ANALISIS KESEHATAN HUTAN BERDASARKAN INDIKATOR KONDISI TAJUK MENGGUNAKAN METODE *FOREST HEALTH MONITORING* DAN PENGINDERAAN JAUH

(Skripsi)

Oleh

ANGGI FERIANSYAH

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022

ABSTRAK

ANALISIS KESEHATAN HUTAN BERDASARKAN INDIKATOR KONDISI TAJUK MENGGUNAKAN METODE *FOREST HEALTH MONITORING* DAN PENGINDERAAN JAUH

Oleh

ANGGI FERIANSYAH

Kondisi tajuk merupakan salah satu indikator kesehatan hutan (lindung, konservasi, dan produksi). Parameter kondisi tajuk dapat diukur dengan metode *Forest Health Monitoring* (FHM) dan penginderaan jauh. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai *Visual Crown Ratio* (VCR) dan nilai *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) pada berbagai fungsi hutan di Provinsi Lampung, menganalisis hubungan NDVI dengan parameter kondisi tajuk, dan mengetahui kategori kesehatan hutan berdasarkan indikator kondisi tajuk pada berbagai fungsi hutan di Provinsi Lampung. Metode yang digunakan yaitu menggunakan teknik FHM dan penginderaan jauh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai VCR 2,50 - 3,25 (hutan lindung), 3,00 - 3,26 (hutan konservasi), dan 2,30 - 3,10 (hutan produksi). Nilai NDVI 0,75-0,82 (hutan lindung), 0,78-0,80 (hutan konservasi), dan 0,55 - 0,81 (hutan produksi). Terdapat hubungan yang signifikan antara nilai NDVI dengan dua parameter kondisi tajuk yaitu : kerapatan tajuk dan transparansi tajuk. Nilai akhir kesehatan hutan yaitu 0,25 - 2,50 (hutan lindung), 0,10 - 1,00 (hutan konservasi), dan 0,25 - 2,50 (hutan produksi). Dengan demikian, nilai VCR pada hutan lindung 2,92 (sedang), hutan konservasi 3,17 (tinggi) dan hutan produksi 2,78 (sedang). Nilai NDVI hutan lindung 0,80 (sangat baik), hutan konservasi 0,79 (sangat baik) dan hutan produksi 0,67 (baik). Nilai NDVI memiliki hubungan signifikan dengan dua parameter kondisi tajuk. Kategori kesehatan hutan di hutan lindung dan hutan produksi berkategori sedang, dan di hutan konservasi berkategori baik.

Kata kunci : kesehatan hutan, kondisi tajuk, fungsi hutan.

ABSTRACT

FOREST HEALTH ANALYSIS BASED ON CROWN CONDITION INDICATORS USING FOREST HEALTH MONITORING AND REMOTE SENSING METHODS

By

ANGGI FERIANSYAH

Crown conditions are one of the indicators of forest health (protection, conservation, and production). Crown condition parameters can be measured by Forest Health Monitoring (FHM) and remote sensing methods. The purpose of this study was to determine the Visual Crown Ratio (VCR) value and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) values on various forest functions in Lampung Province, analyze the relationship of NDVI with crown condition parameters, and determine forest health categories based on indicators of crown conditions in various forest functions in Lampung Province. The method used is to use FHM and remote sensing techniques. The results showed that the VCR values were 2.50 - 3.25 (protected forest), 3.00 - 3.26 (conservation forest), and 2.30 - 3.10 (production forest). NDVI values are 0.75 - 0.82 (protected forest), 0.78 - 0.80 (conservation forest), and 0.55 - 0.81 (production forest). There is a significant relationship between the NDVI value and the two parameters of the crown condition, namely: header density and header transparency. The final forest health values are 0.25 - 2.50 (protected forest), 0.10 - 1.00 (conservation forest), and 0.25 - 2.50 (production forest). Thus, the VCR value in protected forests is 2.92 (medium), conservation forests are 3.17 (high) and production forests are 2.78 (medium). The NDVI value of protected forests is 0.80 (very good), conservation forests are 0.79 (very good) and production forests are 0.67 (good). The NDVI value has a significant relationship with the two parameters of the ccrown condition. The categories of forest health in protected forests and production forests are categorized as medium, and in conservation forests are categorized as good.

Keyword : forest health, crown condition, forest function.

ANALISIS KESEHATAN HUTAN BERDASARKAN INDIKATOR KONDISI TAJUK MENGGUNAKAN METODE *FOREST HEALTH MONITORING* DAN PENGINDERAAN JAUH

Oleh

Anggi Feriansyah

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA KEHUTANAN

Pada

Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022

Judul Skripsi	: **ANALISIS KESEHATAN HUTAN BERDASARKAN INDIKATOR KONDISI TAJUK MENGGUNAKAN METODE *FOREST HEALTH MONITORING* DAN PENGINDERAAN JAUH**
Nama Mahasiswa	: *Anggi Feriansyah*
Nomor Pokok Mahasiswa	: 1614151049
Program Studi	: Kehutanan
Fakultas	: Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Rahmat Safe'i, S.Hut., M.Si.	**Dr. Arief Darmawan, S.Hut., M.Sc.**
NIP 197601232006041001	NIP 197901072008011009

2. Ketua Jurusan Kehutanan

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

Scanned by TapScanner

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua Komisi : **Dr. Rahmat Safe'i, S.Hut., M.Si.** .....

Sekretaris Komisi : **Dr. Arief Darmawan, S.Hut., M.Sc.** .....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Hari Kaskoyo, S.Hut., M.P.** .....

2. Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **06 Oktober 2022**

Scanned by TapScanner

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Raman Utara Kabupaten Lampung Timur pada tanggal 20 Februari 1998, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara yang merupakan anak pasangan Bapak Jiman dan Ibu Surmini. Penulis menempuh pendidikan di Taman Kanak-Kanak (TK) di TK Pembina Lampung Barat tahun 2003-2004, Sekolah Dasar (SD) di SDN 1 Way Mengaku tahun 2004-2010, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Liwa tahun 2010-2013, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 1 Liwa tahun 2013-2016.

Tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan dan terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan Kehutanan (Himasylva) sebagai Anggota Bidang Komunikasi, Informasi dan Pengabdian Masyarakat tahun 2019. Penulis telah menulis makalah berjudul "Status Kesehatan Hutan Berdasarkan Indikator Kondisi Tajuk (Studi Kasus Pada Tiga Fungsi Hutan di Provinsi Lampung)" yang diseminarkan dan dipublikasikan pada Prosiding Seminar Nasional: Konservasi 2020, yang diselenggarakan oleh LPPM Universitas Lampung pada Bulan April Tahun 2020. Penulis juga memiliki makalah dengan judul "*Comparison of Crown Health Assessment Using Forest Health Monitoring and Remote Sensing Techniques (Case Study:KTH Lestari Jaya 8, KPHL Kota Agung Utara, Lampung)*" yang diseminarkan dan presentasikan pada The 4th International Conference on Natural Resources and

Technology (The 4th ICONART 2022) yang diselenggarakan oleh pihak Universitas Sumatera Utara secara online tahun 2022.

Tahun 2019, penulis melaksanakan Kegiatan Kuliah Nyata (KKN) selama 40 hari pada bulan Januari – Februari di Desa Tanjung Baru, Kecamatan Bukit Kemuning, Kabupaten Lampung Utara. Penulis juga telah melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di Kampus Lapangan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Desa Getas, Kecamatan Kradenan, Kabupaten Blora, Provinsi Jawa Tengah pada bulan Agustus 2019 selama 20 hari.

Karya ini kupersembahkan kepada Ayahanda Jiman dan Ibunda Surmini,
serta untuk adik-adik tersayang
Aldo Ferdi Febrianto dan Dalvin Ferdiansyah

SANWACANA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Kesehatan Hutan Berdasarkan Indikator Kondisi Tajuk Menggunakan Metode *Forest Health Monitoring* dan Penginderaan Jauh" sebagai salah satu syarat untuk menempuh gelar Sarjana Kehutanan. Terselesaikannya penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak, sehingga 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.
3. Bapak Dr. Rahmat Safe'i, S.Hut., M.Si. selaku dosen pembimbing pertama sekaligus pembimbing akademik yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran, memberikan banyak arahan, perhatian, nasihat, dan motivasi kepada penulis.
4. Bapak Dr. Arief Darmawan, S.Hut., M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan arahan, perhatian, nasihat, dan motivasi kepada penulis.
5. Bapak Dr. Hari Kaskoyo, S.Hut., M.P. selaku dosen penguji atau pemba yang telah memberikan kritik, saran, nasihat, dan motivasi kepada penu
6. Segenap dosen Jurusan Kehutanan yang telah memberikan banyak wawasan dan ilmu pengetahuan selama penulis menuntut ilmu di Universitas Lampung.
7. Orang tua penulis yaitu Bapak Jiman dan Ibu Surmini yang selalu memberikan doa, semangat, kasih sayang, dan dukungan moril maupun materil hingga penulis dapat menempuh langkah sejauh ini.

8. Saudara penulis yaitu Aldo Ferdi Febrianto, dan Dalvin Ferdiansyah yang selalu memberikan dukungan, motivasi, dan kasih sayang kepada penulis.
9. Teman-teman tim penelitian yang sudah menyediakan waktu, tenaga, dan dukungan dalam pengambilan data di lapangan (Prayogi Saiful Anwar, S.Hut, Agung Yoga Pangestu, S.Hut, Fansuri Fikri Haikal, S.Hut, dan Yulia Indriani, S.Hut).
10. Teman-teman penulis (Monica Destia, S.Hut., Rosadea Nancy W, S.Hut., Jefpry Saputra, S.Hut., Ganang Ardis E, S.Hut., Garin Doyozi A, S.Hut., dan Imam Adji W, S.Hut.) yang telah memberikan motivasi kepada penulis.
11. Saudara seperjuangan kehutanan angkatan 2016 (T16ER)
12. Keluarga besar Himasylva Universitas Lampung.
13. Seluruh pihak yang terlibat dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, tetapi penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Bandar Lampung, Desember 2022

Anggi Feriansyah

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Hutan	6
2.2 Kesehatan Hutan	7
2.3 Penginderaan Jauh	8
2.4 Citra Sentinel-2	9
2.5 Indeks Vegetasi	10
2.6 Transformasi NDVI	11
III. METODE PENELITIAN	13
3.1 Tempat dan Waktu	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Metode	15
3.3.1 Pengukuran	15
3.3.2 Pengolahan Data	18
3.3.3 Analisis Data	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Keragaman Jenis Pohon	22
4.2 Sebaran Nilai VCR	26
4.3 Sebaran Nilai NDVI	28
4.4 Analisis Pengaruh Parameter Kondisi Tajuk dengan NDVI	34
4.5 Klasifikasi Kesehatan Hutan	39

V. SIMPULAN DAN SARAN 44
5.1 Simpulan 44
5.2 Saran 44

DAFTAR PUSTAKA 45

LAMPIRAN 49

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Karakteristik Citra Sentinel-2 10
2. Kriteria Penentuan Nilai Visual Crown Ratio (VCR)..... 18
3. Nilai VCR Individu Pohon..... 19
4. Keragaman Jenis Pohon pada Fungsi Hutan Lindung 22
5. Keragaman Jenis Pohon pada Fungsi Hutan Konservasi..... 24
6. Keragaman Jenis Pohon pada Fungsi Hutan Produksi. 25
7. Sebaran Nilai VCR Pohon pada Tiga Fungsi Hutan..... 26
8. Nilai VCR Klaster Plot 27
9. Nilai NDVI Klaster Plot pada Tiga Fungsi Hutan 33
10. Nilai Skor Klaster Plot di Fungsi Hutan Lindung..... 39
11. Nilai Ambang Batas Kesehatan Hutan di Fungsi Hutan Lindung 39
12. Kategori Kondisi Kesehatan Hutan Di Fungsi Hutan Lindung 40
13. Nilai Skor Klaster Plot di Fungsi Hutan Konservasi. 40
14. Nilai Ambang Batas Kesehatan Hutan di Fungsi Hutan Konservasi... 41
15. Kategori Kondisi Kesehatan Hutan di Fungsi Hutan Konservasi..... 41
16. Nilai Skor Klaster Plot di Fungsi Hutan Produksi 42
17. Nilai Ambang Batas Kesehatan Hutan di Fungsi Hutan Produksi..... 42
18. Kategori Kondisi Kesehatan Hutan di Fungsi Hutan Produksi 42

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. Bagan Kerangka Penelitian 5
2. Ilustrasi pantulan gelombang elektromagnetik 11
3. Peta lokasi penelitian. 14
4. Klaster plot FHM. 15
5. Ilustrasi pengukuran rasio tajuk hidup (LCR) 16
6. Magic card (Kartu skala kerapatan tajuk dan transparansi tajuk) 17
7. Ilustrasi pengukuran diameter tajuk (CD) 17
8. Sebaran nilai NDVI pada fungsi hutan lindung 29
9. Sebaran nilai NDVI pada fungsi hutan konservasi 30
10. Sebaran nilai NDVI pada fungsi hutan produksi klaster plot 1,2, dan 4 31
11. Sebaran nilai NDVI pada fungsi hutan produksi klaster plot 3,5, dan 6 32
12. Grafik korelasi rasio tajuk hidup dengan NDVI 34
13. Grafik korelasi kerapatan tajuk dengan NDVI 35
14. Grafik korelasi transparansi tajuk dengan NDVI 36
15. Grafik korelasi *dieback* dengan NDVI 37
16. Grafik korelasi diameter tajuk dengan NDVI 38
17. Grafik korelasi nilai VCR dengan NDVI 38

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Hutan merupakan suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan (UU No. 41 tahun 1999). Fungsi ekologis hutan terarah kepada peran hutan dalam menghasilkan oksigen (O_2) dan menyerap gas yang dibuang (karbondioksida dan gas – gas beracun lainnya), menjaga keseimbangan sumberdaya air sesuai dengan siklusnya sepanjang musim serta turut menciptakan iklim mikro di suatu wilayah. Sebagai "paru-paru" dunia, hutan berfungsi sebagai sumber oksigen bagi kehidupan manusia. Hutan dikelompokkan menjadi tiga kategori berdasarkan tujuannya: hutan lindung, hutan konservasi, dan hutan produksi. (Safe'i *et al*., 2019).

Eksploitasi yang dilakukan untuk kepentingan manusia, baik hutan alam maupun hutan tanaman mengakibatkan hutan mengalami penurunan fungsi yang tajam. Akibatnya, hutan tidak lagi berfungsi sebaik dulu. Sementara itu, usaha yang dilakukan untuk melestarikan hutan masih kurang optimal. Menjaga kawasan hutan dan ekosistemnya merupakan tujuan dari upaya perlindungan hutan untuk mencapai fungsi lindung, konservasi, dan produksi secara lestari (Gunawati, 2015) . Pemantauan kesehatan hutan adalah salah satu kegiatan yang penting untuk dilakukan dalam rangka menjaga kualitas dan fungsi hutan.

Suatu hutan dianggap sehat jika ekosistemnya dalam keadaan sehat atau tidak rusak, dan memungkinkannya untuk melakukan tugas-tugas atau fungsi-fungsi sebagaimana yang telah ditetapkan (Safe'i *et al.*, 2015). Dengan mengidentifikasi sumber kerusakan, temuan pemantauan kesehatan hutan

memudahkan untuk memutuskan langkah apa yang harus diambil untuk menghentikan lebih banyak kerusakan (Safe'i *et al.*, 2019). *Forest Health Monitoring* (FHM) merupakan suatu upaya dalam rangka mengetahui status hutan saat ini serta perubahan yang terjadi dimasa yang akan datang (Safe'i dan Tsani, 2016). Indikator ekologis kesehatan hutan terdiri atas vitalitas, produktivitas, biodiversitas dan kualitas tapak. Indikator vitalitas menggambarkan kerusakan pohon dan kondisi tajuk.

Kondisi tajuk merupakan bagian dari indikator vitalitas yang merupakan salah satu indikator dalam mengukur kesehatan hutan (Simanjorang, 2018). Tingkat kesuburan suatu spesies dalam perkembangannya sebagai respons terhadap lingkungannya dapat digambarkan sebagai vitalitasnya. Kesehatan pohon yang dibuktikan dengan keadaan tajuk pohon memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap pertumbuhan pohon yang selanjutnya mempengaruhi kualitas kayu dan jumlah kayu yang akan diproduksi (Putra *et al.*, 2010). Kondisi kesehatan tajuk pohon harus dikenali untuk mengetahui kondisi fisik pohon. Kondisi fisik pohon akan baik jika dilakukan pemeliharaan pohon dengan baik (Prastyaningsih, 2004). Kondisi tajuk pohon dilakukan pengukuran berdasarkan beberapa parameter ekologis antara lain rasio tajuk hidup, kerapatan tajuk, transparansi tajuk, diameter tajuk, dan *dieback* (Nuhamara dan Kasno, 2001). Parameter-parameter ekologis kondisi tajuk tersebut kemudian dianalisis untuk memperoleh peringkat penampakan tajuk (*Visual Crown Rating*/VCR).

Teknologi penginderaan jauh adalah pendekatan berbeda yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kesehatan hutan. Penginderaan jauh merupakan salah satu solusi dalam pemantauan kawasan hutan yang luas untuk mengetahui informasi mengenai kehutanan baik jenis, kerapatan vegetasi maupun kesehatan hutan yang sangat kompleks dengan menggunakan data dari citra satelit (Dasuka, 2016). Lokasi dengan medan yang sulit diakses dan cuaca yang kurang menentu menjadi salah satu kendala dalam melakukan pengukuran dilapangan, penginderaan jauh merupakan cara yang cepat dan efektif untuk mengumpulkan data dan informasi tentang kawasan hutan (Kushardono, 2017). Peranan penginderaan jauh dapat memudahkan dalam analisis suatu wilayah tanpa berhubungan langsung dengan objek yang akan diteliti (Pahleviannur, 2019).

Informasi dari penginderaan jauh diperoleh dari sistem satelit yang dilengkapi dengan sensor yang juga melakukan perekaman.

Pemantauan Kesehatan Hutan dengan metode *Forest Health Monitoring* (FHM) dan teknologi penginderaan jauh dengan klasifikasi NDVI dapat dimanfaatkan untuk memperoleh data dan informasi mengenai kondisi kesehatan hutan pada saat ini dan kecenderungan yang terjadi di masa yang akan datang sehingga keputusan pengelolaan dapat dilakukan dengan tepat. Berdasarkan uraian diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana nilai VCR yang diperoleh dengan menggunakan metode FHM pada berbagai fungsi hutan di Provinsi Lampung.
2. Bagaimana nilai NDVI menggunakan citra sentinel-2 pada berbagai fungsi hutan di Provinsi Lampung
3. Bagaimana hubungan nilai NDVI dengan parameter-parameter penilaian kondisi tajuk.
4. Bagaimana nilai akhir kondisi kesehatan hutan berdasarkan kondisi tajuk pada berbagai fungsi hutan di Provinsi Lampung.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mengetahui nilai VCR dengan menggunakan metode FHM pada berbagai fungsi hutan di Provinsi Lampung.
2. Mengetahui nilai NDVI menggunakan citra sentinel-2 pada berbagai fungsi hutan di Provinsi Lampung
3. Menganalisis hubungan NDVI dengan parameter-parameter penilaian kondisi tajuk.
4. Mengetahui kategori kesehatan hutan berdasarkan kondisi tajuk pada berbagai fungsi hutan di Provinsi Lampung.

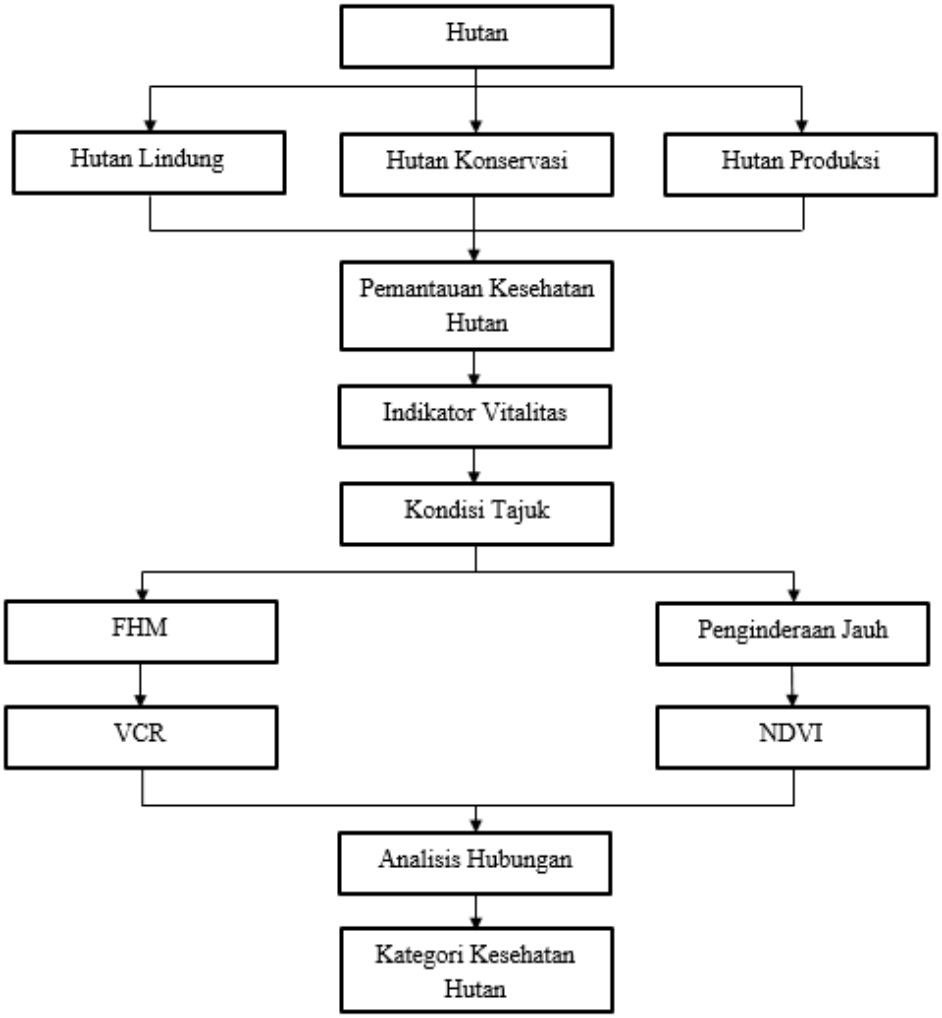
1.3 Kerangka Pemikiran

Pengelolaan hutan dilakukan agar fungsi dari kawasan hutan dapat berjalan dengan baik. Pembagian hutan berdasarkan fungsinya terbagi menjadi 3 yaitu hutan lindung, hutan konservasi dan hutan produksi. Dengan menggunakan

evaluasi kesehatan hutan, maka dapat mencapai pengelolaan hutan lestari. Sangat penting untuk melakukan tindakan pelestarian dan pemantauan kesehatan hutan untuk menjamin kelangsungan kelangsungan hutan.. Kondisi tajuk sebagai bagian dari indikator vitalitas sebagai salah satu indikator penilaian kesehatan hutan sangat penting untuk diketahui kondisinya karena mempengaruhi aktivitas fisiologis pohon. Pemantauan kesehatan hutan secara berkala dapat mengurangi kemungkinan kerusakan hutan. Keadaan tajuk berfungsi sebagai salah satu penanda untuk menilai kesehatan suatu hutan. Data kondisi tajuk disatukan menjadi peringkat penampakan tajuk (VCR). Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh sangat dimungkinkan dalam melakukan pemantauan kesehatan hutan. Vegetasi hutan memiliki sifat spektral yang berbeda, memungkinkannya untuk diperiksa dalam berbagai cara untuk menentukan indeks yang mengukur status vegetasi. NDVI, yang mengukur kemampuan fotosintesis tumbuhan yang menutupi permukaan tanah, digunakan sebagai indeks vegetasi.

Penelitian yang dilakukan yaitu untuk mengetahui kondisi kesehatan hutan berdasarkan kondisi tajuk dengan dua metode yang berbeda yaitu metode FHM dan penginderaan jauh. Metode FHM menggunakan nilai VCR yang dihasilkan dari rasio tajuk hidup, kerapatan tajuk, transparansi tajuk, diameter tajuk, dan *dieback.* Metode penginderaan jauh menggunakan nilai NDVI yang dihasilkan dari data citra satelit sentinel-2 untuk mengukur kondisi tajuk pohon.

Hasil dari penilaian kondisi kesehatan hutan berdasarkan kondisi tajuk yang telah diperoleh kemudian dilakukan analisis data untuk mendapatkan nilai akhir kesehatan hutannya. Data kesehatan hutan terkait kondisi tajuk berguna untuk instansi terkait guna mewujudkan pengelolaan hutan lestari serta dapat memberi manfaat untuk perguruan tinggi guna melakukan kajian akademis. Berikut ini bagan kerangka pemikiran yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Kerangka Penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hutan

UU RI No. 41 Tahun 1999 mendefinisikan beberapa terminologi yang berkaitan dengan kehutanan, antara lain hutan dan kawasan hutan. Hutan adalah suatu kesatuan ekologis yang terdiri atas hamparan lahan yang luas dengan sumber daya hayati yang sebagian besar didominasi oleh pepohonan dalam lingkungan alaminya dan tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Kawasan hutan adalah lokasi yang ditetapkan atau dinyatakan oleh pemerintah akan tetap menjadi hutan untuk selama-lamanya.

Konservasi, perlindungan, dan produksi adalah tiga tujuan hutan. Kawasan hutan yang ditetapkan sebagai hutan lindung adalah kawasan hutan yang tujuan utamanya adalah untuk menjaga ekosistem yang mengelola sumber daya air, menghindari banjir, mengendalikan proses erosi serta menjaga kesuburan tanah. Hutan konservasi adalah kawasan hutan dengan ciri-ciri tertentu yang tujuan utamanya memelihara keanekaragaman tumbuhan, satwa, dan ekosistem. hutan produksi adalah hutan yang tujuan utamanya adalah produksi hasil hutan.

Dengan hutan yang luas, Indonesia adalah negara yang cukup terkenal dengan 10% lahan hutan tropis dunia masih ada di Indonesia. Hutan hujan tropika memiliki komposisi jenis yang heterogen dengan struktur umur pohon yang beragam pada setiap satuan tapaknya. Pemanenan hasil hutan dan tindakan silvilkultur lainnya yang kurang baik dapat menyebabkan kepunahan atau kelangkaan spesies-spesies tertentu, yang pada akhirnya akan menurunkan keanekaragaman jenis dan mengganggu ekologi hutan (Sukarna *et al.,* 2022).

2.2 Kesehatan Hutan

Menurut Sumardi dan Widyastuti (2007), Untuk menjaga bahaya kerusakan di bawah ambang batas kerugian finansial, kesehatan hutan merupakan upaya memasukkan pengetahuan tentang ekosistem, dinamika populasi, dan genetika spesies pengganggu tumbuhan. Suatu hutan dikatakan sehat jika dapat menjalankan tugas pokoknya yang telah ditentukan sebelumnya, baik produksi, konservasi, maupun lindung (Nuhamara dan Kasno, 2001). Berbagai elemen, seperti jumlah sinar matahari, unsur hara, aktivitas manusia, dan lain-lain, berdampak pada kesehatan hutan (Sitinjak *et al.*, 2016).

Kesehatan hutan telah digunakan untuk menunjukkan sejauh mana serangga dan penyakit yang mengganggu proses pohon normal. Di sisi lain, kondisi hutan telah digunakan dalam kaitannya dengan indikator deskriptif digunakan dalam penilaian hutan rutin. Menurut Safe'i dan Tsani (2016) apabila suatu pohon/tegakan hutan tidak mampu menjalankan fungsinya dengan baik maka pohon/tegakan tersebut dapat dikatakan mengalami kerusakan. Hutan dikatakan sehat bukan karena tidak memiliki kerusakan sama sekali, melainkan hutan yang memiliki ciri-ciri :

1. Vegetasi yang cukup rapat.
2. Siklus hidrologi berjalan dengan baik.
3. Tanah terjaga kesuburannya.
4. Interaksi antara faktor-faktor biotik dan abiotic tidak menimbulkan kerusakan yang berarti.
5. Suksesi berjalan dengan baik.

Kesehatan hutan memiliki indikator yang harus disesuaikan dengan ekosistem setempat karena indikasi pengelolaan hutan yang efektif bergantung pada keadaan ekosistem setempat dan metode silvikultur yang digunakan (Safe'i *et al.*, 2019). Identifikasi status kesehatan hutan merupakan upaya berbasis silvikultur untuk mengelola hutan dengan cara menjaga kesehatannya melalui tahapan fasilitasi, pendampingan, perlindungan, dan penyelamatan (Duryat *et al.*, 2014).

Kesehatan pohon dapat ditentukan untuk pertama kalinya melalui kerusakan tajuk, variasi warna daun, atau defoliasi. Berikut tanda-tanda kerusakan cabang

dan batang. Bagian batang dari diameter ujung minimum tertentu ke atas dikenal sebagai mahkota. Bagian pohon yang berada di atas permukaan tanah, termasuk batang, daun, dan organ reproduksinya, disebut tajuk. Menurut May *et al* (2013), kondisi pohon bisa dikategorikan kedalam kondisi:

1. Sehat, pohon tampak hijau dan pertumbuhan normal,
2. Berisiko, daun menguning berjatuhan dan pertumbuhan terganggu, adanya serangan hama/penyakit ringan,
3. Meluruh, pertumbuhan pohon terganggu berat, mati pucuk, terdapat serangan hama/penyakit berat dan
4. Mati, pertumbuhan terhenti, pucuk dan percabangan mati.

Rasio tajuk hidup (*Live Crown Ratio*/LCR), kerapatan tajuk (*Crown Density*/Cden), transparansi tajuk (*Foliage Transparancy*/FT), diameter tajuk (*Crown Diameter Width* dan *Crown Diameter at* 90°), dan *dieback* (CDB) merupakan parameter yang digunakan dalam pengukuran kondisi tajuk dengan metode FHM (Nuhamara dan Kasno 2001).

2.3 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh atau *remote sensing* merupakan ilmu dan seni yang digunakan untuk mengumpulkan data tentang objek, area, atau gejala menggunakan suatu alat tanpa bersentuhan langsung dengan subjek yang diteliti (Jaya, 2014). Penginderaan jauh dilakukan dengan menghitung nilai pantulan gelombang elektromagnetik (refleksi) dan pancaran (*emisi*) dari objek yang diamati. Energi gelombang elektromagnetik akan terpantul dari permukaan tanah, dan energi ini kemudian akan ditangkap dan direkam oleh sensor. Penginderaan jauh menggunakan prinsip-prinsip dasar ilmu fisika terutama mengenai radiasi elektromagnetik karena proses yang terjadi dalam proses penginderaan jauh selalu melibatkan interaksi antara radiasi energi yang disengaja dengan target yang menjadi sasaran atau objek penelitian (Darmawan *et al.*, 2018)

Dalam interpretasi visual, identifikasi objek adalah langkah yang paling penting. Jika dibandingkan dengan fitur interpretasi pada foto lainnya, fotografi udara, citra pertama dalam penginderaan jauh, memiliki perangkat yang paling lengkap. Mempelajari gambar atau gambar dengan tujuan mengidentifikasi item

dan gejala dan menentukan signifikansi dari hal dan gejala ini dikenal sebagai interpretasi gambar (Agoes *et al.*, 2018). Tiga rangkaian kegiatan berikut diperlukan dalam mengidentifikasi objek yang tergambar pada citra, yaitu :

1. Deteksi, yaitu: pendeteksian benda dengan menggunakan sensor yang memiliki sifat tertentu.
2. Identifikasi, yaitu: karakterisasi objek referensi data..
3. Analisis, yaitu: mengumpulkan informasi yang lebih spesifik.

2.4 Citra Sentinel-2

Menggunakan kendaraan peluncuran Vega, Sentinel-2A, satelit pengamatan bumi dari European Space Agency (ONE), diluncurkan pada 23 Juni 2015, dari Guiana Space Center di Kourou, French Prancis (Andini *et al.*, 2018). Sentinel-2 merupakan satelit penginderaan jauh multispektral pasif yang dibangun di Eropa yang memiliki 13 band, 4 band dengan resolusi 10 meter, 6 band dengan resolusi 20 meter, dan 3 band dengan resolusi spasial 60 meter dan area sapuan. sepanjang 290 kilometer. Tujuan Sentinel-2 adalah menyediakan data untuk pemantauan lahan. Data ini penting untuk digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pemetaan risiko bencana, perencanaan kota, kehutanan, pemantauan lingkungan, dan mendeteksi perubahan tutupan lahan.

Data input Sentinel-2 untuk perubahan tutupan lahan akan sangat membantu pemantauan lahan. Sentinel-2 mampu mendukung berbagai kerja lapangan dan aplikasi geofisika, yang akan membantu meningkatkan metode pertanian, melacak penggurunan dan kondisi hutan dunia, menemukan polusi di danau dan perairan pesisir, membantu mendeteksi bencana alam, peta, dan lainnya. Mengenai penggunaan Sentinel-2 dalam banyak disiplin ilmu, pemantauan hutan membantu melestarikan keanekaragaman hayati hutan dan tanah, perencanaan kota mendorong keberlanjutan dan keseimbangan pembangunan yang sehat, dan pemantauan air membantu memprediksi kekurangan air dan kekeringan (Kawamuna *et al.*, 2017). Karakteristik citra sentinel-2 disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Citra Sentinel-2

Sentinel-2 Band	Centra Wavelength	Resolution
Band 1 – *Coastal Aerosol*	0,44	60
Band 2 – *Blue*	0,49	10
Band 3 – *Green*	0,56	10
Band 4 – *Red*	0,66	10
Band 5 – *Vegetation Red Edge*	0,70	20
Band 6 - *Vegetation Red Edge*	0,74	20
Band 7 - *Vegetation Red Edge*	0,78	20
Band 8 - NIR	0,84	10
Band 8A - *Vegetation Red Edge*	0,86	20
Band 9 – *Water Vapour*	0,94	60
Band 10 – SWIR – *Cyrus*	1,37	60
Band 11 – SWIR	1,61	20
Band 12 – SWIR	2,19	20

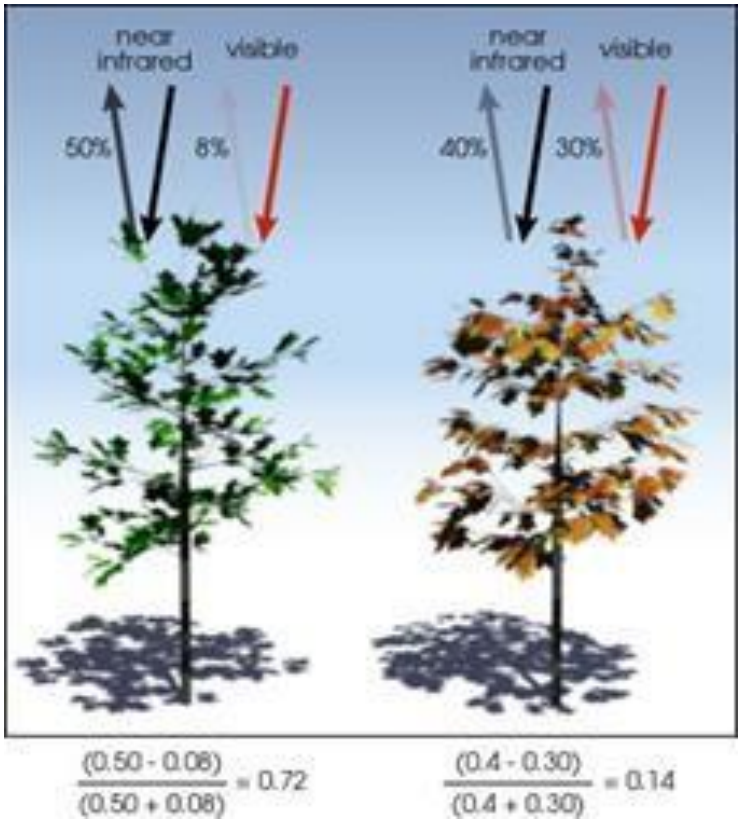
(Sumber : https://earth.esa.int)

2.5 Indeks Vegetasi

Parameter yang dapat digunakan untuk menilai keadaan vegetasi suatu kawasan adalah indeks vegetasi (Purwanto, 2016). Tingkat kerapatan vegetasi dapat dikaji melalui penggunaan teknologi yang saat ini terus berkembang. Vegetasi memiliki ciri khas spektral yang unik sehingga dapat dianalisis dengan berbagai cara untuk mendapatkan indeks yang mewakili kondisi dari vegetas (Luvilah *et al.*, 2017). Evapotranspirasi (ET), deteksi perubahan iklim & penggunaan lahan, dan prosedur pemantauan kekeringan semuanya mendapat manfaat dari penggunaan indeks vegetasi (VI) secara luas, yang mengukur kondisi, tutupan, dan fenologi vegetasi. Selain banyak digunakan untuk pengamatan tumbuhan, indeks vegetasi merupakan teknik modifikasi citra berdasarkan data spektral yang telah dikembangkan untuk berbagai kegunaan, termasuk analisis vegetasi. Karena dapat menangkap kuantitas vegetasi hijau pada resolusi spasial 30 meter, NDVI merupakan teknik indeks vegetasi yang paling sering digunakan dalam sistem informasi geografis untuk menghitung komponen vegetasi (Klompmaker *et al.*, 2018). Metode yang terkenal dan efektif untuk memetakan vegetasi, NDVI mengandalkan karakteristik serapan diagnostik dalam spektrum merah (R) dan pantulan yang sangat tinggi dalam spektrum inframerah-dekat (NIR) (Wu *et al*., 2017).

2.6 Transformasi NDVI

Normalized Difference Vegetation Index atau yang biasa disingkat NDVI menggunakan ukuran kepadatan suatu area, tingkat kehijauan, dan keadaan vegetasi suatu area. Indikator ini dipengaruhi oleh jumlah vegetasi yang ada, kerapatannya, dan tingkat kehijauan. Ini menunjukkan kemampuan vegetasi untuk berfotosintesis di tanah. Indeks vegetasi NDVI didasarkan pada pengamatan bahwa permukaan yang berbeda-beda merefleksikan berbagai jenis gelombang cahaya yang berbeda-beda. Vegetasi yang aktif melakukan fotosintesis akan menyerap sebagian besar gelombang merah sinar matahari dan mencerminkan gelombang inframerah dekat lebih tinggi. Vegetasi yang sudah mati atau kurang sehat lebih banyak mencerminkan gelombang merah dan lebih sedikit pada gelombang inframerah dekat (Andini *et al.*, 2018).



Gambar 2. Ilustrasi pantulan gelombang elektromagnetik

Berdasarkan temuan bahwa berbagai permukaan memantulkan berbagai jenis gelombang cahaya, indeks vegetasi NDVI dikembangkan. Ketika

fotosintesis terjadi, vegetasi menyerap sebagian besar panjang gelombang merah sinar matahari dan memantulkan lebih banyak panjang gelombang inframerah-dekat. Vegetasi yang mati atau sakit mencerminkan lebih banyak panjang gelombang merah dan lebih sedikit panjang gelombang inframerah dekat. Sebelum menggunakan persamaan ini, band input harus disesuaikan secara radiometrik. Persamaan NDVI adalah hasil pengurangan antara *Near Infrared* dikurangi *Visible Red* dibagi dengan jumlah *Near Infrared* ditambah *Visible Red*.

Perbandingan vegetasi yang baik dan tidak sehat ditunjukkan di sebelah kiri (kanan). Gelombang inframerah-dekat umumnya lebih kuat dipantulkan oleh vegetasi yang sehat dari pada oleh vegetasi yang tidak sehat, sedangkan gelombang tampak dipantulkan lebih kuat oleh vegetasi yang tidak sehat dan kurang kuat oleh vegetasi yang baik. Karena nilai indeks vegetasi adalah +1 sebagai vegetasi dan -1 sebagai non-vegetatif, maka kesimpulan dari contoh ini adalah nilai perhitungan NDVI yang mendekati +1 terdeteksi sebagai vegetasi yang sehat, sedangkan perhitungan yang menghasilkan nilai yang kurang dari +1 atau jauh dari +1 terdeteksi sebagai vegetasi yang tidak sehat. Analisis citra digital menggunakan NDVI, menurut Arnanto (2013), lebih produktif untuk mempelajari objek dengan wilayah sebaran yang luas, seperti pegunungan dan hutan.

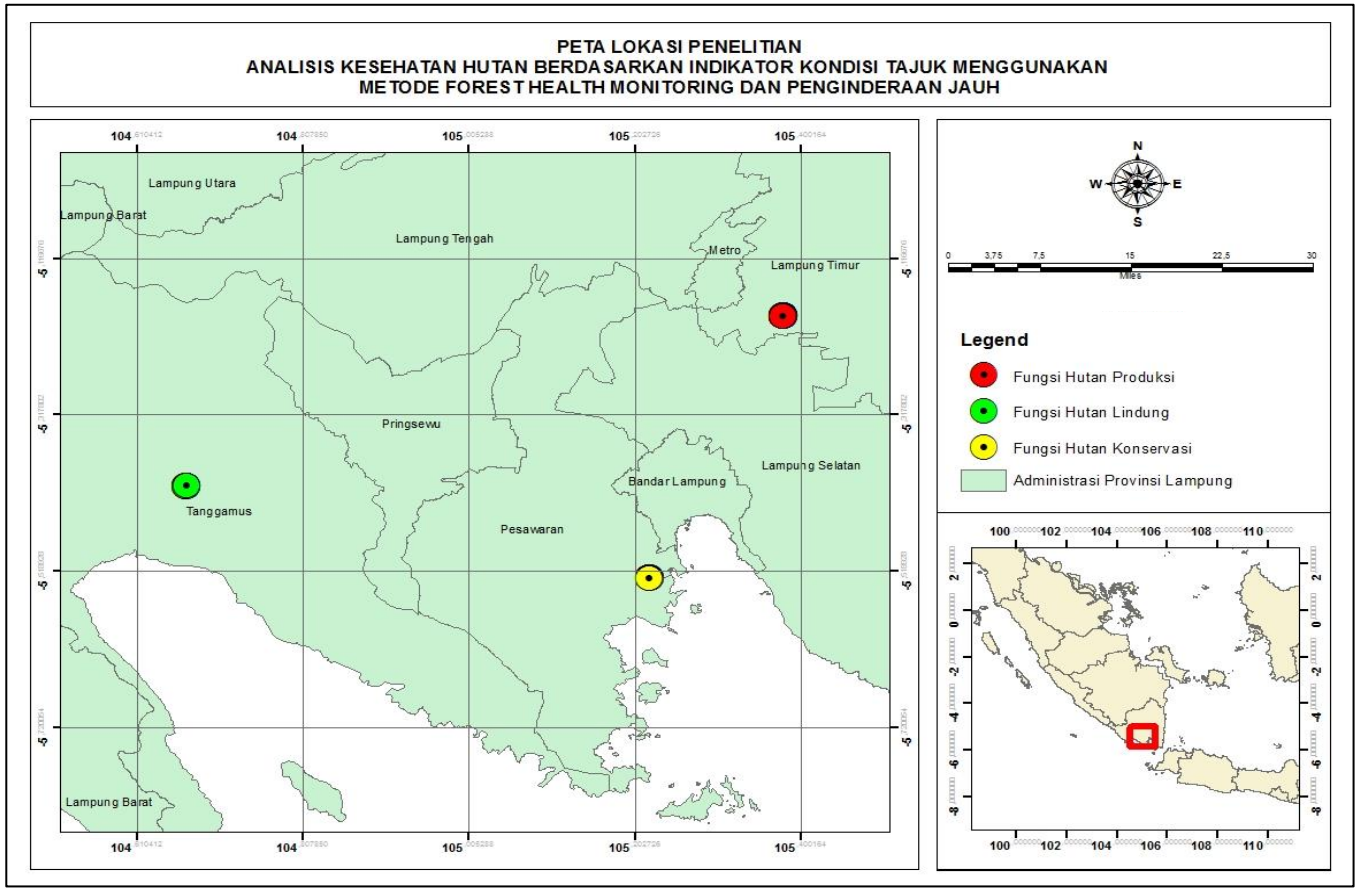
III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di 3 fungsi hutan di Provinsi Lampung yang mencakup 3 Kabupaten di Provinsi Lampung, yaitu Hutan Lindung yang berada di areal Hutan Kemasyarakatan (HKm) Beringin Jaya, Kelompok Tani Hutan (KTH) Lestari Jaya 8 Kecamatan Sumberejo Kabupaten Tanggamus, Hutan Konservasi yang berlokasi di areal SHK Lestari yang masuk dalam wilayah Tahura Wan Abdul Rachman Kabupaten Pesawaran, dan Hutan Produksi yang berlokasi di Desa Margototo Kabupaten Lampung Timur. Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2020. Adapun peta penelitian dapat dilihat dalam gambar 3.

3.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu laptop dengan *software* ENVI 5.3, QGIS, ArcGis 10.3, dan microsoft excel, *Global Positioning System* (GPS), kompas, *magic card*, *rollmeter*, kamera digital, *tally sheet*, dan *binokuler*. Bahan yang digunakan adalah data citra satelit Sentinel-2 yang didownload dari earthexplorer .usgs.gov dan peta administrasi dari masing-masing areal fungsi hutan.

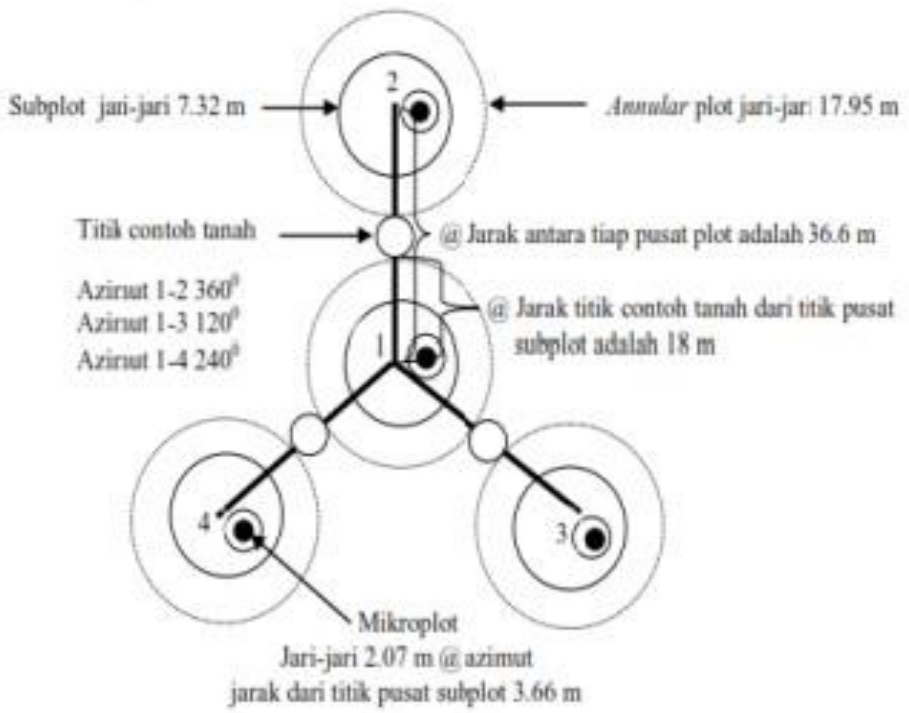


Gambar 3. Peta lokasi penelitian.

3.3 Metode

3.3.1 Pengukuran

Pengukuran yang dilakukan pada penelitian yaitu pengukuran kondisi tajuk dengan menggunakan metode FHM. Pengukuran dilakukan untuk mendapatkan nilai peringkat penampakan tajuk (VCR). Plot sampel yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan plot sampel berbentuk lingkaran yang diletakkan secara sistematis di lokasi penelitian. Penentuan jumlah klaster plot didasarkan pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya di lokasi yang sama dengan penelitian ini. Jumlah klaster plot pada penelitian ini berjumlah 6 klaster plot untuk masing-masing fungsi hutan. Jumlah total klaster plot pengukuran pada penelitian ini berjumlah 18 klaster plot. Desain klaster plot yang dibuat disajikan pada Gambar 4.



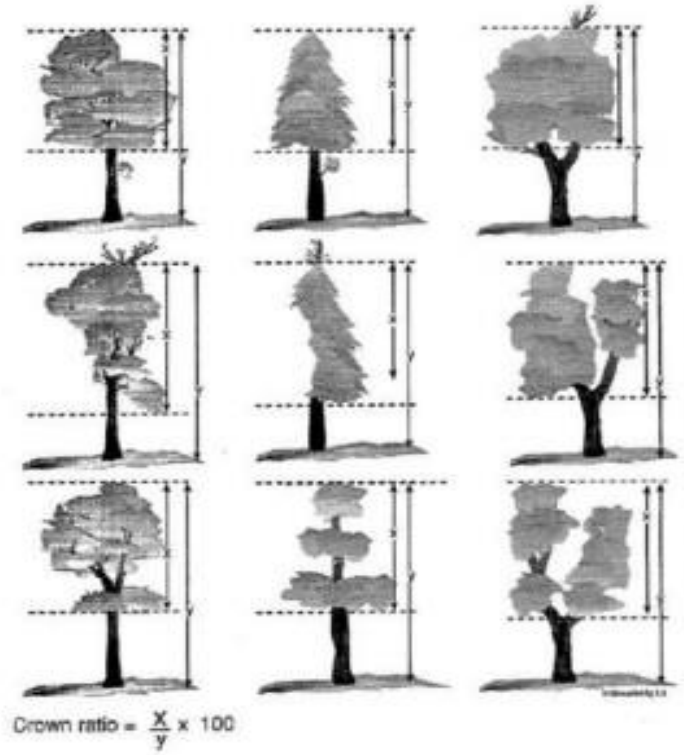
Sumber : (Safe'i dan Tsani 2016)

Gambar 4. Klaster plot FHM.

Individu pohon yang masuk kedalam plot ukur dicatat nama jenis pohonnya dan kemudian dilakukan pengukuran kondisi tajuknya. Pengukuran kesehatan hutan dengan indikator kondisi tajuk dihitung menggunakan kartu skala kerapatan dan transparansi tajuk *(magic card).* Nilai VCR untuk setiap

pohon dihitung berdasarkan hasil analisis pengukuran kondisi tajuk masing-masing pohon dengan parameter-parameter yaitu:

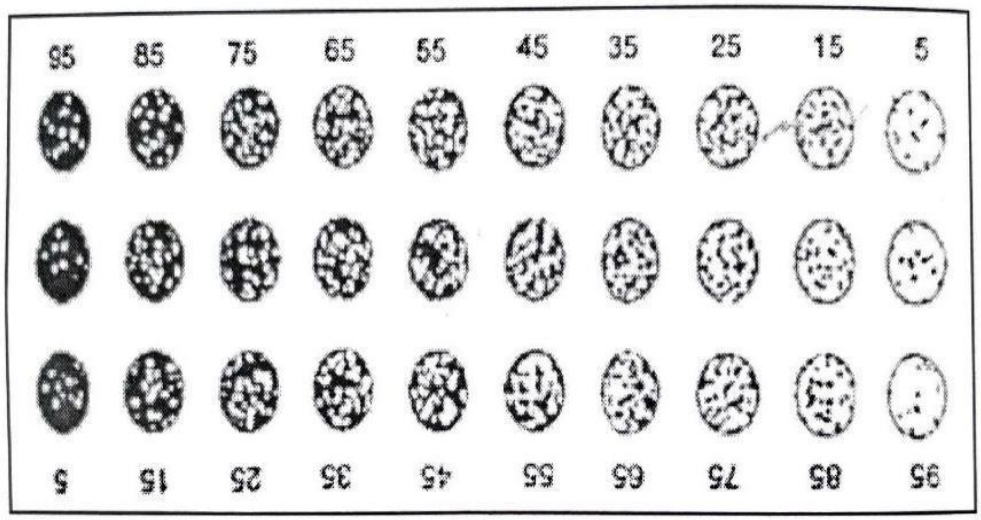
1. Rasio tajuk hidup *(Live Crown Ratio*-LCR), pengukuran kondisi tajuk pohon didapatkan dari perbandingan antara tinggi bagian tajuk dengan tinggi total pohon.



Sumber : (USDA-FS, 1999)

Gambar 5. Ilustrasi pengukuran rasio tajuk hidup (LCR)

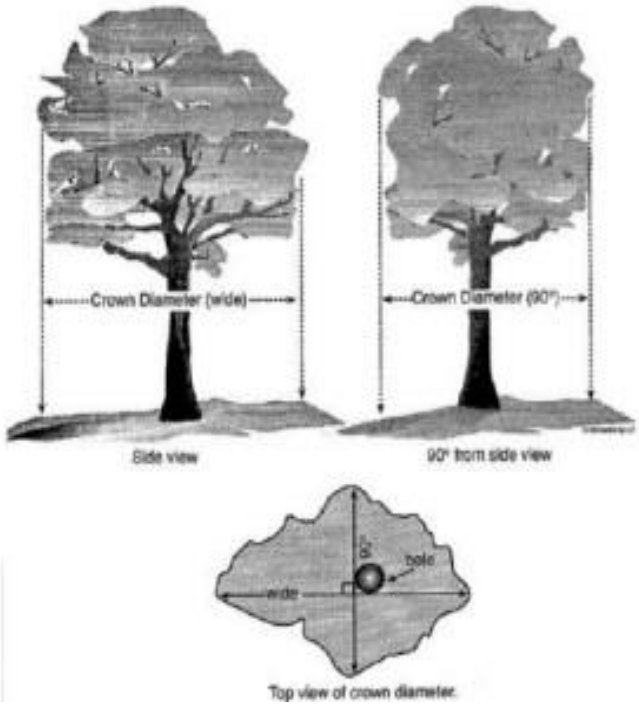
2. Kerapatan tajuk *(Crown Density*-Cden) dan Transparasi tajuk *(Foliage Transparacy*-FT), pengukuran dilakukan dengan menggunakan *magic card* yaitu kartu skala transparansi dan kerapatan tajuk, pengukuran dilakukan dengan menerawang ke atas tajuk pohon kemudian mencocokkan kondisi tajuk yang dilihat *magic card* kemudian mencatatnya.



Sumber : (USDA-FS, 1999)

Gambar 6. *Magic card* (Kartu skala kerapatan tajuk dan transparansi tajuk)

3. Diameter tajuk *(Crown Diameter Width and Crown Diameter at* 90^0- CDW dan CD 90^0), pengambilan data dilakukan dengan mengukur diameter tajuk terlebar dan diameter tajuk 90^0 dengan menggunakan rol meter.



Sumber : (USDA-FS, 1999)

Gambar 7. Ilustrasi pengukuran diameter tajuk (CD)

4. *Dieback* (CDB) pengukuran dilakukan dengan mengamati bagian pucuk tajuk menggunakan *binokuler* kemudian mencatat hasil pengamatan apakah pucuk pohon mengalami kematian atau tidak.

3.3.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian meliputi pengolahan nilai VCR dan pengolahan data citra.

3.3.2.1 Nilai VCR

Nilai VCR yang diperoleh kemudian diolah berdasarkan pada kriteria Baik (skor=3), Sedang (skor=2), dan Buruk (skor=1) untuk kondisi tajuk pohon yang dikembangkan oleh Putra (2004) dan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Penentuan Nilai Visual Crown Ratio (VCR)

Parameter	Kriteria		
	Bagus (nilai=3)	Sedang (nilai=2)	Jelek (nilai=1)
Rasio tajuk hidup	≥ 40%	20-35%	5-15%
Kerapatan tajuk	≥ 55%	25-50%	5-20%
Transparansi tajuk	0-45%	50-70%	≥ 75%
Diameter tajuk	≥ 10.1 m	2.5-10 m	≤ 2.4 m
Dieback	0-5%	10-25%	≥ 30%

Sumber: (Mangold, 1997; Safe'i *et al.*, 2015)

Nilai VCR suatu pohon bergantung kepada besaran nilai pengamatan tiap parameter kondisi tajuk. VCR pohon berkisar dari 1 hingga 4. Nilai VCR dapat diperoleh dari pengamatan parameter kondisi tajuk hidup. Berikut ini dapat dilihat penilaian pada VCR individu pohon pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai VCR Individu Pohon

Nilai VCR	Kriteria
4 (tinggi)	Seluruh parameter kondisi tajuk bernilai 3, atau hanya 1 parameter yang memiliki nilai 2, tidak ada parameter yang bernilai 1
3 (sedang)	Lebih banyak kombinasi antara nilai 3 dan 2 pada parameter tajuk, atau semua bernilai 2, tetapi tidak ada parameter yang bernilai 1
2 (rendah)	Setidaknya 1 parameter bernilai 1, tetapi tidak semua parameter
1 (sangat rendah)	Semua parameter kondisi tajuk bernilai 1

Sumber: (Mangold, 1997; Safe'i *et al.*, 2015)

3.3.2.2 Data Citra

Data citra diperoleh dengan mengunduh citra Sentinel-2 pada laman earthexplorer.usgs.gov. Setelah mendapatkan data citra pada lokasi penelitian kemudian dilakukan pemrosesan citra agar siap untuk dianalisis.

a. *Resampling* dan Koreksi Atmosferik Citra

   Penyesuaian ini dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai elemen atmosfer dalam proses koreksi termasuk faktor musim,dan kondisi iklim dilokasi perekaman citra (misalnya tropis, subtropis, dan lainnya). Proses koreksi atmosfer berusaha menghilangkan gangguan atmosfer seperti kabut dan asap. Koreksi ini dilakukan menggunakan *software* QGIS sekaligus melakukan *resampling* data citra.

b. Koreksi Geometrik

   Teknik menyelaraskan gambar agar sesuai dengan koordinat peta fisik atau dikenal sebagai rektifikasi geometris. Karena variasi posisi dan ketinggian sensor, serta lokasi geografis gambar pada saat pengumpulan data, mungkin ada distorsi. Dalam akuisisi citra satelit, distorsi ini akan meningkat seiring dengan perbedaan waktu pembuatan peta dan akuisisi citra serta kualitas peta dasar yang kurang baik. Letak piksel dari citra satelit tidak sesuai dengan posisi sebenarnya sebagai akibat dari ketidaktelitian geometris ini. Perangkat lunak ENVI 5.3 digunakan untuk melakukan teknik ini.

c. Pemotongan Citra (*Subset Image*)

Untuk mendapatkan foto pada daerah penelitian yang akan dilakukan lebih tepat sesuai dengan ROI dan untuk membatasi jumlah data citra yang dapat disimpan maka dilakukan crop foto. Ini menghasilkan kinerja komputer yang lebih ringan. Peta lahan pertanian Kelompok Tani Hutan Lestari Jaya 8, peta hutan rakyat Desa Margototo Kabupaten Lampung Timur, dan peta wilayah perkebunan SHK Lestari Kabupaten Pesawaran digunakan untuk image cropping di ENVI 5.3.

3.3.3 Analisis Data

3.3.3.1 Nilai VCR

Untuk mendapatkan hasil yang akurat untuk parameter kondisi tajuk, data yang terkumpul kemudian di skoring menggunakan kriteria kondisi tajuk. Kesehatan tajuk dinilai dalam skala dari 0 sampai 3: Skor 3 dalam kondisi sangat baik, 2 dalam kondisi baik, dan 1 dalam kondisi buruk. Kondisi tajuk untuk setiap atribut terukur dievaluasi berdasarkan penelitian Putra (2004). Nilai VCR pada tingkat plot dihitung sebagai rata-rata nilai VCR untuk semua pohon dalam plot tersebut.

$$\text{VCR Plot} = \frac{\text{VCR pohon 1 + VCR pohon 2 + VCR pohon 3 + VCR pohon ...n}}{\text{Jumlah pohon dalam satu plot}}$$

Nilai VCR setiap klaster plot dirumuskan sebagai berikut.

$$\text{VCR Klaster plot} = \frac{\text{VCR plot 1 + VCR plot 2 + VCR plot 3 + VCR plot 4}}{4}$$

3.3.3.2 Nilai NDVI

Tujuan NDVI adalah untuk mengukur tingkat kehijauan. Tingkat kerapatan tajuk tanaman sesuai dengan jumlah kehijauan yang terlihat pada citra dengan mengukur jumlah kehijauan berdasarkan kandungan klorofil daun. Transformasi NDVI menghasilkan rentang nilai antara -1 dan +1 yang menunjukkan penggunaan lahan berbeda. Kepadatan yang lebih tinggi dan

kesehatan yang lebih baik ditunjukkan dengan nilai NDVI yang lebih tinggi, begitu pula sebaliknya; jika nilainya lebih rendah, dianggap wilayah tersebut adalah badan air. Menurut Verhulst dan Govaerts (2010) rumus yang digunakan adalah:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

Keterangan :

NIR = Nilai reflektansi band infra merah (Band 8)

RED = Nilai reflektansi band merah (Band 4)

3.3.3.3 Analisis Kategori Kesehatan Hutan

Analisis kategori kesehatan hutan didapatkan dari nilai akhir kondisi kesehatan hutan pada lokasi penelitian. Rumus berikut digunakan untuk mendapatkan nilai akhir kesehatan hutan untuk setiap klaster plot FHM (Safe'i *et al.*, 2015):

$$NKH = (NTvcr \times NSvcr)$$

Keterangan :

NKH = Nilai akhir kondisi kesehatan hutan
NTvcr = Nilai tertimbang parameter kondisi tajuk pohon
NSvcr = Nilai skor parameter kondisi tajuk pohon.

Kategori kesehatan hutan dalam penelitian ini dibagi kedalam tiga kategori kesehatan hutan yaitu, baik, sedang, dan buruk. Pembagian kategori kesehatan hutan didasarkan pada nilai maksimum dan minimum dari NKH yang diperoleh

.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Nilai VCR yang diperoleh pada hutan lindung 2,92 (sedang), hutan konservasi 3,17 (tinggi) dan hutan produksi 2,78 (sedang).
2. Nilai NDVI hutan lindung 0,80 (sangat baik), hutan konservasi 0,79 (sangat baik) dan hutan produksi 0,67 (baik).
3. Nilai NDVI memiliki hubungan signifikan dengan dua parameter kondisi tajuk.
4. Kategori kesehatan hutan di hutan lindung dan hutan produksi berkategori sedang, dan di hutan konservasi berkategori baik.

5.2 Saran

Pengelolaan hutan pada fungsi hutan produksi yang dalam hal ini dikelola oleh masyarakat sebaiknya dilakukan peningkatan pemeliharaan. Kondisi kesehatan hutan produksi paling rendah secara umum apabila dibandingkan dengan fungsi hutan lindung dan fungsi hutan konservasi. Kegiatan pemangkasan dan pemupukan diperlukan untuk memberikan nutrisi dan memaksimalkan pertumbuhan pohon. Hal ini perlu dilakukan untuk dapat memaksimalkan hasil panen ataupun dapat meminimalisir kerugian yang mungkin ditimbulkan.

DAFTAR PUSTAKA

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 : Informasi Teknik Dan Niaga*, *18*(1). 24-30.

Andini, S.W., Prasetyo,Y., Sukmono, A. 2018. Analisis sebaran vegetasi dengan citra satelit Sentinel menggunakan metode NDVI dan segmentasi (Studi Kasus: Kabupaten Demak). *Jurnal Geodesi* Undip. 7(1) :14-24.

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.

Dasuka., Yenny, P., Bandi., Hani'ah. 2016. Analisis sebaran jenis vegetasi hutan alami menggunakan sistem penginderaan jauh. *Jurnal Geodesi Undip.* 5 (2) : 1-8.

Darmawan, A., Harianto, S.P., Santoso, T., Winarno, G.D. 2018. Buku Ajar Penginderaan Jauh untuk Kehutanan. LPPM Unila. Lampung. 177 hlm.

Duryat., Gitosaputro, S., Riniarti, M. 2014. *Analisis status dan pemetaan kondisi kesehatan pohon penghijauan di Kota Bandar Lampung*. Laporan Penelitian. Universitas Lampung. Lampung

Gunawati, D. 2015. Urgensitas harmonisasi hukum perlindungan dan pengelolaan hutan dalam mitigasi perubahan iklim global melalui program REDD. *Yustisia*. 4 (1) : 143-172.

Herianto, H. 2018. Keanekaragaman jenis dan struktur tegakan di areal tegakan tinggal. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian Dan Kehutanan*, 4(1) : 38–46.

Jaya, I.S. 2014. Analisis Citra Digital Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam. IPB Press. Bogor. 372 hlm.

Kawamuna, A,. Suprayogi, A., Wijaya, A.P. 2017. Analisis kesehatan mangrove berdasarkan metode klasifikasi ndvi pada citra Sentinel-2. *Jurnal Geodesi Undip.* 6 (1) : 277-284.

Klompmaker, J. O., Hoek, G., Bloemsma, L. D., Gehring, U., Strak, M., Wijga, A. H., Janssen, N. A. 2018. Green space definition affects associations of green space with overweight and physical activity. *Environmental research*, 160: 531-540

Kushardono, D. 2017. *Klasifikasi Digital pada Penginderaan Jauh*. IPB Press. Bogor. 76 hlm.

Luvilah, S.N., Makalew, A.D.N., Sulistyantara, B. 2017. Pemanfaatan citra Landsat 8 untuk analisis indeks vegetasi di DKI Jakarta. *Jurnal Lanskap Indonesia.* 9(1) :73-80.

Mangold, R. 1997. *Forest Health Monitoring: Field Methods Guide*. Buku. USDA Forest USDA Forest Service General Technical Report. New York. 135 hlm.

May PB, Livesley SJ, Shears I. 2013. Managing and monitoring tree health and soil water status during extreme drought in Melbourne, Victoria. *Jurnal Arboriculture & Urban Forestry*. 39(3):136-145.

Nuhamara, S. T., Kasno. 2001. *Present Status of Crown Indicators*. Di dalam: Forest Health Monitoring to Monitor The Sustainability of Indonesian Tropical Rain Forest. Volume I. Japan: ITTO dan Bogor: SEAMEO-BIOTROP. 124 hlm.

Pahleviannur, M. R. 2019. Pemanfaatan informasi geospasial melalui interpretasi citra digital penginderaan jauh untuk *monitoring* perubahan penggunaan lahan. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Geografi.* 4(2) :18-26.

Pemerintah Republik Indonesia. 1999. *Undang–Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan*. Departemen Kehutanan dan Perkebunan. Jakarta. 47 hlm.

Prastyaningsih, S.R. 2004. Pemantauan kesehatan hutan kota pekanbaru. *Jurnal Hutan Tropis.* 2(3) :220-225.

Pratama, R.M., Safe'i, R., Kaskoyo, H., Febryano, I. G. 2022. Forestry Value for Health Status: An Ecological Review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 995(1).

Pribadi, D.R., Naemah, D., Bakri, S. 2022. Monitoring kesehatan pohon aren (*arenga pinnata merr.*) di Kecamatan Pengaron Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. *Jurnal Sylva Scienteae*. 5(3). 323-330.

Purwanto, A. 2016. Pemanfaatan citra Landsat 8 untuk identifikasi Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) di Kecamatan Silat Hilir Kabupaten Kapuas Hulu. *Edukasi: Jurnal Pendidikan*, 13(1) : 27-36.

Putra, E. I. 2004. *Pengembangan Metode Penilaian Kesehatan Hutan Alam Produksi*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 100 hlm.

Putra, E.I., Supriyanto., Purnomo, H. 2010. Metode penilaian kesehatan hutan alam produksi berbasis indikator ekologis. *Prosiding seminar nasional Kontribusi Litbang dalam Peningkatan Produktivitas dan Kelestarian Hutan. Bogor: Pusat Litbang Peningkatan Produktivitas Hutan.* Badan Penelitian dan Pengembangan Hutan, Kementerian Kehutanan. 89-94.

Safe'i, R., Hardjanto., Supriyanto., Sundawati, L. 2015. Pengembangan metode penilaian kesehatan hutan rakyat sengon. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 12(3):175-187.

Safe'i, R., Tsani, K. M. 2016. *Kesehatan Hutan*. Buku. Plantaxia. Yogyakarta. 101 hlm.

Safe'i, R., Tsani, K. M. 2017. Penyuluhan program kesehatan hutan rakyat di Desa Tanjung Kerta Kecamatan Kedondong Kabupaten Pesawaran. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*. 1(1): 1-3.

Safe'i, R., Wulandari, C., Kaskoyo, H. 2019. Penilaian kesehatan hutan pada berbagai tipe hutan di provinsi lampung. *Jurnal Sylva Lestari*. 7: 95-109.

Septiawan, W., Indriyanto., Duryat. 2017. Jenis tanaman, kerapatan, dan stratifikasi tajuk pada hutan kemasyarakatan Kelompok Tani Rukun Makmur 1 di Register 30 Gunung Tanggamus, Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*. 5(2): 88-101.

Sharma, R.P., Vacek, Z., Vacek, S. 2016. Individual tree crown width models for Norway spruce and European beech in Czech Republic. *Forest Ecology and Management*. 366:208–220

Simanjorang, P.L., Safe'i, R. 2018. Penilaian vitalitas pohon jati dengan forest health monitoring di KPH Balapulang. *Jurnal Ecogreen*. 4(1): 9-15.

Sitinjak, E. V., Duryat., Santoso, T. 2016. Status kesehatan pohon pada jalur hijau dan halaman parkir Universitas Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*. 4(2): 1-8.

Sukarna, R.M., Hidayat, N., Tambunan, M.S. 2022. Kondisi Hutan Tropis Lahan Kering Berdasarkan Struktur dan Komposisi Jenis Tegakan (Studi Kasus Pada PT. Sindo Lumber Provinsi Kalimantan Tengah, Indonesia). *Journal of Environment and Management*, *3*(1), 80–88.

Sumardi. Widyastuti. 2004. *Dasar-Dasar Perlindungan Hutan.* UGM Press.Yogyakarta.

Sudiana, D. Diasmara, E. 2008. Analisis Indeks Vegetasi menggunakan Data Satelit NOAA/AVHRR dan TERRA/AQUA-MODIS. Depok. Indonesia.

United States Development Agency-Forest Service (USDA-FS). 1999. *For Health Monitoring: Field Methods Guide (International 1999)*. Buku. USDA Forest Service Research Triangle Park. Asheville NC. 199 hlm.

Verhulst, N., Govaerts, B. 2010. *The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Green Seeker Handheld Sensor: Toward the Integrated Evaluation of Crop Management. Part A: Concepts and Case Studies*. D.F; CIMMYT. Mexico.

Wu, C. D., Chen, Y. C., Pan, W. C., Zeng, Y. T., Chen, M. J., Guo, Y. L., Lung, S. C. C. 2017. Land-use regression with long-term satellite-based greenness index and culturespecific sources to model PM2. 5 spatialtemporal variability. *Environmental Pollution*, 224 :148-157.