), ketelitian hasil (*producer accuracy*), dan ketelitian total (*overall accuracy*) (Artika et al., 2019). *Producer accuracy* merupakan penilaian akurasi yang dilihat dari sisi penghasil peta sedangkan *user's accuracy* merupakan penilaian akurasi yang dilihat dari sisi pengguna peta (Wulansari, 2016).

Data sekunder digunakan untuk membantu dalam memperkaya analisis. Data sekunder diambil dari studi literatur berupa buku, jurnal, skripsi dan sumber-sumber tertulis lainnya. Data sekunder lainnya yang dapat digunakan yaitu gambaran umum, peta sebaran sawit WWF Tahun 2018.

HASIL DAN PEMBAHASAN,

A. Pemetaan Sawit Menggunakan Algoritma *Maximum Likelihood Classification* (MLC)

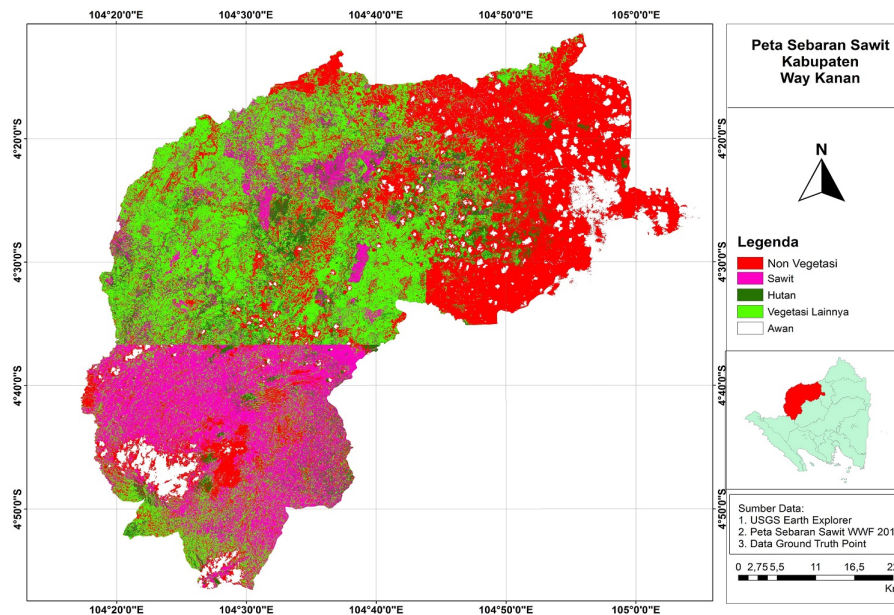
Algoritma MLC merupakan salah satu algoritma pengklasifikasian citra satelit secara terbimbing. MLC merupakan suatu teknik pengklasifikasian menggunakan orientasi spektral untuk mengetahui jenis tutupan lahan. Pada penelitian ini, Berdasarkan penafsiran visual pada citra dan pengetahuan lapangan mengenai karakteristik tutupan lahan diperoleh 5 kelas tutupan lahan yaitu non vegetasi, sawit, hutan, vegetasi lain serta awan. Luas masing-masing kelas tutupan lahan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Luas tutupan lahan menggunakan algoritma MLC

Kelas Tutupan Lahan	Luas (Ha)
Non Vegetasi	135.480,5
Sawit	88.459,57
Hutan	32.320,94
Vegetasi Lain	129.078,9
Awan/Bayangan Awan	26.613,82
Total	411.953,7

Sumber : Data Primer (2020)

Pada tabel di atas didapatkan luasan tiap kelas tutupan lahan menggunakan algoritma MLC. Luasan sawit yang diperoleh menggunakan algoritma MLC yaitu sebesar 88.459,57 ha. Hasil pengolahan data yang dilakukan menggunakan algoritma MLC dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta sebaran sawit hasil klasifikasi *maximum likelihood*

B. Pemetaan Sawit Menggunakan Algoritma *Object Oriented Classification* (OOC)

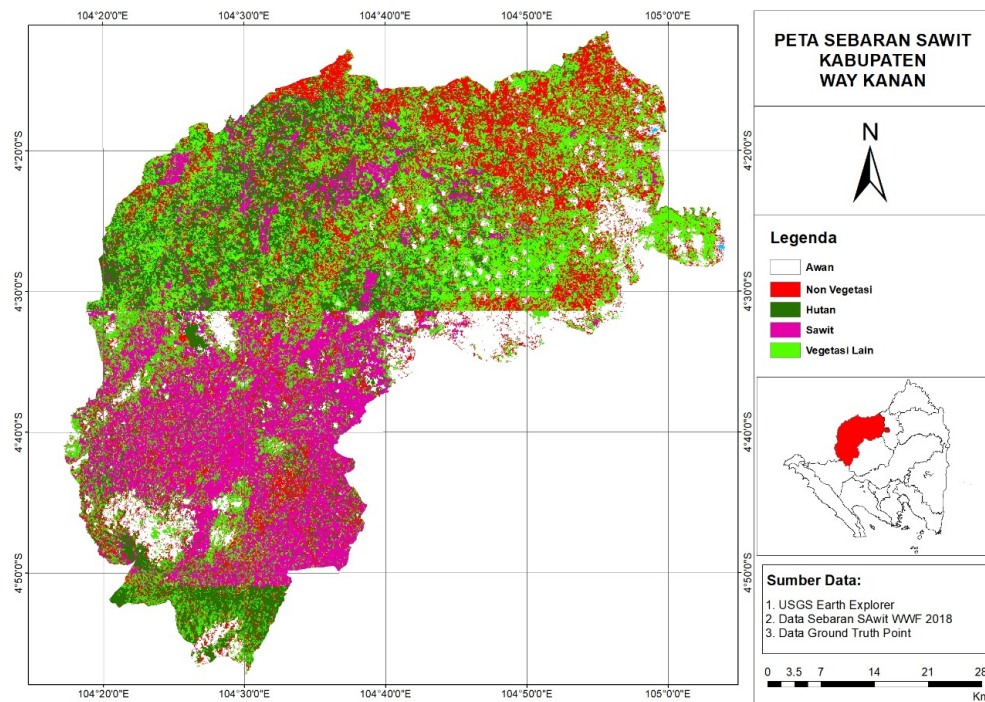
Object oriented classification (OOC) merupakan metode klasifikasi dengan menggunakan prosedur segmentasi, sehingga suatu objek dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuk dan tekstur (Rusdi, 2008). Segmentasi merupakan proses yang dilakukan secara eksperimental sehingga citra dapat menjadi kawasan-kawasan terpisah guna menentukan nilai skala terbaik (Deswina *et al.*, 2018). Proses segmentasi menggunakan tiga parameter yaitu skala, warna dan bentuk. Skala segmentasi akan berpengaruh terhadap jumlah dan ukuran objek yang tersegmentasi. Klasifikasi yang dilakukan yaitu menggunakan algoritma *nearest neighbor* yaitu proses pengelompokan menjadi kelas-kelas berdasarkan karakteristik dari tetangga terdekat mereka. Dari hasil interpretasi didapatkanlah 5 kelas tutupan lahan yaitu non-vegetasi, hutan, sawit, vegetasi lain dan awan/bayangan awan. Luas masing-masing tutupan lahan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Luas tutupan lahan menggunakan algoritma OOC

Kelas Tutupan Lahan	Luas (Ha)
Non Vegetasi	85.546,53
Sawit	85.575,31
Hutan	70.541,92
Vegetasi Lain	131.038,6
Awan/Bayangan Awan	43.405,82
Total	416.108,2

Sumber : Data Primer (2020)

Pada tabel didapatkan luas sawit menggunakan algoritma OOC yaitu sebesar 85.575,31 ha. Hasil pengolahan data OOC dengan algoritma *nearest neighbor* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta sebaran sawit hasil klasifikasi *object oriented*

C. Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan untuk mendapatkan nilai dari ketelitian pengklasifikasian citra terhadap data di lapangan. Klasifikasi citra dikatakan benar jika hasil uji akurasi yang dilakukan memiliki nilai $\geq 80\%$ (Andana, 2015). Hasil dari penilaian akurasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai perhitungan *error matrix*

No	Metode	Total	Nilai akurasi	
			Akurasi Hasil (Sawit)	Akurasi Pengguna (Sawit)
1	MLC	80,3%	95,2%	64,5%
2	OOC	88,5%	85,2%	93,5%

Sumber : Data Primer (2020).

Data menunjukkan penilaian akurasi total (*overall*) bahwa metode klasifikasi OOC sebesar 88,5% dan metode klasifikasi MLC sebesar 80,3%. Hal tersebut menunjukkan bahwa klasifikasi yang dilakukan benar. Uji akurasi dilakukan untuk mengetahui kesalahan-kesalahan dalam klasifikasi. Kesalahan yang sering terjadi pada saat melakukan klasifikasi yaitu kesalahan omisi dan kesalahan komisi. Kesalahan omisi terjadi karena adanya kekurangan piksel pada suatu kelas yang diakibatkan karena masuknya piksel ke kelas yang lain. Kesalahan komisi terjadi karena adanya kelebihan piksel pada suatu kelas akibat masuknya piksel dari kelas lain ke kelas tersebut (Nawangwulan *et al*, 2013). Kesalahan dalam interpretasi citra karena adanya kesamaan reflektansi, perbedaan kondisi atmosfer, perubahan kadar air, perbedaan sudut matahari, pengaruh topografi yang berbeda dan perbedaan waktu perekaman (Prasetyo *et al*, 2019). Keberadaan tutupan awan dan bayangan awan pada citra juga dapat mengurangi nilai keakuratan interpretasi citra.

Klasifikasi dengan OOC memiliki keunggulan dibandingkan dengan klasifikasi menggunakan MLC. Klasifikasi pada OOC menggunakan nilai akurasi berdasarkan level klasifikasi sedangkan MLC menggunakan nilai akurasi berdasarkan keseluruhan kelas klasifikasi (Rusdi, 2008). Klasifikasi pada MLC dan OOC sangat tergantung kepada kemampuan interpreter dalam menginterpretasi citra. Metode MLC menggunakan nilai piksel untuk menentukan kelas suatu objek sehingga saat terkena efek bayangan atau sinar matahari menyebabkan objek yang sama menjadi berbeda karena nilai spektralnya berbeda.

Klasifikasi menggunakan OOC memiliki tingkat akurasi yang tinggi dibandingkan dengan klasifikasi menggunakan MLC. Hal ini dikarenakan klasifikasi dengan menggunakan OOC dapat membedakan objek berdasarkan skala parameter yang diatur sesuai keinginan interpreter (Marini *et al.*, 2014). Metode OOC merupakan metode terbaik yang dapat digunakan hal tersebut dikarenakan metode OOC memiliki keluaran yang lebih efektif dan efisien daripada metode visual yang umum digunakan (Kete *et al.*, 2019., Sitompul *et al.*, 2019). Metode OOC memiliki tingkat homogenitas yang tinggi (tidak ada piksel yang bercampur), batas yang jelas dan tajam antar kelas dan akurasi yang tinggi (Manalu *et al.*, 2016).

KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Metode klasifikasi yang paling tepat dan akurat untuk melakukan pendeteksian sawit ialah menggunakan algoritma *Object Oriented Classification* (OOC) dengan nilai akurasi sebesar 88,5% dengan luas lahan sawit sebesar 85.575,31. Hal tersebut dikarenakan metode OOC dapat memisahkan objek dengan baik, tidak terdapat piksel yang saling bercampur, memiliki homogenitas yang tinggi serta batas antar kelas yang tajam dan jelas.

Saran

Perlu dilakukan kajian lebih mendalam terlebih pada skala parameter yang digunakan dengan citra yang berbeda untuk menghasilkan kelas tutupan lahan yang lebih akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Muhammad Ramadan, Agus Sayfullah, Effriandi, Agung Permada Yusuf dan Okky Tio Prabowo yang telah membantu melakukan pengambilan data dan juga dalam pengolahan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, I.M.L., Endah, W., dan Patoni. (2018). Identifikasi Hasil Hutan Bukan Kayu Genus *Amorphopallus* di Desa Santong Kecamatan Kayangan Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Sylva Lestari*, 1(2) :107-114.
- Andiko, J.A., Duryat., dan Arief, D. (2019). Efisiensi Penggunaan Citra Multisensor untuk Pemetaan Tutupan Lahan. *Jurnal Sylva Lestari*, 7(3) :342-349.

- 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)*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXII, Program Studi MMT ITS, Surabaya, 24 Januari.
- Artika, E., Arief, D., Rudi, H. (2019). Perbandingan Metode Maximum Likelihood Classification (MLC) dan Object Oriented Classification (OOC) dalam Pemetaan Tutupan Mangrove di Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Hutan Tropis*, 7(3) :267-269.
- Awaliyan, R.M. dan Yohanes, B.S. (2018). Klasifikasi Tutupan Lahan Pada Citra Satelit Sentinel-2a dengan Metode Tree Algorithm. *Jurnal Hutan Tropis*, 2(2) :98-104.
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2017*. Diunduh dari <https://www.bps.go.id/publication/2018/11/13/statistik-kelapa-sawit-indonesia-2017.html>.
- Chong, K. L., Kasturi, D. K., Christine, P., dan Kian, P. T. (2017). A Review of Remote Sensing Applications for Oil Palm Studies. *Journal of Geo-Spatial Information Science*, 20(2) :184-200.
- Deswina., Yossi, O., dan Romie, J. (2018). Klasifikasi Terbimbing Objek Menggunakan Algoritma Nearest Neighbor Untuk Pemetaan Mangrove di Sungai Kambung, Pulau Bengkalis. *Jurnal Maspari*, 10(2) :185-198.
- Diamara, A., Baigo, H., dan Lisiard, D. (2020). Pemanfaatan Citra Satelit Sentine-2a Untuk Pemetaan Habitat Dasar Perairan Dangkal (Studi Kasus: Teluk Humbolt, Kota Jayapura). *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Papua*, 3(1) :25-31.
- Faradhana, A., Susni, H., dan Hari, K. (2019). Peran Hutan Tanaman Rakyat Dalam Meningkatkan Pendapatan di Kesatuan Pengelolaan Hutan Unit XIV Gedong Wani. *Jurnal Belantara*, 2(2) :104-111.
- Kartila, N., Andi, C.I., dan Markum. (2018). Kontribusi Hasil Hutan Bukan Kayu Kemiri (Aleurites Moluccana) Terhadap Pendapatan Petani Hkm Tangga Desa Selengan Kecamatan Kayangan Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Belantara*, 1(2) :89-100.
- Kete, S. C. R., Suprihati, Suria, D. T., dan Hefni, E. (2019). *Land Use Classification Based on Object and Pixel Using Landsat 8 Oli in Kendari City, Southeast Sulawesi Province, Indonesia*. Prosiding Conference Series: Earth and Environmental Science 284. IPB International Convention Center, Bogor, 6-7 November.
- Manalu, R. J., Ahmad, S., dan Bambang, T. (2016). Perbandingan Metode Klasifikasi Penutup Lahan Berbasis Pikel dan Berbasis Obyek Menggunakan Data Pisar-I2. *Jurnal Penginderaan Jauh*, 13(1) :49-60.
- Marini, Y., Emiyati, H.S., dan Hartuti, M. (2014). Perbandingan Metode Klasifikasi Supervised Maximum Likelihood Dengan Klasifikasi Berbasis Objek Untuk Inventarisasi Lahan Tambak di Kabupaten Maros. Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh.
- Maulana, D.A., dan Arief, D. (2014). Perubahan Penutupan Lahan di Taman Nasional Way Kambas. *Jurnal Sylva Lestari*, 2(1) :87-94.
- Nadira, Siti. (2018). *Analisis Tutupan Lahan Menggunakan Citra Sentinel-2 di Kawasan Pesisir Kabupaten Langkat*. Skripsi tidak diterbitkan. Medan: Fakultas Kehutanan Universitas Sumatera Utara.

- Nawangwulan, N. H., Bambang, S., dan Bandi, S. (2013). Analisis Pengaruh Perubahan Lahan Pertanian Terhadap Hasil Produksi Tanaman Pangan di Kabupaten Pati Tahun 2001-2011. *Jurnal Geodesi Undip*, 2(2) :127-140.
- Noviar, H., Ita C., dan Joko, S.C. (2012). Uji Akurasi Training Sampel Berbasis Objek Citra Landsat di Kawasan Hutan Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 18(2) :132-143.
- Prasetyo, M. A., Idris, M., dan Saat, M. (2019). Perubahan Penutupan Lahan Berdasarkan Analisis Citra Digital di Daerah Aliran Sungai Mahakam. *Jurnal Geosains Kutai Basin*, 2(1) :1-7.
- Sitompul, J. R., Corina, D. R., Haries, S., Aldico, S. G., Fikri, R. P., Hendry, S. R. S., dan Rudhi, P. (2019). *Klasifikasi Vegetasi dan Tutupan Lahan Pada Citra Uav Menggunakan Metode Object-Based Image Analysis di Segara Anakan, Kabupaten Cilacap*. Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh Ke-6. LAPAN, Depok, 17 Juli.
- Suprianto, R.D. (2018). *Analisis Perubahan Lahan Perkebunan Terhadap Hasil Produksi Kelapa Sawit (Studi Kasus: Kecamatan Jekan Jaya , Kota Palangka Raya)*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
- Rusdi, M. (2008). Perbandingan Object Oriented Classification dan Maximum Likelihood Classification Pada Pemetaan Tutupan Lahan di Kabupaten Gayo Lues. *Jurnal Agrista*, 12(20) :73-79.
- Wibowo, A. (2009). Konversi Hutan Menjadi Tanaman Kelapa Sawit Pada Lahan Gambut: Implikasi Perubahan Iklim dan Kebijakan. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 7(4) :251-260.
- Wijaya, A. D. R., Hani'ah dan Nurhadi, B. (2019). Studi Perbandingan Metode Arvi, Evi 2 dan Ndvi Untuk Penentuan Kerapatan Tajuk Dalam Identifikasi Lahan Kritis di Kabupaten Boyolali (Studi Kasus: Kecamatan Ampel, Kecamatan Cepogo, Kecamatan Selodan Kecamatan Musuk Kabupaten Boyolali. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1) :358-367.
- Wulansari, H. (2016). Uji Akurasi Klasifikasi Penggunaan Lahan dengan Menggunakan Metode Defuzzifikasi Maximum Likelihood Berbasis Citra Alos Avnir-2. *Jurnal Bhumi*, 3(1) :98-110.