

**MODEL DETEKSI CEPAT SEBARAN SAWIT MENGGUNAKAN
TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH**

(Skripsi)

**Wahyu Kurniawan
1414151076**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

MODEL DETEKSI CEPAT SEBARAN SAWIT MENGGUNAKAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH

oleh

WAHYU KURNIAWAN

Hutan di Indonesia mengalami penurunan setiap tahunnya, dikarenakan banyak masyarakat yang melakukan konversi lahan hutan menjadi lahan perkebunan kelapa sawit. Penginderaan jauh sangat diperlukan untuk melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap perkembangan kelapa sawit. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memperoleh teknik terbaik dalam penginderaan jauh untuk mendeteksi sawit, memperoleh perbedaan kelapa sawit berdasarkan kelas umur melalui penginderaan jauh, dan memperoleh persentase dan luasan perkebunan kelapa sawit di dalam kawasan hutan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Maximum likelihood Classification* (MLC), *Object Oriented Classification* (OOC), Indeks vegetasi dan juga perhitungan *error matrix* untuk menentukan teknik terbaik dalam melakukan pendeteksian kelapa sawit. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa teknik terbaik yang dapat digunakan untuk melakukan pendeteksian sawit adalah OOC dengan persentase sebesar 88,3% dengan luasan sawit yang didapat sebesar 450.628,35 ha. Hal tersebut dikarenakan OOC dapat membedakan kelas tutupan lahan berdasarkan objek yang lebih akurat. Untuk membedakan perbedaan umur sawit masih sulit dilakukan karena resolusi dari citra yang digunakan belum mampu untuk membedakan kelas umur sawit. Persentase sawit yang terdapat di dalam kawasan hutan yaitu sebesar 19,14% dengan luasan total 86.272,03 ha.

Kata kunci: Penginderaan Jauh, MLC, OOC, Indeks Vegetasi

ABSTRACT

QUICK DETECTION MODEL OF PALM DISTRIBUTION USING REMOTE SENSING TECHNOLOGY

by

WAHYU KURNIAWAN

Forests in Indonesia have decreased every year, because many people have converted forest land into oil palm plantations. Remote sensing is needed to monitor and evaluate the development of oil palm. The purpose of this research is to obtain the best technique in remote sensing to detect oil palm, to obtain differences in oil palm based on age class through remote sensing, and to obtain the percentage and area of oil palm plantations in forest areas. This research was conducted using the Maximum Likelihood Classification (MLC), Object Oriented Classification (OOC), Vegetation Index and also the error matrix calculation to determine the best technique for detecting oil palm. The results of this study found that the best technique that can be used to detect palm oil is OOC with a percentage of 88.3% with an area of 450,628.35 ha of palm oil obtained. This is because OOC can distinguish land cover classes based on objects more accurately. It is still difficult to distinguish the difference in the age of oil palm because the resolution of the image used is not yet able to distinguish the age class of oil palm. The percentage of oil palm contained in the forest area is 19.14% with a total area of 86,272.03 ha.

Keywords: *Remote Sensing, MLC, OOC, Vegetation Indeks*

**MODEL DETEKSI CEPAT SEBARAN SAWIT MENGGUNAKAN
TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH**

oleh

Wahyu Kurniawan

Skripsi

**sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA KEHUTANAN**

pada

**Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi : **MODEL DETEKSI CEPAT SEBARAN
SAWIT MENGGUNAKAN TEKNOLOGI
PENGINDERAAN JAUH**

Nama Mahasiswa : **WAHYU KURNIAWAN**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1414151076

Jurusan : Kehutanan

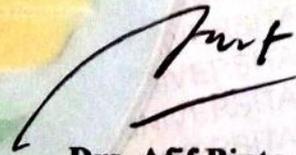
Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

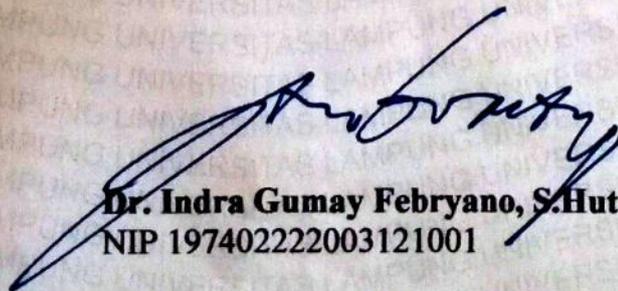


Dr. Arief Darmawan, S.Hut., M.Sc.
NIP 197901072008011009



Drs. Afif Bintoro, M.P.
NIP 196006171987031007

2. Ketua Jurusan Kehutanan



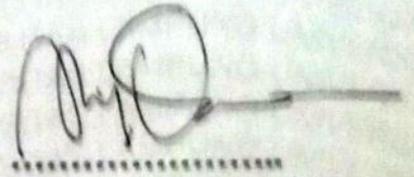
Dr. Indra Gumay Febryano, S.Hut., M.Si.
NIP 197402222003121001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. Arief Darmawan, S.Hut., M.Sc.



Sekretaris

: Drs. Afif Bintoro, M.P.



Penguji

Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Agus Setiawan, M.Si.

2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIR 061/0201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 28 Juni 2021

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyu Kurniawan

NPM : 1414151076

Menyatakan dengan sebenar-benarnya dan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul:

“Model Deteksi Cepat Sebaran Sawit Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh”

Adalah benar karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku. Selanjutnya, saya juga tidak keberatan apabila sebagian atau seluruh data pada skripsi ini digunakan oleh dosen dan/atau program studi untuk kepentingan publikasi. Jika di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana maupun tuntutan hukum.

Bandar Lampung, 23 Desember 2021

Yang menyatakan



Wahyu Kurniawan

NPM. 1414151076

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 01 September 1996, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara pasangan Bapak Hamdani dan Ibu Emi Swistiari. Penulis mengawali pendidikan di Taman Kanak-kanak (TK) Al-Huda Sumberrejo diselesaikan tahun 2002, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Negeri 5 Sumberrejo tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 14 Bandar Lampung diselesaikan tahun 2011 dan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) 2 Bandar Lampung diselesaikan tahun 2014.

Penulis melanjutkan program pendidikan Strata 1 (S1) di Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung diterima melalui Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada tahun 2014. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Jurusan Kehutanan (Himasyuva), Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis pada tahun 2017 melaksanakan Kuliah Lapang Kehutanan (KLK) di Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Hutan Pendidikan Gunung Walat (HPGW), Badan Penelitian, Pengembangan dan Inovasi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (BLI KLHK), South Asian Regional Center of Tropical Biology (SEAMEO BIOTROP), Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP). Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Kacamarga, Kecamatan Cukuh Balak, Kabupaten Tanggamus pada Tahun 2018. Selanjutnya penulis melakukan kegiatan Praktik Umum Kehutanan (PU) di Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) Balapulang, Brebes, Jawa Tengah tahun 2018. Penulis memiliki publikasi yang dimuat pada Journal of People, Forest and Environment (JOPFE), Volume 1, Nomor 2 tahun 2021 dengan judul “Deteksi Kelapa Sawit Menggunakan Citra Sentinel-2 di Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung”.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan Rahmat, Ridho, dan karunia-Nya yang tidak henti-hentinya Dia berikan. Kupersembahkan karya ini untuk kedua orang tua dan seluruh keluarga yang tak henti-hentinya mengucapkan namaku dalam setiap do'anya,

Bapak dan Ibu Dosen yang selalu mendo'akan dan memberikan ilmu, semangat serta motivasi dalam menggapai kesuksesan,

Serta Almamater tercinta

"Bila kau cemas dan gelisah akan sesuatu, masuklah ke dalamnya sebab ketakutan menghadapinya lebih mengganggu daripada sesuatu yang kau takuti sendiri."

(Ali bin Abi Thalib)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan petunjuk-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Model Deteksi Cepat Sebaran Sawit Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan pada Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini jauh dari kesempurnaan. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dorongan dan kemurahan hati dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Indra Gumay Febryano, S. Hut, M.Si., selaku Ketua Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, terima kasih atas bantuan dan saran yang telah diberikan hingga selesainya skripsi ini.
3. Bapak Dr. Arief Darmawan, S.Hut., M.Sc. selaku dosen pembimbing pertama sekaligus sebagai dosen pembimbing akademik penulis yang senantiasa membantu, memberikan arahan, dan saran kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Drs. Afif Bintoro, M.P., selaku pembimbing kedua atas bimbingan, motivasi, saran dan kritik yang telah diberikan selama penulisan skripsi.
5. Bapak Dr. Ir. Agus Setiawan, M.Si., selaku pembahas atas bimbingan, saran, dan motivasi yang membangun dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Segenap dosen pengajar dan staf Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang senantiasa membantu serta memberikan ilmu selama penulis menempuh pendidikan.
7. Ayahandaku Bapak Hamdani, Ibundaku Emi Swistiari, dan adik-adik Luviana Ayu Ningtyas dan Nabila Pramudita yang senantiasa telah

memberikan doa, kasih sayang, semangat, motivasi dan dukungannya untuk sebuah cerita perjalanan hidup penulis.

8. Sahabat-sahabatku Agung P. Yusuf, Agus Sayfulloh, Andref, Effriandi, Ega Widya Putra, Gustian Zulkarnain, M. Mahduda Apriyansyah, Okky Tio Prabowo, Rian Kurniawan, Erlanda Okky Sanjaya, dan Zulfanda Akbar Denasa selalu memberikan motivasi, doa dan dukungan yang telah diberikan dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.
9. Teman dan keluarga Kehutanan 2014“Lugosyl” dan Himpunan Mahasiswa Jurusan Kehutanan (Himasyilva) Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas kebersamaan dan semangat dalam membantu penulis mencapai gelar sarjana.
10. Serta semua pihak yang telah terlibat dalam penelitian dan penyelesaian skripsi mulai dari awal sampai akhir yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Bandar Lampung, 16 Desember 2021

WAHYU KURNIAWAN

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	i
DAFTAR GAMBAR	ii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang dan Permasalahan	1
B. Tujuan Penelitian	3
C. Kerangka Pemikiran.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Kondisi Umum Lokasi	5
B. Kelapa Sawit	6
C. Penginderaan Jauh	8
D. Sistem Informasi Geografis (SIG)	9
E. Data Spasial dan Non Spasial	10
F. Citra Satelit	11
G. Model Deteksi Kelapa Sawit	12
III. METODE PENELITIAN	
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	15
B. Alat dan Objek Penelitian	16
C. Jenis Data	16
D. Metode Pengumpulan Data.....	17
E. Analisis Data.....	17
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. <i>Maximum Likelihood Classification</i> (MLC).....	20
B. <i>Object Oriented Classificatin</i> (OOC)	22
C. Indeks Vegetasi.....	25
D. Uji Akurasi.....	32
E. Sawit di Dalam Kawasan Hutan	34
V. SIMPULAN DAN SARAN	
A. Simpulan	36
B. Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37

*Karya tulis ini kupersembahkan untuk kedua orang tuaku tersayang,
Ayahanda Hamdani dan Ibunda Emi Swistiari*

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Luas areal dan produksi kelapa sawit di Lampung Tahun 2015.....	5
2. Luas areal dan produksi kelapa sawit di Indonesia Tahun 2015	7
3. Luas kelas tutupan lahan menggunakan algoritma MLC	22
4. Luas kelas tutupan lahan menggunakan algoritma OOC.....	23
5. Luas kelas tutupan lahan menggunakan algoritma NDVI	27
6. Rentang nilai hasil klasifikasi NDVI	27
7. Luas kelas tutupan lahan menggunakan algoritma EVI	29
8. Luas kelas tutupan lahan menggunakan algoritma SAVI.....	30
9. Rentang nilai hasil klasifikasi SAVI.....	31
10. Hasil uji akurasi menggunakan metode <i>error matrix</i>	32
11. Luas perkebunan kelapa sawit di dalam kawasan hutan.....	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan alir penelitian model deteksi cepat sebaran sawit di Provinsi Lampung.....	4
2. Peta lokasi penelitian di Provinsi Lampung.....	15
3. Peta hasil klasifikasi menggunakan metode MLC.....	21
4. Peta hasil klasifikasi menggunakan metode OOC.....	23
5. Peta hasil klasifikasi menggunakan metode NDVI.....	27
6. Peta hasil klasifikasi menggunakan metode EVI.....	29
7. Peta hasil klasifikasi menggunakan metode Savi.....	30
8. Perkebunan kelapa sawit di dalam kawasan hutan.....	34

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang dan Permasalahan

Hutan merupakan sumber daya alam yang memiliki nilai ekologis, ekonomi dan sosial yang tinggi (Dienelly *et al.*, 2017; Artika *et al.*, 2015; Sinaga dan Arief 2014). Kawasan hutan sangat bermanfaat bagi keberlangsungan hidup. Namun, masih banyak masyarakat yang melakukan perusakan hutan dengan mengubahnya menjadi lahan perkebunan. Menurut Yeyen *et al.* (2018), perubahan terbesar dari alih fungsi lahan yang terjadi disebabkan oleh perubahan penggunaan lahan menjadi perkebunan kelapa sawit. Kelapa sawit merupakan komoditas andalan subsektor perkebunan yang menarik perhatian pemerintah, pihak investor serta petani sejak tahun 1990-an. Menurut Didiek (2005), produksi sawit digunakan sebagai bahan baku industri atau ekspor. Perkebunan sawit sebagian besar dikelola oleh masyarakat dengan golongan ekonomi menengah ke bawah di berbagai daerah.

Kelapa sawit adalah komoditi ekspor Indonesia sebagai penghasil devisa negara setelah minyak dan gas. Kelapa sawit terus berkembang yang ditandai penambahan luas areal perkebunan setiap tahunnya. Menurut Badan Pusat Statistik (2018), tahun 2014 luas lahan sawit di Provinsi Lampung sebesar 97.884 hektar dan mengalami peningkatan pada tahun 2017 menjadi 239.861 hektar yang tersebar di setiap kabupaten. Tingginya permintaan akan minyak sawit membuat masyarakat mengalihfungsikan kawasan hutan menjadi subsektor perkebunan sawit.

Menurut Wibowo (2009) perkembangan kelapa sawit mengalami permasalahan lingkungan terfokus pada alih fungsi lahan hutan alam dan lahan gambut untuk dijadikan subsektor perkebunan. Permasalahan ini memiliki andil besar terhadap terjadinya deforestasi, hilangnya habitat satwa liar, kebakaran hutan dan berkontribusi dalam emisi gas rumah kaca. Selain itu perubahan tutupan hutan dapat mempengaruhi perubahan iklim mikro (Wigati *et al.*, 2016;

Mustika *et al.*, 2016). Subsektor perkebunan kelapa sawit telah menjadi komoditas utama yang menjadikannya berkembang pesat hingga lokasinya sampai ke kawasan hutan (Duryat *et al.*, 2013).

Berdasarkan Instruksi Presiden Nomor 8 Tahun 2018, pemerintah mengarahkan pengembangan kelapa sawit untuk memanfaatkan lahan terlantar dan kebijakan penundaaan penerbitan izin usaha perkebunan kelapa sawit di hutan primer dan lahan gambut. Peraturan tersebut membuat perusahaan perkebunan kelapa sawit mengalami stagnan dalam ekspansi kebun kelapa sawit sehingga untuk meningkatkannya perusahaan membeli sawit dari masyarakat mengingat tingginya permintaan minyak kelapa sawit. Meningkatnya permintaan sawit rakyat menyebabkan perluasan kebun sawit rakyat yang banyak tidak dilaporkan dan tidak terdeteksi oleh pemerintah.

Teknologi yang semakin berkembang, banyak dimanfaatkan dalam mengembangkan dan mengaplikasikan aktivitas di bidang geografis. Menurut Deswina *et al.* (2018), teknologi penginderaan jauh merupakan solusi dalam melakukan inventarisasi dan monitoring sumberdaya. Penginderaan jauh digunakan untuk memperoleh informasi mengenai suatu obyek tanpa harus turun langsung ke lapangan. Namun, penginderaan jauh memiliki permasalahan dalam interpretasi baik secara visual maupun digital. Menurut Septiani *et al.* (2019), hasil klasifikasi sangat ditentukan dengan pemilihan metode yang tepat. Dengan demikian pemilihan metode yang akan digunakan dalam melakukan klasifikasi citra akan sangat berpengaruh terhadap hasil yang diperoleh. Kebutuhan akan kesempurnaan pemetaan dalam melakukan monitoring sumberdaya dengan cakupan areal yang luas merupakan tantangan bagi para peneliti (Agtasari, 2006).

Teknik yang tepat dalam melakukan pemantauan lahan sawit sangat diperlukan terhadap perkembangan perkebunan kelapa sawit, terutama dalam mendeteksi atau memonitor persebaran areal kelapa sawit menggunakan citra satelit. Penelitian ini akan membandingkan beberapa metode dalam menentukan kelas tutupan lahan yang akan digunakan sebagai model deteksi cepat persebaran lahan kelapa sawit dengan menggunakan penginderaan jauh dan citra satelit multisensor.

B. Tujuan Penelitian

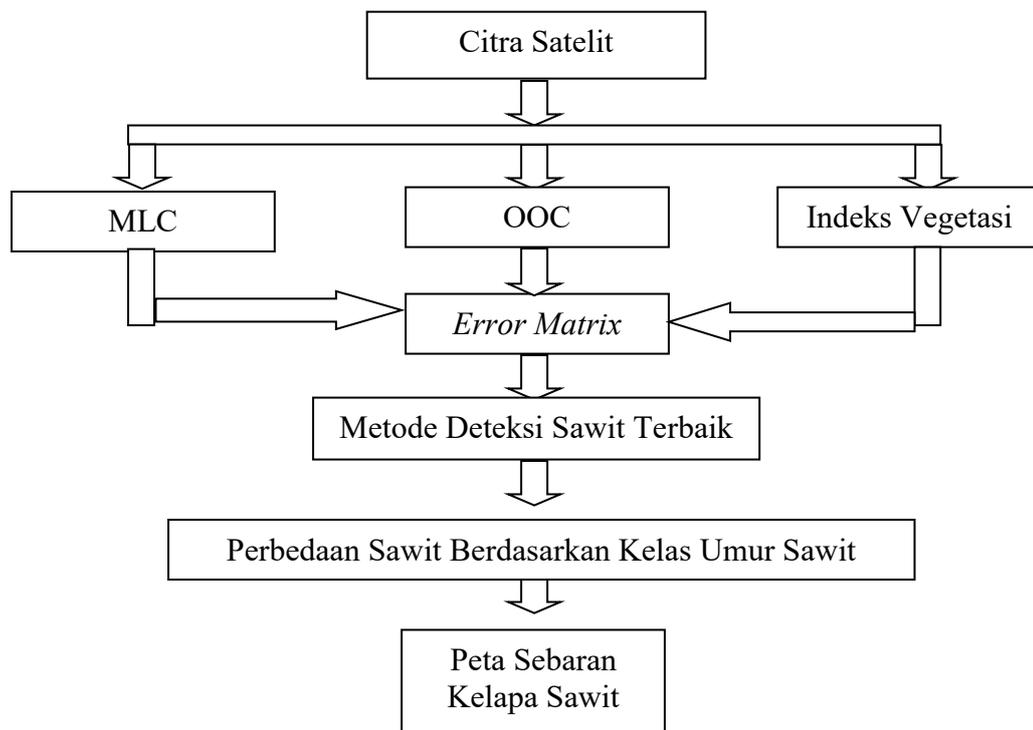
Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh teknik terbaik dalam penginderaan jauh untuk mendeteksi sawit.
2. Memperoleh perbedaan kelapa sawit berdasarkan kelas umur melalui penginderaan jauh.
3. Memperoleh persentase dan luasan perkebunan kelapa sawit di dalam kawasan hutan.

C. Kerangka Pemikiran

Permintaan yang tinggi akan minyak sawit membuat masyarakat mengalihfungsikan kawasan hutan menjadi subsektor perkebunan sawit. Perubahan lahan secara berlebihan menyebabkan banyak areal perkebunan kelapa sawit yang tidak dilaporkan atau terverifikasi. Teknologi penginderaan jauh yang semakin berkembang memberikan kemudahan dalam melakukan inventarisasi dan monitoring sumber daya. Namun, masih ada beberapa kelemahan yang ada pada penginderaan jauh. Teknik yang tepat sangat dibutuhkan dalam melakukan interpretasi citra termasuk dalam pendeteksian perkebunan kelapa sawit.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi menggunakan penginderaan jauh dengan deteksi cepat persebaran sawit yang ada di Provinsi Lampung. Kajian perubahan tutupan lahan dilakukan dengan cara menganalisis data citra penginderaan jauh multi waktu dan model deteksi cepat menghasilkan tutupan lahan kelapa sawit. Kegiatan yang akan dilakukan adalah menganalisis data citra satelit (sentinel) Provinsi Lampung. Data citra satelit akan diinterpretasikan dengan teknik analisis penginderaan jauh yaitu *Maximum Likelihood*, *Object Oriented Classification*, dan Indeks Vegetasi. Tiga teknik penginderaan jauh tersebut akan dipilih metode yang paling baik dengan menggunakan tabel kontingensi (*Error Matrix*). Bagan alir dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir penelitian model deteksi cepat persebaran kelapa sawit di Provinsi Lampung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kondisi Umum Lokasi

Provinsi Lampung merupakan salah satu provinsi yang memiliki subsektor perkebunan kelapa sawit yang tersebar hampir seluruh kabupaten dan telah menarik perhatian masyarakat dunia khususnya produsen minyak nabati. Luas areal dan produksi kelapa sawit menurut kabupaten dan status pengusaannya di Lampung tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Luas areal dan produksi kelapa sawit di Lampung Tahun 2015

Kabupaten	Perkebunan Rakyat (ha)	Perkebunan Negara (ha)	Perkebunan Swasta (ha)	Total
Lampung Selatan	8737	5.568	155	14.460
Pesawaran	575	976	-	1.551
Lampung Tengah	19.155	8.181	6.426	33.762
Lampung Timur	7.515	-	-	7.515
Lampung Utara	8.031	-	6.461	14.492
Way Kanan	14.375	-	10.308	24.683
Lampung Barat	26	-	-	26
Tulang Bawang	18.922	622	7.765	27.309
Tanggamus	30	-	-	30
Bandar Lampung	64	-	-	64
Pringsewu	1.313	-	-	1.313
Tulang Bawang Barat	4.499	-	2.125	6.624
Mesuji	21.588	-	45.229	66.817
Metro	2	-	-	2
Pesisir Barat	6.582	-	2.637	9.219
Total	111.414	15.347	81.106	207.867

Sumber: Direktorat Jendral Perkebunan (2015).

Subsektor perkebunan kelapa sawit di Provinsi Lampung terus berkembang dan dikelola oleh masyarakat sebesar 54% yang dimiliki petani (rakyat) sedangkan perkebunan swasta sebanyak sebesar 41% dan perkebunan negara seluas 5%. Luas areal subsektor perkebunan kelapa sawit pada tahun 2017 di Provinsi Lampung telah mencapai 256 ribu ha dengan pertumbuhan mencapai rata-rata 6,24%.

B. Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) berasal dari Afrika Barat tetapi ada sebagian berpendapat justru menyatakan bahwa kelapa sawit berasal dari kawasan Amerika Selatan yaitu Brazil. Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman perkebunan yang mempunyai peranan penting. Klasifikasi tanaman kelapa sawit adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Kelas : *Magnoliopsida*
Ordo : *Arecales*
Famili : *Arecaceae*
Genus : *Elaeis*
Spesies : *Elaeis guineensis* Jacq.

Luas areal kelapa sawit pada tahun 2010 hingga 2011 tidak mengalami pertumbuhan yang signifikan atau berhenti mengalami perluasan dan bertahan pada angka 120 ribu ha. Kelapa sawit menjadi motor penggerak yang memiliki nilai multiplier yang lebih tinggi dibandingkan dengan perkebunan lainnya dalam pendapatan rumah tangga dan membuka peluang kerja.

Kelapa sawit hidup subur di luar daerah asalnya khususnya di Asia Tenggara seperti Malaysia, Indonesia, Thailand, dan Papua Nugini. Bahkan, mampu memberikan produksi perhektar yang lebih tinggi (Fauzi *et al.*, 2012). Kelapa sawit memiliki peranan penting bagi subsektor perkebunan dengan menunjang perekonomian masyarakat. Pengembangan perkebunan kelapa sawit banyak dilakukan oleh perkebunan besar negara (PBN), perkebunan besar swasta (PBS) dan perkebunan rakyat (PR) (Yulistriani *et al.*, 2018). Minyak kelapa sawit memiliki keunggulan bila dibandingkan dengan minyak nabati lainnya. Hal ini menyebabkan permintaan yang tinggi terhadap kelapa sawit. Subsektor perkebunan kelapa sawit memiliki peran dalam rantai suplai minyak kelapa sawit secara global.

Kelapa sawit merupakan tanaman komersial di daerah tropis salah satunya Indonesia. Tanaman kelapa sawit merupakan salah satu subsektor yang memiliki nilai ekonomi dan sebagai devisa negara dari ekspor yang dilakukan serta memiliki prospek pemasaran yang tinggi. Kelapa sawit menjadi sebagai bahan

baku industri yang banyak digemari oleh lapisan masyarakat baik dalam maupun luar negeri.

Indonesia memiliki subsektor perkebunan kelapa sawit yang terus meningkat setiap tahunnya, sehingga memacu perusahaan dalam mengembangkan ini untuk mencukupi permintaan yang semakin tinggi. Data luas areal dan produksi kelapa sawit menurut status pengusaannya di Indonesia tahun 2015 dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Luas areal dan produksi kelapa sawit di Indonesia Tahun 2015

Status Pengusahaan	Luas Areal (Ha)	Produksi (Ton)
Perkebunan Rakyat	4.535.400	10.527.791
Perkebunan Negara	743.894	2.346.822
Perkebunan Swasta	5.980.982	18.195.402
Total	11.260.277	31.070.015

Sumber: Direktorat Jenderal Perkebunan (2015).

Perkebunan kelapa sawit memiliki status pengusahaan yaitu perkebunan rakyat, negara, dan swasta yang berkembang di 22 provinsi dari 33 provinsi di Indonesia. Pulau Sumatera dan Kalimantan merupakan penghasil minyak kelapa sawit sekitar 90% subsektor perkebunan dan kedua pulau itu menghasilkan 95% produksi minyak sawit mentah (*crude palm oil/CPO*) (Purba dan Sipayung, 2017).

C. Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh sebagai teknik mendeteksi dan mempelajari objek tanpa adanya kontak fisik dengan objek sasaran tersebut (Maullana dan Arief, 2014). Penginderaan jauh adalah ilmu untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah, atau gejala dengan menganalisis data yang diperoleh menggunakan alat terhadap objek, daerah, atau gejala yang dikaji (Lillesand *et al.*, 1998). Penginderaan jauh dimulai pada saat proses perekaman objek yang ada di permukaan bumi menggunakan tenaga penghubung yang membawa data yaitu objek ke sensor berupa bunyi, daya magnetik, gaya berat, atau elektromagnetik. Sensor yang telah menangkap gelombang elektromagnetik kemudian mengubahnya menjadi sinyal digital yang akhirnya tersimpan dalam ruang penyimpanan (Purwadhi dan Tjaturahono, 2009)

Penginderaan jauh menggunakan berbagai metode seperti fotografi, radar, spektroskopi dan metode magnet yang identik dengan penggunaan peta serta skala peta untuk mengetahui informasi tentang suatu objek atau wilayah tanpa harus mengkaji atau melakukan survei daerah terlebih dahulu. Penginderaan jauh semula dilakukan secara konvensional dengan memakai pesawat udara tetapi mempunyai kelemahan, salah satunya adalah bila tertutup awan tebal.

Teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) dikembangkan menggunakan satelit agar dapat menjangkau areal yang lebih luas dan dapat dipasang sepanjang masa (Hanafi, 2011). Penginderaan jauh menggunakan energi yang berfungsi sama dengan sifat cahaya yang meliputi *spektrum* tampak, *spektrum ultraviolet*, inframerah serta gelombang radio. Menurut Wahyuni (2012); Andiko *et al.* (2019) teknologi penginderaan terus berkembang hingga dikenal dengan sebutan citra satelit. Citra satelit merupakan gambaran yang terekam oleh kamera atau sensor yang diinterpretasikan untuk mengidentifikasi dan menilai objek dengan disiplin ilmu tertentu seperti geologi, geografi, ekologi, dan disiplin ilmu lainnya.

D. Sistem Informasi Geografis (SIG)

SIG adalah sistem informasi yang dibuat berdasarkan data spasial dan data nonspasial yang dapat digunakan dalam pemberian informasi serta menganalisis informasi geografi berdasarkan lokasi (Handoko dan Arief, 2015). Menurut Ependi (2017), SIG dapat melakukan analisis statistik berbasis informasi spasial dalam sebuah peta, sehingga dapat dimanfaatkan dalam dunia industri maupun pemerintahan.

Menurut Susanto *et al.* (2016), bahwa SIG merupakan sistem yang berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan data dan manipulasi informasi geografis. SIG terus dikembangkan yang saat ini banyak digunakan untuk perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian yang berkaitan dengan wilayah geografis serta mengurangi kesalahan oleh manusia.

SIG sering digunakan untuk pengambilan keputusan dalam suatu perencanaan dan mempermudah dalam menganalisis data serta pembangunan sebagai berikut:

1. SIG berbasis jaringan jalan: pencarian lokasi (alamat), manajemen jalur lalu lintas, analisis lokasi (kawasan) dan evakuasi (bencana).
2. SIG berbasis sumberdaya (zona): pengelolaan sungai, genangan banjir, tanah pertanian, hutan, margasatwa dan analisis dampak lingkungan.
3. SIG berbasis persil tanah: pembagian wilayah, pendaftaran tanah, pajak (tanah, bangunan), manajemen kualitas air dan analisis dampak lingkungan.
4. SIG berbasis manajemen fasilitas: lokasi pipa bawah tanah, keseimbangan beban listrik, perencanaan pemeliharaan fasilitas, deteksi penggunaan energi.

E. Data Spasial dan Nonspasial

Data spasial merupakan gambaran nyata suatu wilayah yang terdapat di permukaan bumi. Data spasial dapat berbentuk grafik, peta, gambar, dengan format digital dan disimpan dalam bentuk koordinat x, y (vektor) atau dalam bentuk raster yang memiliki nilai tertentu. Pemanfaatan data spasial semakin meningkat setelah adanya teknologi pemetaan digital. Data nonspasial merupakan data berbentuk tabel berisi informasi yang dimiliki oleh objek dalam data spasial. Data tersebut berbentuk data tabulasi yang saling berintegrasi dengan data spasial yang ada. Menurut Rohman *et al.* (2019), SIG paling tidak terdiri dari subsistem pemrosesan, subsistem analisis data dan subsistem yang menggunakan informasi. Subsistem dalam SIG dapat dibagi menjadi 4, yaitu :

- a. Masukan
- b. Manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data)
- c. Analisis dan manipulasi data
- d. Keluaran

Software SIG yang salah satu digunakan dalam melakukan pendesainan peta yaitu ArcGis yang dikembangkan oleh *Environment Science and Research Institute* (ESRI) yang berfungsi dari berbagai macam *software* SIG yang seperti GIS desktop, server dan GIS berbasis web. GIS desktop terdiri dari tiga komponen yaitu ArcView (penggunaan data yang komprehensif, pemetaan dan analisis), ArcEditor (editing data spasial), dan ArcInfo (analisis *geoprocessing*) (Agoes *et al.*, 2018).

Jenis data spasial SIG dapat direpresentasikan dalam dua format, yaitu data vektor dan data raster. Data vektor adalah data yang direpresentasikan sebagai suatu moasi berupa garis (*arc/line*), *polygon* (dibatasi oleh garis yang berawal dan berakhir pada titik yang sama), titik/*point* (node yang mempunyai label) dan *nodes* (titik perpotongan antara dua buah garis). Data vektor berguna untuk analisis yang membutuhkan ketepatan posisi, misalnya pada basis data batas. Data raster adalah data yang dihasilkan dari penginderaan jauh. Pada data raster, objek geografis direpresentasikan sebagai struktur sel grid yang disebut dengan pixel. Data vektor adalah model data yang paling banyak digunakan pada data spasial karena menggambarkan bentuk kondisi suatu wilayah dengan sangat detail, sedangkan data raster cocok untuk menampilkan keadaan permukaan bumi dengan hasil sama persis, namun memerlukan ruang penyimpanan yang besar (Sasongko, 2016).

F. Citra Satelit

Menurut Prahasta (2008), Citra merupakan representasi dua dimensi dari suatu objek di dunia nyata. Citra merupakan gambaran bagian permukaan bumi sebagaimana terlihat dari ruang angkasa (satelit) atau dari udara (pesawat terbang). Citra dapat diartikan sebagai gambaran yang tampak dari suatu objek yang sedang diamati sebagai hasil liputan atau rekaman suatu alat pemantau/sensor baik optik, elektrooptik, optik-mekanik serta elektromekanik.

Citra satelit yang dapat digunakan untuk membangkitkan informasi suhu udara dilengkapi dengan spektrum gelombang elektromagnetik (band) *red*, *near-infrared*, dan *thermal infrared* (Faisol, 2018). Citra satelit memiliki tingkat resolusi yang berbeda-beda, ada yang memiliki tingkat resolusi rendah (NOAA, AVHRR, Terra Modis dan Aqua Modis) ada yang memiliki tingkat resolusi yang sedang (ASTER, LANDSAT-7 dan CBERS-2) dan ada juga yang memiliki resolusi tinggi (GeoEye-1, WorldView-1, WorldView-2, QuickBird, IKONOS, FORMOSAT-2 dan SPOT-5) (Agoes *et al.*, 2018).

Analisa citra hasil tangkapan satelit yang bertujuan untuk mengenali objek dan gejala serta menilai arti pentingnya objek dan gejala dengan bantuann komputer. Citra dapat digunakan dalam berbagai kepentingan seperti dalam

geografi, geologi, lingkungan hidup dan sebagainya (Agoes *et al.*, 2018). Tahapan kegiatan yang diperlukan dalam pengenalan objek yang tergambar pada citra, yaitu:

1. Deteksi yaitu pengenalan objek yang mempunyai karakteristik tertentu oleh sensor.
2. Identifikasi yaitu mencirikan objek dengan menggunakan data rujukan.
3. Analisis yaitu mengumpulkan keterangan lebih lanjut secara terinci

Prinsip pengenalan objek pada citra secara visual bergantung pada karakteristik yang tergambar pada citra dan digunakan sebagai unsur pengenalan objek yang disebut dengan unsur-unsur interpretasi. Menurut Sutanto (1986) unsur-unsur interpretasi citra meliputi berbagai hal berikut ini.

1. Rona adalah tingkat kegelapan atau kecerahan objek yang terekam pada citra. Warna adalah wujud yang tampak oleh mata dan menggunakan spektrum sempit.
2. Bentuk merupakan unsur yang spesifik dan mudah dikenali.
3. Pola merupakan susunan keruangan suatu objek pada citra.
4. Situs merupakan lokasi suatu objek terhadap objek lain, yaitu dalam kaitannya dengan lingkungan.
5. Ukuran merupakan ciri-ciri seperti jarak, luas, tinggi, lereng, dan isi (volume).
6. Bayangan merupakan hal yang dapat menyembunyikan detail atau objek di daerah yang lebih gelap.
7. Tekstur merupakan frekuensi perubahan rona pada citra dan umumnya dinyatakan sebagai tekstur kasar, sedang, dan halus.
8. Asosiasi merupakan keterkaitan antara satu objek dengan objek yang lain pada citra sehingga dapat dikenali.

G. Model Deteksi Kelapa Sawit

Penginderaan jauh telah lama digunakan dalam berbagai aplikasi salah satunya digunakan untuk keperluan pemantauan kelapa sawit. Dalam melakukan pemantauan sawit, penginderaan jauh dapat digunakan untuk mendapatkan informasi mengenai perubahan tutupan lahan, estimasi umur dan juga estimasi produksi. Areal kelapa sawit memiliki penampakan yang berbeda di permukaan bumi sehingga dapat dideteksi menggunakan sensor jarak jauh (Chong *et al.*,

2017). Klasifikasi objek sesuai dengan kelas tutupan lahan dapat membantu menggambarkan perbedaan kelapa sawit dengan areal sekitarnya seperti hutan, bangunan, tanah kosong, air dan areal pertanian lainnya.

Penginderaan jauh dengan gelombang mikro merupakan penginderaan jauh aktif yang mampu menembus lapisan awan. Di negara-negara tropis yang banyak ditanami sawit, tutupan awan menjadi salah satu masalah dalam penginderaan jauh menggunakan optik. Gelombang mikro yang lebih panjang memiliki daya penetrasi yang lebih tinggi sehingga dapat memberikan informasi untuk membedakan permukaan halus (air dan tanah) dan permukaan kasar (semak dan pohon). Menurut Ibrahim *et al.* (2015) untuk mendeteksi sawit, L-band dengan panjang gelombang 30-15 cm paling efisien karena dapat menembus kanopi pohon dan memberikan informasi tentang struktur subkanopi.

Pertumbuhan kelapa sawit dapat dipantau dengan data penginderaan jauh yaitu dengan mengamati pengaruh umur tanaman, hal tersebut dikarenakan kelapa sawit memiliki pola penanaman yang dikelompokkan berdasarkan tahun penanaman (Sitoms, 2004). Informasi mengenai umur sawit digunakan sebagai indikator untuk memprediksi produksi karena hal tersebut dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas tandan buah segar. Selain itu, informasi umur dapat juga digunakan untuk melengkapi persamaan alometrik estimasi biomassa, mengetahui stok karbon, dan dampak lingkungannya. Secara keseluruhan informasi mengenai umur sawit penting untuk menentukan produktivitas pohon dan juga merencanakan pengelolaan dan manajemen sumber daya yang optimal (Chemura *et al.*, 2015).

Kementerian pertanian menggunakan Citra ALOS AVNIR-2 untuk memetakan kelapa sawit dan perkebunan lainnya yang ada di Indonesia. Penggunaan Citra ALOS AVNIR-2 karena memiliki biaya yang lebih murah dalam operasional ataupun untuk tujuan analisis lainnya. Citra hasil pengamatan ALOS AVNIR-2 efektif untuk menghasilkan peta tutupan lahan dan tata guna lahan dalam pemantauan lingkungan regional (Agrianti, 2012).

Indeks vegetasi merupakan nilai kehijauan dari suatu vegetasi yang diperoleh dari nilai kecerahan kanal data sensor satelit. Penyerapan cahaya merah pada klorofil dan cahaya inframerah pada jaringan mesofil akan membuat nilai-

nilai kecerahan yang diterima oleh sensor satelit akan berbeda. Pada daerah nonvegetasi dan wilayah dengan vegetasi yang rusak akan memberikan nilai rasio yang kecil sedangkan pada daerah dengan vegetasi yang rapat akan memberikan nilai rasio yang tinggi (Yudistira *et al.*, 2019). Secara praktis, indeks vegetasi merupakan transformasi matematis dan menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam menyajikan data vegetasi (Sudarsono, 2016).

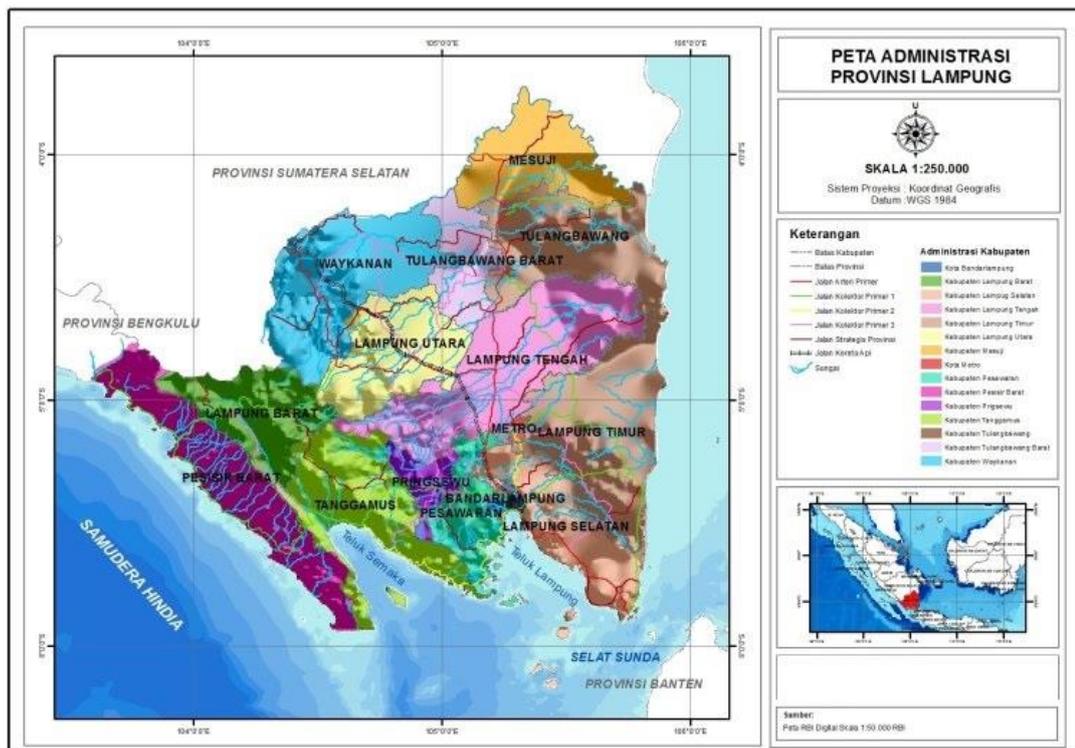
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) merupakan nilai kehijauan yang didapatkan dari vegetasi yang aktif melakukan aktivitas fotosintesis (Aziz *et al.*, 2018). Teknik ini merupakan salah satu dari indeks vegetasi yang sering digunakan untuk mendeteksi suatu vegetasi. Teknik ini memiliki rentang nilai -1 hingga +1. Menurut Yudistira *et al.* (2019) wilayah yang memiliki nilai kehijauan di bawah 0,2 termasuk ke dalam wilayah nonvegetasi. Wilayah yang memiliki nilai kehijauan di atas 0,4 merupakan wilayah dengan nilai vegetasi tinggi.

Enhanced Vegetation Index (EVI) merupakan index vegetasi yang dirancang untuk mendeteksi vegetasi dengan sensitivitas yang lebih baik melalui pemisahan latar kanopi dan pengurangan pengaruh atmosfer (Yudistira *et al.*, 2019). Teknik ini merupakan pengembangan indeks vegetasi untuk mengatasi kelemahan dari NDVI untuk mengoptimalkan sinyal pada daerah dengan biomassa yang tinggi. Teknik ini lebih responsif dalam penentuan variasi struktur kanopi, jenis kanopi, fisiogonomi tanaman, arsitektur kanopi termasuk juga *Leaf Area Index* (LAI) (Huete *et al.*, 2002). *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI) merupakan suatu algoritma yang dikembangkan dari teknik NDVI dengan menekan pengaruh dari latar belakang tanah pada tingkat kecerahan kanopi (Yudistira *et al.*, 2019).

III. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah di Provinsi Lampung. Penelitian ini dilakukan pada Bulan November – Desember 2020. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian di Provinsi Lampung

B. Alat dan Objek Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kamera digital, Global Positioning System (GPS), laptop yang dilengkapi dengan perangkat lunak

eCognition Developer, ArcGIS 10.3 dan Microsoft Excel 2007. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Citra Sentinel Provinsi Lampung
2. Titik survei lapangan (*ground truth point*) digunakan untuk penilaian akurasi hasil analisis citra.
3. Peta dasar atau peta batas wilayah Provinsi Lampung.

C. Jenis Data

1. Data Primer

Data primer meliputi data spasial, data atribut dan data analisis vegetasi. Data spasial terdiri dari data Citra Satelit Sentinel Provinsi Lampung tahun 2019 untuk analisis metode deteksi sebaran sawit. Data *ground truth point* merupakan data hasil survei lapangan yang dinyatakan dalam bentuk titik koordinat untuk menyatakan posisi keberadaan. Data atribut adalah data yang berbentuk tulisan maupun angka berupa data digital number citra satelit dan data penunjang lainnya.

2. Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan dua cara yaitu dengan melakukan pengunduhan data melalui media online seperti jurnal, buku dan media cetak lainnya yang digunakan untuk memperkuat hasil analisis.

D. Metode Pengumpulan Data

Data primer diperoleh dengan cara mengunduh data citra satelit Sentinel dari website <http://earthexplorer.usgs.gov>. Data *ground truth points* dikumpulkan dengan cara mengumpulkan sebaran subsektor perkebunan di Provinsi Lampung sebagai sampel dalam penelitian ini. Pengumpulan data melalui media online dilakukan dengan mengunduh berbagai publikasi ilmiah dan mengunduh data dari lembaga survei terkait.

E. Analisis Data

1. Pengkompositan Citra Satelit

Pengkompositan citra satelit sesuai saluran (band) spektral masing-masing tipe citra satelit dengan penggabungan menggunakan software Arcgis 10.3 dengan menggabungkan band 2, band 3, band 4 dan band 8.

2. Citra Satelit

Analisis citra satelit menggunakan metode deteksi sebaran sawit menggunakan MLC (klasifikasi kemungkinan maksimum), OOC (klasifikasi berorientasi obyek) dan Vegetation Indices Classification (klasifikasi indeks vegetasi). Analisis menggunakan Citra Satelit Sentinel tahun 2019.

a) MLC

Analisis citra dengan metode MLC menggunakan software Arcgis 10.3. Citra satelit yang telah dikomposit dan dipotong sesuai klasifikasi tutupan lahan yaitu badan air, hutan, sawit, vegetasi campuran, lahan terbangun atau terbuka, awan dan. Data diambil 20 sampel (*training area*) yang berisi tipe-tipe penutupan lahan sesuai klasifikasi. Pengambilan kelas sampel klasifikasi dibantu dengan menggunakan data *ground truth points* yang telah dilakukan sebelumnya dan sampel akan diolah menggunakan algoritma MLC.

b) OOC

Pengelolaan citra pada metode OOC menggunakan software *eCognition Developer* yaitu citra satelit yang telah dikomposit kemudian diolah menggunakan algoritma segmentasi multiresolusi (*multiresolution segmentation*) menggunakan segmentasi 50. Data sampel diklasifikasikan menggunakan algoritma *nearest neighbor classification*.

c) Indeks Vegetasi

Metode indeks vegetasi ini menggunakan tiga algoritma indeks vegetasi, yaitu EVI, NDVI, dan SAVI. Pengelolaan citra pada metode indeks vegetasi ini menggunakan software Arc GIS 10.3 dengan tools raster calculator. Menurut Yudistira *et al.* (2019), formula yang digunakan untuk masing-masing algoritma adalah sebagai berikut:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{Red}}{\text{NIR} + \text{Red}}$$

Keterangan: NIR adalah band 8 (near infrared) dan red adalah band 4.

$$\text{EVI} = \frac{2,5 \times \text{NIR} - \text{Red}}{\text{NIR} + 6 \times (\text{Red}) - 7,5 \times (\text{Blue}) + 1}$$

Keterangan: NIR adalah band 8, red band 4 dan blue band 2.

$$\text{SAVI} = \frac{1,5 \times \text{NIR} - \text{Red}}{\text{NIR} + \text{Red}}$$

Keterangan: NIR adalah band 8 dan red adalah band 4.

3. Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan untuk menentukan teknik terbaik yang dapat digunakan dalam mendeteksi perkebunan kelapa sawit. Uji akurasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode *Error Matrix*. Uji akurasi dilakukan dengan membandingkan data hasil klasifikasi dengan data referensi yang ada di lapangan. Pengujian dilakukan terhadap semua metode yang digunakan yaitu MLC, OOC, NDVI, EVI dan SAVI. Uji akurasi dilakukan dengan membuat 60 *training area* pada tiap metode yang dipilih secara acak. Menurut Bashit *et al.* (2019), data referensi merupakan data sebenarnya yang dipilih untuk melakukan pengujian objek pada data yang ada di peta. Menurut Sampurno dan Ahmad (2016), formula yang digunakan untuk melakukan uji akurasi yaitu:

$$\text{User's accuracy} = \frac{X_{ii} \times 100\%}{X_{+i}}$$

$$\text{Producer's accuracy} = \frac{X_{ii} \times 100\%}{X_{i+}}$$

$$\text{Overall accuracy} = \frac{\sum X_{ii} \times 100\%}{N}$$

Keterangan:

X_{ii} = Nilai diagonal matriks kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i

X_{+i} = Jumlah piksel dalam baris ke-i

X_{i+} = Jumlah piksel dalam kolom ke-i

N = Jumlah titik sampel

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Simpulan penelitian ini yaitu:

1. OOC dapat membedakan kelas tutupan lahan berdasarkan objek yang akurat sehingga metode ini merupakan metode terbaik yang digunakan untuk melakukan pendeteksian sawit dengan akurasi sebesar 88,3 % dan total luas lahan sawit sebesar 450.628,35 ha.
2. Untuk melakukan klasifikasi berdasarkan kelas umur sulit dilakukan karena resolusi citra yang digunakan belum dapat membedakan sawit berdasarkan kelas umurnya.
3. Persentase sawit yang terdapat di dalam kawasan hutan yaitu sebesar 19,14% dengan luasan total 86.272,03 ha.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian kembali terkait pendeteksian sawit menggunakan citra dengan resolusi yang lebih tinggi dan juga menggunakan metode yang lain. Hal ini dilakukan supaya dapat membedakan kelas umur sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrianti, S. 2012. *Identifikasi Kenampakan Kelapa Sawit dan Produktifitasnya Melalui Sistem Informasi Geografis*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 80 hlm.
- Agoes, H.F., Irawan, F.A., Marlianisya, R. 2018. Interpretasi citra digital penginderaan jauh untuk pembuatan peta lahan sawah dan estimasi hasil panen padi. *Jurnal Intekna* 18(1): 24-30.
- Andiko, A. J., Duryat., Arief, D. 2019. Efisiensi penggunaan citra multisensor untuk pemetaan tutupan lahan. *Jurnal Sylva Lestari* 7(3): 342-349.
- Arnanto, A. 2013. Pemanfaatan transformasi Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Citra Landsat TM untuk zonasi vegetasi di lereng merapi bagian selatan. *Jurnal Geomedia* 11(2): 155-170.
- Artika, E., Duryat., Susni, H. 2015. Identifikasi dan pemetaan tanaman aren (*Arenga pinnata*) plus di Hutan Pendidikan Konservasi Terpadu Tahura Wan Abdul Rachman. *Jurnal Sylva Lestari* 3(1): 41-50.
- 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.
- Aziz, K.W., Prasetyo, Y., Sukmono, A. 2018. Analisis regresi linier terhadap pola histogram spectral algoritma NDVI, EVI, dan LSWI untuk menngestimasi tingkat produktivitas padi (Studi kasus: Kabupaten Demak, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi Undip* 7(1): 172-181.
- Awaliyan, R.M., Yohanes, B.S. 2018. Klasifikasi tutupan lahan pada citra satelit Sentinel-2a dengan Metode Tree Algorithm. *Jurnal Hutan Tropis* 2(2): 98-104.
- Badan Standarisasi Nasional. 2010. *Klasifikasi Penutup Lahan*. Buku. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. 28 hlm.
- Bashit, N., Yudo, P. 2018. Uji ketelitian berbasis objek pada citra quickbird. *Jurnal Elipsoida* 1(1): 20-25.

- Bashit, N., Yudo, P., dan Andi, S. 2019. Klasifikasi berbasis objek untuk pemetaan penggunaan lahan menggunakan Citra Spot 5 di Kecamatan Ngaglik. *Jurnal Teknik* 20(2): 122-128.
- Chemura, A., Duren, V.I., dan Leeuwen, L.M.V. 2015. Determination of the age of oil palm from crown projection area detected from Worldview-2 multispectral remote sensing data: the case of Ejisu-Juaben District, Ghana. *Journal Photogrammetry and Remote Sensing* 100: 118–127.
- Chong, K.L., Kanniah, K.D., Pohl, C., Tan, K.P. 2017. A review of remote sensing application for oil palm studies. *Journal Geo Spatial Information Science* 20(02): 184-200.
- Deswina., Yossi, O., Romie, J. 2018. Klasifikasi terbimbing berbasis objek menggunakan algoritma Nearest Neighbor untuk pemetaan mangrove di Sungai Kambung, Pulau Bengkalis. *Jurnal Maspari* 10(2): 185-198.
- Didiek, G.H. 2005. *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kelapa Sawit di Indonesia*. Buku. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta. 50 hlm.
- Dienelly, U., Samsul, B., Trio, S. 2017. Pengaruh perubahan tutupan hutan dan lahan terhadap produk domestik regional bruto (PDRB) di sektor pertanian, kehutanan dan industri: Studi di Provinsi Lampung. *Jurnal Sylva Lestari* 5(1): 61-70.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2015. *Statistik Perkebunan Indonesia Kelapa Sawit 2014-2016*. Buku. Direktorat Jenderal Perkebunan. Departemen Pertanian Republik Indonesia. Jakarta. 69 hlm.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2018. *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2017*. Buku. Direktorat Jenderal Perkebunan. Departemen Pertanian Republik Indonesia. Jakarta. 82 hlm.
- Duryat., Sylvain, R., Marck, P. C. 2013. Dynamic of plantation of oil palm smallholdings in Riau Province, Sumatera, Indonesia. *Jurnal Sylva Lestari* 1(1): 93-100.
- Ependi, U. 2017. Geographic information system produksi energi dan pertambangan Kabupaten Musi Banyuasin. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi* 3(3): 60-69.
- Faisol, A., Indarto., Novita., E, Budiyo. 2018. Pemanfaatan citra satelit untuk membangkitkan informasi suhu udara guna mendukung pengelolaan sumberdaya air. *Prosiding Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalies UNS Ke-42*. Hal. 10-19.

- Fauzi, Y., Widiastuti, Y.E., Satyawibawa, I., dan Hartono, R. 2012. *Kelapa Sawit, Budi Daya Pemanfaatan Hasil Limbah dan Limbah Analisis Usaha dan Pemasaran*. Buku. Penebar Swadaya. Jakarta. 208 hlm.
- Gadang, D.T.S. 2009. *Analisis Peranan Sektor Pertanian Terhadap Perekonomian Jawa Tengah*. Skripsi. Fakultas Ekonomi Universitas Diponegoro. Semarang. 90 hlm.
- Hafizh, S. A., Agung, B. C., dan Agus, W. 2013. Penggunaan algoritma NDVI dan EVI pada citra multispektral untuk analisa pertumbuhan padi (Studi kasus: Kabupaten Indramayu, Jawa Barat). *Jurnal Geoid* 9(1): 7-10.
- Hanafi, I.H. 2011. Aktivitas penginderaan jauh melalui satelit di Indonesia dan pengaturannya dalam hukum ruang angkasa. *Jurnal Sasi* 17(2): 1-10.
- Handoko., Arief, D. 2015. Perubahan tutupan hutan di Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman (TAHURA WAR). *Jurnal Sylva Lestari* 3(2): 43-52.
- Huete, A., Didan, K., Rodriguez, M.E.P., Gao, X., Ferreira, L.G. 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the modis vegetation indices. *Journal Remote Sensing of Environment* 83: 195-213.
- Ibharim, N.A., Mustapha, M.A., Lihan, T., Mazlan, A.G. 2015. Mapping mangrove changes in the matang mangrove forest using multi temporal satellite imageries. *Journal Ocean & Coastal Management* 114: 64-76.
- Jayanti, I. 2017. *Perbandingan Metode Klasifikasi Maximum Likelihood dan Minimum Distance Pada Pemetaan Tutupan Lahan di Kota Langsa*. Skripsi. Universitas Syiah Kuala Darussalam. Banda Aceh. 53 hlm.
- Kampouraki, M., Woo, G.A., Brewer, T.R. 2008. Opportunities and limitations of object-based image analysis for detecting urban impervious and vegetated surfaces using true-colour aerial photography. *Journal of Infrastructure and Resilience* 6(2): 556-569.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W. 1997. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra* (Terjemahan). Buku: Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 714 hlm.
- Mau, S. D. I., Antonius, M. N., Visensius, A. K. D., Sri, Y. J. P., Charitas, F. 2020. Analisis ruang terbuka hijau pada Kota Surabaya menggunakan citra Landsat 8 dan metode Maximum Likelihood. *Jurnal Computing and Modeling* 3(1): 24-29.
- Mauhana, D. A., Arief, D. 2014. Perubahan penutupan lahan di Taman Nasional Way Kambas. *Jurnal Sylva Lestari* 2(1): 87-94.

- Marini, Y., Emiyati, H.S., 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*. 505-516
- Mustika, A. A., Samsul, B., Dyah, W. S. R. W. 2016. Perubahan penggunaan lahan di Provinsi Lampung dan pengaruhnya terhadap insidensi demam berdarah dengue (DBD). *Jurnal Sylva Lestari* 4(3): 35-46.
- Pahan, I. 2012. *Kelapa Sawit, Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir*. Penebar Swadaya. Jakarta. 424 hlm.
- Prahasta, E. 2008. *Remote Sensing Praktis Penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra Digital dengan Perangkat Lunak ER Mapper*. Buku. Informatika. Bandung. 406 hlm.
- Prasasli, I., Kaimoko, A, S. 2004. Pengkajian nilai indeks vegetasi data modis dengan menerapkan beberapa algoritma pengolahan data indeks vegetasi. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengelolaan Data Citra Digital* 1(1): 20-34.
- Purba J.H.V., Sipayung T. 2017. Perkebunan kelapa sawit Indonesia dalam perspektif pembangunan berkelanjutan. *Jurnal Masyarakat Indonesia* 43(1): 81-94.
- Purwadhi, S. H., Tjaturahono, B.S. 2009. *Pengantar Interpretasi Citra Penginderaan Jauh*. Buku. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional dan Universitas Negeri Semarang. Jakarta. 90 hlm
- Purwanto, E.H., Reza, L. 2019. Parameter teknis dalam usulan standar pengolahan penginderaan jauh: metode klasifikasi terbimbing. *Jurnal Standardisasi* 20(1); 67-78.
- Rohman, W.A., Darmawan, A., Wulandari, C., Dewi, B.S. 2019. Preferensi jelajah harian Gajah Sumatera (*elephas maximus sumatanus*) di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. *Jurnal Sylva Lestari* 7(3): 255-266.
- Rusdi, M. 2018. Perbandingan Object-Oriented Classification dan Maximum Likelihood Classification pada pemetaan tutupan lahan di Kabupaten Gayo lues. *Jurnal Agrista* 12(20): 73-79.
- Sasongko, A. 2016. Sistem informasi geografis berbasis web untuk pemetaan jalan dan bangunan. *Jurnal Khatulistiwa Informatika* 4(1): 1-11.
- Sinaga, R. P., Arief, D. 2014. Perubahan tutupan lahan di Resort Pugung Tampak Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS). *Jurnal Sylva Lestari* 2(1): 77-86.

- Sitoms, J. 2004. Pengembangan model estimasi umur tanaman sawit dengan menggunakan data Landsat-TM. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra* 1(1): 14-19.
- Siregar, D. I., Adnin, M. A. 2020. Pemanfaatan Citra Landsat 8 Oli untuk klasifikasi tutupan lahan di tamann nasional gunung merbabu. *Jurnal Kehutanan* 15(2): 28-39.
- Sudarsono, N.W., Sudarsono, B., dan Wijaya, A.P. 2016. Analisis fase tumbuh padi menggunakan algoritmma NDVI, EVI, SAVI dan LSWI pada Citra Landsat 8. *Jurnal Geodesi Undip* 5(1): 125-134.
- Susanto, A., Kharis, A., Khotimah, T. 2016. Sistem infomasi geografis pemetaan lahan pertanian dan komoditi hasil panen Kabupaten Kudus. *Jurnal Informatika* 10(2): 1233-1243.
- Sutanto. 1986. *Penginderaan Jauh Jilid 1*. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta. 252 hlm.
- Tangibali, C, N. 2017. *Analisis Karakteristik Spasial Kabupaten Sindenreng rapping Berbasis GIS dan Remote Sensing Menggunakan Citra Landsat 8*. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar. 112 hlm.
- Wahyuni, N. I. 2012. Integasi penginderaan jauh dalam perhitungan biomassa hutan. *Jurnal Info BPK Manado* 2(2): 115-131.
- Wigati, L., Samsul, B., Trio, S., Dyah, W. S. R. W. 2016. Pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap angka kesakitan malaria: Studi kasus di Provinsi Lampung. *Jurnal Sylva Lestari* 4(3): 1-10.
- Wiweka. 2014. Standarisasi klasifikasi dan simbol lahan perkotaan diturunkan dari citra resolusi spasial tinggi. *Jurnal Standarisasi* 16(1): 41-56.
- Yudistira, R., Meha, A.I., Prasetyo, S.Y.J. 2019. Perubahan konversi lahan menggunakan NDVI, EVI, SAVI dan PCA pada citra landsat 8 (Studi kasus: Kota Salatiga). *Jurnal Computing and Modeling* 1: 25-30.
- Yulistriani, Paloma, C., Hasnah. 2018. Analisis resiko paska panen Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit di Kabupaten Dharmasraya. *Jurnal Agrifo* 3(1): 45-56.