

**PENILAIAN STATUS KESEHATAN HUTAN MANGROVE
MENGUNAKAN TEKNIK *FOREST HEALTH MONITORING* (FHM)**

(Skripsi)

Oleh

Ferdy Ardiansyah



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

PENILAIAN STATUS KESEHATAN HUTAN MANGROVE MENGUNAKAN TEKNIK *FOREST HEALTH MONITORING* (FHM)

Oleh

FERDY ARDIANSYAH

Hutan mangrove berperan penting bagi ekosistem di sekitarnya. Hutan mangrove akan berfungsi dengan baik jika kondisi hutan mangrove sehat. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penilaian kesehatan hutan untuk mengetahui status kesehatan hutan mangrove. Kondisi kesehatan hutan mangrove dapat diketahui melalui teknik pemantauan kesehatan hutan (*Forest Health Monitoring*-FHM). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui status kondisi kesehatan hutan mangrove di areal hutan mangrove Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Gunung Balak, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur yang didominasi jenis *Avicennia marina*. Penelitian ini menggunakan teknik FHM dengan plot sampel berupa klaster-plot FHM. Jumlah klaster-plot FHM hutan mangrove ditentukan berdasarkan intensitas sampling sebesar 0,8 % dari luasan 296 ha; sehingga diperoleh enam klaster-plot FHM hutan mangrove. Objek penelitian, yaitu pada fase pohon yang merupakan bagian dari fase pertumbuhan pohon. Parameter yang digunakan adalah kondisi kerusakan pohon dan tajuk. Kondisi kerusakan

Ferdy Ardiansyah

pohon dianalisis melalui nilai kerusakan tingkat klaster (*cluster level index-CLI*) dan kondisi tajuk pohon dinilai melalui peringkat penampakan tajuk (*visual crown rating-VCR*) pada tingkat klaster-plot FHM. Status kondisi kesehatan hutan mangrove dianalisis berdasarkan nilai kesehatan hutan (NKH), kemudian dikategorikan menjadi lima kategori, yaitu ideal, bagus, sedang, jelek, dan buruk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa status kondisi kesehatan hutan mangrove pada klaster-plot FHM 1 adalah ideal; klaster-plot FHM 2, 3, dan 6 adalah sedang, dan klaster-plot FHM 4 dan 5 adalah jelek. Dengan demikian, areal hutan mangrove KPHL Gunung Balak, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur berstatus ideal sebesar 17%, sedang sebesar 50%, dan jelek sebesar 33%.

Kata kunci: FHM, hutan mangrove, kesehatan hutan mangrove

ABSTRACT

ASSESSMENT OF MANGROVE FOREST HEALTH STATUS USING FOREST HEALTH MONITORING (FHM) TECHNIQUE

By

FERDY ARDIANSYAH

Mangrove forest have important role to its surrounding ecosystem. Mangrove forest will well function if its condition is healthy. Therefore, forest health assessment need to be done to determine the health status of the mangrove forest. The health condition of mangrove forest can be known by forest health monitoring (FHM). This research aimed to determine the mangrove forest health status in mangrove area of Gunung Balak Protection Forest Management Unit, Pasir Sakti sub-district, Lampung Timur district which dominated by *Avicennia marina*. This research used the FHM technique with sample plot of FHM cluster-plot. The amount of FHM cluster-plot was determined based on sampling intensity of 0,8% from 296 hectare areal; so that six FHM cluster-plot were obtained. The object of the research was phase of a tree, that was a part of the growth phase. The used parameter was the damage condition of tree and canopies. The damage condition of tree was analyzed by the cluster level index (CLI) and the condition of mangrove canopies was assessed by visual crown

Ferdy Ardiansyah

rating (VCR) at FHM cluster-plot level. The health status of mangrove forest was analyzed based on the value of forest health, then categorized into five categories, that were ideal, good, medium, bad, ugly and bad. The results showed that the health condition of mangrove forest on FHM cluster-plot 1 was ideal; FHM cluster-plot 2, 3, and 6 were medium and FHM cluster-plot 4 and 5 were ugly. Therefore, the mangrove forest areal in Gunung Balak Protection Forest Management Unit, Pasir Sakti sub-district, Lampung Timur district status was ideal in amount of 17 %, medium in amount of 50%, and ugly in amount of 33%.

Keywords: FHM, mangrove forest, the health of mangrove forest.

**PENILAIAN STATUS KESEHATAN HUTAN MANGROVE
MENGUNAKAN TEKNIK *FOREST HEALTH MONITORING* (FHM)**

Oleh

Ferdy Ardiansyah

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

**Judul Skripsi : Penilaian Status Kesehatan Hutan Mangrove
Menggunakan Teknik *Forest Health Monitoring*
(FHM)**

Nama Mahasiswa : Ferdy Ardiansyah

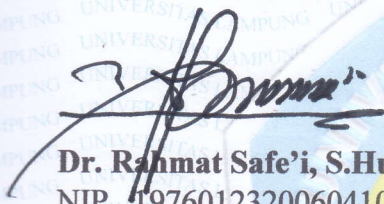
Nomor Pokok Mahasiswa : 1314151022

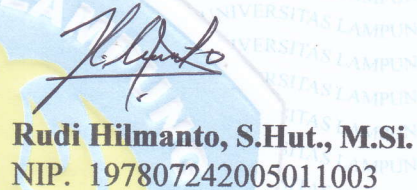
Jurusan : Kehutanan

Fakultas : Pertanian

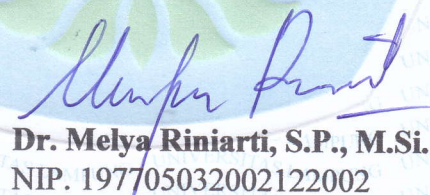
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Dr. Rahmat Safe'i, S.Hut., M.Si.
NIP. 197601232006041001


Rudi Hilmanto, S.Hut., M.Si.
NIP. 197807242005011003

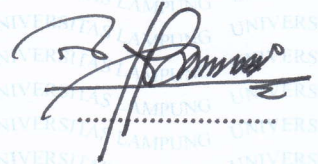
2. Ketua Jurusan Kehutanan


Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.
NIP. 197705032002122002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

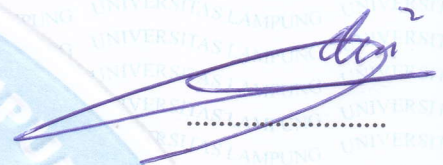
Ketua : Dr. Rahmat Safe'i, S.Hut., M.Si.



Sekretaris : Rudi Hilmento, S.Hut., M.Si.



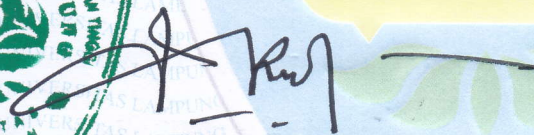
**Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. Indriyanto, M.P.**



Dekan Fakultas Pertanian



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



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 12 Maret 2019

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Rajabasa Lama pada tanggal 15 Oktober 1995 dari pasangan Bapak Subagio (alm) dan Ibu Zubaidah.

Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Pada tahun 2007, penulis menyelesaikan pendidikan sekolah

dasarnya di SDN 2 Rajabasa Lama, menyelesaikan pendidikan

menengah pertamanya di SMPN 1 Labuhan Ratu pada tahun 2010, dan

menyelesaikan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Way Jepara pada

tahun 2013.

Pada tahun 2013, penulis masuk dan terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan

Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui program Seleksi

Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) jalur undangan. Selama

kuliah, penulis dibiayai oleh pemerintah melalui program beasiswa BIDIKMISI

selama delapan semester. Penulis pernah aktif berorganisasi di Himpunan

Mahasiswa Jurusan Kehutanan (HIMASYLVA). Penulis pernah menjadi asisten

dosen pada mata kuliah Kesehatan Hutan.

Penulis pernah mengikuti kegiatan praktik umum di Kesatuan Pemangkuan Hutan

(KPH) Kedu Selatan, Perum Perhutani Divisi II Regional Jawa Tengah pada tahun

2016. Penulis juga pernah mengikuti kuliah kerja nyata (KKN) di Kecamatan

Sendang Agung, Kabupaten Lampung Tengah, pada tahun 2017.

Selama kuliah, penulis pernah menjadi pemakalah di Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Dekan Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri (SEMIRATA BKS-PTN) Indonesia bagian barat dengan judul artikel “Analisis Kerusakan Pohon Mangrove Menggunakan Teknik *Forest Health Monitoring* (FHM)” yang merupakan bagian dari skripsi penulis. Prosiding tersebut telah unggah di LPPM UNILA-Institusional Repository (LPPM-UNILA-IR). Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana kehutanan, penulis melakukan penelitian dengan judul “Penilaian Kesehatan Hutan Mangrove Menggunakan Teknik *Forest Health Monitoring* (FHM)” dibawah bimbingan Dr. Rahmat Safe’i, S.Hut., M.Si. dan Rudi Hilmanto, S.Hut., M.Si.

Bismillaahirohmaanirrohiim
Alhamdulillahirobbil'alamiin

Aku persembahkan karyaku ini kepada ayah dan ibuku tersayang

SANWACANA

Bismillaahirohmaanirrohiim.

Puji dan syukur selalu penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penilaian Kesehatan Hutan Mangrove Menggunakan Teknik *Forest Health Monitoring* (FHM)”. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Kehutanan di Universitas Lampung.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi penulis. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si., selaku Ketua Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Rahmat Safe'i, S.Hut., M.Si. selaku pembimbing pertama yang telah bersedia dan sabar untuk membimbing, memberikan kritik, saran, serta nasihat kepada penulis hingga penulis dapat menyelesaikan skripsinya.

4. Bapak Rudi Hilmanto, S.Hut., M.Si. selaku pembimbing kedua yang telah bersedia dan sabar untuk membimbing, memberikan kritik, saran, serta nasihat kepada penulis hingga penulis dapat menyelesaikan skripsinya.
5. Bapak Ir. Indriyanto, M.P. selaku penguji skripsi penulis yang senantiasa memberikan arahan, kritik dan saran kepada penulis hingga penulis dapat menyelesaikan skripsinya.
6. Pusat Penelitian dan Pengembangan (Puslitbang) Biodiversitas Tropika, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM), Unila atas bantuannya dalam berjalannya penelitian penulis di lapangan.
7. Kesetuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Gunung Balak, Kecamatan Way Jepara, Lampung Timur, yang telah memberikan izin kepada penulis melakukan penelitian di wilayah kerja KPHL Gunung Balak.
8. Bapak Samsudin selaku ketua kelompok tani Mutiara Hijau I yang telah memberikan tempat tinggal, arahan, dan bantuan selama pengambilan data.
9. Ayah (alm) dan ibu penulis yang telah membesarkan penulis dan mendukung segala hal yang penulis butuhkan dalam hidup penulis.
10. Teman-teman yang telah mendukung dan memotivasi penulis dalam penyelesaian skripsi.
11. Berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu, mendukung, memotivasi penulis dalam penyelesaian skripsi.

Bandar Lampung, Maret 2019

Ferdy Ardiansyah

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	4
1.3. Manfaat Penelitian	5
1.4. Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian.....	5
1.5. Kerangka Pemikiran	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Hutan Mangrove	8
2.2. Karakteristik Hutan Mangrove	9
2.3. Fungsi dan Manfaat Hutan Mangrove.....	10
2.4. Kesehatan Hutan	11
2.5. Ciri-Ciri Hutan yang Sehat	12
2.6. <i>Forest Health Monitoring</i> (FHM)	12
2.7. Penyebab Kerusakan Pohon.....	14
2.8. Tipe-Tipe Kerusakan pada Pohon	16
2.9. Tajuk Pohon.....	19
III. METODE PENELITIAN	20
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
3.2. Bahan dan Alat Penelitian	21
3.3. Metode.....	21
3.3.1. Penentuan Jumlah dan Letak Klaster-Plot FHM Hutan Mangrove	21
3.3.2. Pembuatan Klaster-plot FHM Hutan Mangrove	23
3.3.3. Pengumpulan Data.....	24
3.3.4. Analisis Data	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1. Hasil.....	35
4.1.1. Kondisi Kerusakan Pohon.....	35
4.1.2. Kondisi Tajuk	41

	Halaman
4.1.3. Penilaian Kesehatan Hutan.....	42
4.2. Pembahasan	46
4.2.1. Kondisi Kerusakan Pohon.....	46
4.2.2. Kondisi Tajuk	52
4.2.3. Penilaian Status Kesehatan Hutan Mangrove.....	54
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1. Simpulan	58
5.2. Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	63
Gambar 8-19.....	64-72
Tabel 20-34.....	73-101

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Koordinat titik ikat dan pusat klaster-plot FHM hutan mangrove	22
2. Kode lokasi kerusakan pohon mangrove	26
3. Kode tipe kerusakan pohon mangrove dan nilai ambang keparahannya	27
4. Kode dan kelas nilai ambang keparahan	28
5. Kode dan kelas nilai LCR, Cden, FT, dan DB.....	29
6. Nilai pembobotan pada tiap kode lokasi, tipe, dan tingkat keparahan pohon mangrove	31
7. Kriteria kondisi tajuk.....	32
8. Nilai VCR individu pohon.....	32
9. Nilai tertimbang	33
10. Kategori kesehatan hutan mangrove	34
11. Jumlah dan tingkat kerusakan pohon mangrove pada setiap klaster-plot FHM hutan mangrove.....	35
12. Jumlah lokasi kerusakan pada tiap klaster-plot FHM hutan mangrove	36
13. Jumlah tipe kerusakan pada tiap klaster-plot FHM hutan mangrove	38
14. Tabel rekapitulasi persebaran jumlah kerusakan pada lokasi kerusakan pohon mangrove.....	40
15. Nilai PLI dan CLI pada setiap klaster-plot FHM	40

Tabel	Halaman
16. Nilai rata-rata pada setiap parameter yang digunakan dalam pengukuran tajuk pohon mangrove.....	41
17. Nilai skor pada kelas VCR dan CLI	43
18. Nilai skor VCR dan CLI pada setiap klaster-plot FHM hutan mangrove	44
19. Nilai akhir kesehatan hutan dan status kesehatan hutan mangrove pada setiap klaster-plot FHM hutan mangrove.....	44
20. Koordinat titik pusat dan titik ikat klaster-plot FHM hutan mangrove	73
21. Lokasi kerusakan pohon mangrove	73
22. Jumlah dari setiap tipe kerusakan yang ditemukan tiap klaster-plot FHM.....	74
23. Nilai IK dan TLI tiap pohon pada klaster-plot FHM 1	75
24. Nilai IK dan TLI tiap pohon pada klaster-plot FHM 2	76
25. Nilai IK dan TLI tiap pohon pada klaster-plot FHM 3	79
26. Nilai IK dan TLI tiap pohon pada klaster-plot FHM 4	81
27. Nilai IK dan TLI tiap pohon pada klaster-plot FHM 5	84
28. Nilai IK dan TLI tiap pohon pada klaster-plot FHM 6	87
29. Nilai dan pembobotan kondisi tajuk klaster-plot FHM 1.....	90
30. Nilai dan pembobotan kondisi tajuk klaster-plot FHM 2.....	91
31. Nilai dan pembobotan kondisi tajuk klaster-plot FHM 3.....	93
32. Nilai dan pembobotan kondisi tajuk klaster-plot FHM 4.....	95
33. Nilai dan pembobotan kondisi tajuk klaster-plot FHM 5.....	97
34. Nilai dan pembobotan kondisi tajuk klaster-plot FHM 6.....	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Alir Kerangka Pemikiran	7
2. Peta Lokasi Penelitian	20
3. Desain bentuk klaster-plot FHM.....	24
4. Lokasi kerusakan pohon mangrove <i>Avicennia</i> sp dan <i>Rhizophora</i> sp.	25
5. Persentase kasus kerusakan pada setiap lokasi pohon	37
6. Persentase kasus kerusakan pada setiap lokasi pohon.	39
7. Persentase kondisi status kesehatan hutan mangrove.	45
8. Peta titik ikat dan titik pusat klaster-plot FHM hutan mangrove.....	64
9. Objek penelitian.....	64
10. Kerusakan luka terbuka (kode 03)	65
11. Kerusakan eksudasi jenis resinosis (kode 04).	65
12. Hama jenis Lepidoptera yang menyerang daun mangrove	66
13. Daun yang berubah warna (kode 25) akibat serangan penyakit.	66
14. Kerusakan pohon mangrove pada klaster-plot FHM 1	67
15. Kerusakan pohon mangrove pada klaster-plot FHM 2	68
16. Kerusakan pohon mangrove pada klaster-plot FHM 3	69
17. Kerusakan pohon mangrove pada klaster-plot FHM 4	70
18. Kerusakan pohon mangrove pada klaster-plot FHM 5	71
19. Kerusakan pohon mangrove pada klaster-plot FHM 6	72

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Hutan mangrove merupakan bentuk ekosistem hutan yang unik dan khas, terletak di daerah pantai (perbatasan darat dan laut), dan keberadaannya dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Menurut Kusmana dkk. (2005) hutan mangrove adalah suatu tipe hutan yang tumbuh di daerah pasang surut (terutama di pantai yang terlindung, laguna, muara sungai) yang tergenang pada saat air laut pasang dan bebas dari genangan pada saat air laut surut, serta komunitas tumbuhannya toleran terhadap garam. Indriyanto (2006) juga menyatakan bahwa, ekosistem hutan mangrove merupakan suatu tipe ekosistem yang terdapat di daerah pantai dan selalu atau secara teratur digenangi oleh air laut atau dipengaruhi oleh pasang surut air laut, daerah pantai dengan kondisi tanah berlumpur, berpasir, atau lumpur berpasir. Unik dan khasnya hutan mangrove ini, memberikan banyak manfaat, baik dari segi sosial-ekonomi maupun ekologi bagi ekosistem disekitarnya.

Manfaat sosial-ekonomi hutan mangrove, yaitu dapat memberikan keuntungan ekonomi bagi masyarakat sekitar hutan mangrove. Adapun manfaat ekologisnya yaitu untuk menjaga kestabilan ekosistem pantai, menahan angin laut, mencegah intrusi air laut, abrasi, mencegah tsunami, dan lain-lain. Namun di samping itu, manfaat tersebut dapat mengalami penurunan yang disebabkan oleh berkurangnya

luasan tutupan hutan mangrove, tidak terkecuali di areal hutan mangrove Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Gunung Balak, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur.

Pada tahun 1995, di Kecamatan Pasir Sakti hampir tidak memiliki hutan mangrove karena terjadi degradasi oleh abrasi dan pembukaan tambak tradisional. Degradasi hutan mangrove Pasir Sakti menyadarkan masyarakat bahwa ekosistem hutan mangrove berperan penting bagi lingkungan dan kehidupan. Kesadaran pentingnya ekosistem hutan mangrove membimbing masyarakat untuk melakukan penanaman mangrove. Namun, Mangrove yang ditanam masyarakat Pasir Sakti ternyata tidak berhasil (Yuliasamaya dkk., 2014). Yuliasamaya dkk. (2014) juga menyatakan bahwa tahun 2004 hutan mangrove Pasir Sakti mengalami degradasi kembali dan hanya tersisa sedikit saja. Degradasi hutan mangrove di Pasir Sakti secara terus menerus mendorong masyarakat untuk melakukan penanaman mangrove secara berkala pada tahun 2007, 2009, dan 2010 (Muslikah dan Eriza, 2013). Hingga pada tahun 2013 luasan hutan mangrove di Kecamatan Pasir Sakti mencapai 1.062,23 ha (Yuliasamaya dkk., 2014).

Indikator keberhasilan pengelolaan hutan secara lestari tergantung pada kondisi ekosistem setempat dan sistem silvikultur yang diterapkan (Safe'i dkk., 2015). Oleh karena itu, untuk mewujudkan hutan mangrove yang lestari diperlukan ekosistem yang baik. Selain itu juga pohon-pohon penyusun hutan mangrove juga harus dalam keadaan yang baik, karena hal tersebut merupakan salah satu indikator kesehatan hutan. Menurut Supriyanto dkk. (2001) bahwa ada empat indikator ekologis kunci bagi kesehatan hutan, yaitu vitalitas, produktivitas, biodiversitas, dan kualitas tapak. Keempat indikator ekologis tersebut memiliki

hubungan yang erat satu sama lain. Indikator tersebut baik terpisah maupun bersama-sama dapat menggambarkan kondisi kesehatan hutan.

Di Indonesia, perhatian mengenai kondisi kesehatan hutan khususnya hutan mangrove masih kurang. Padahal, Safe'i dan Tsani (2016) menerangkan bahwa kondisi kesehatan hutan dapat dijadikan upaya untuk mengendalikan fungsi hutan sehingga dapat mendukung prinsip kelestarian pengelolaan hutan. Selain itu, kondisi kesehatan hutan mangrove perlu diketahui agar dapat dilakukan pengelolaan hutan secara tepat, efektif, dan efisien. Di Provinsi Lampung, kesadaran mengenai pentingnya kesehatan hutan untuk mencapai pengelolaan hutan secara lestari masih kurang sehingga permasalahan kesehatan hutan saat ini belum diperhatikan secara serius (Safe'i dkk., 2019). Tidak terkecuali kondisi kesehatan hutan mangrove KPHL Gunung Balak, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur.

Kondisi hutan yang sehat dapat diartikan sebagai suatu kondisi pada ekosistem hutan yang masih baik atau belum mengalami kerusakan sehingga hutan tersebut mampu menjalankan fungsinya dengan baik (Safe'i dkk., 2015). Nuhamara dan Kasno (2001), menjelaskan bahwa hutan dapat dikatakan sehat apabila hutan tersebut dapat menjalankan fungsinya secara optimal atau sekurang-kurangnya sesuai dengan fungsi utama yang telah ditetapkan sebelumnya. Untuk mengetahui baik dan sehatnya suatu hutan, membutuhkan penilaian secara khusus salah satunya dengan pemantauan kesehatan hutan (*Forest Health Monitoring - FHM*).

FHM adalah sebuah metode untuk memantau, menilai, dan melaporkan tentang status saat ini, perubahan, dan kecenderungan jangka panjang kesehatan hutan

dengan menggunakan indikator-indikator terukur (Mangold, 1997). FHM merupakan salah satu metode yang memanfaatkan data survei lapangan pada plot-plot pengamatan, survei potret udara, sumber data kondisi biotik dan abiotik, serta pengembangan pendekatan analitik. Hal ini ditujukan untuk menjawab permasalahan kesehatan hutan yang berdampak pada kelestarian ekosistem hutan.

Kawasan hutan mangrove KPHL Gunung Balak, Kecamatan Pasir Sakti yang merupakan kawasan lindung Register 15 Muara Sekampung, saat ini belum diketahui status kondisi kesehatan hutannya. Padahal, hutan mangrove yang sehat akan mampu menjaga ekosistem yang ada disekitarnya. Untuk itu perlu dilakukan penilaian kesehatan hutan di kawasan hutan mangrove KPHL Gunung Balak.

Nilai dan status kondisi kesehatan hutan mangrove KPHL Gunung Balak, Kecamatan Pasir Sakti dapat diperoleh dengan melakukan penilaian menggunakan metode FHM. Data yang diperoleh dari penelitian ini dapat dijadikan sebuah acuan atau dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan hutan mangrove KPHL Gunung Balak.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai kondisi status kesehatan hutan mangrove KPHL Gunung Balak, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur berdasarkan kerusakan pohon dan kondisi tajuk pohon penyusun hutan mangrove.

1.3. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat keilmuan, data, dan informasi mengenai kondisi kerusakan pohon penyusun hutan mangrove, kondisi tajuk pohon penyusun hutan mangrove, dan status kondisi kesehatan hutan mangrove di lokasi penelitian.

1.4. Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah areal hutan mangrove KPHL Gunung Balak, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur. Luas areal penelitian yaitu 296 ha berdasarkan analisis citra menggunakan aplikasi *Google Earth*. Metode pengukuran kesehatan hutan yang digunakan adalah teknik pengukuran FHM (Mangold, 1997), dengan batasan penelitian sebagai berikut.

1. Indikator yang digunakan hanya dibatasi pada indikator vitalitas hutan dengan parameter kerusakan pohon dan kondisi tajuk pohon penyusun hutan mangrove.
2. Plot ukur yang digunakan adalah klaster-plot FHM berdasarkan desain klaster-plot FHM (Mangold, 1997).
3. Penentuan jumlah klaster-plot FHM sampel berdasarkan rumus penentuan jumlah plot (Kustanti, 2011).
4. Penetapan klaster-plot FHM sampel menggunakan metode *random sampling*.

1.5. Kerangka Pemikiran

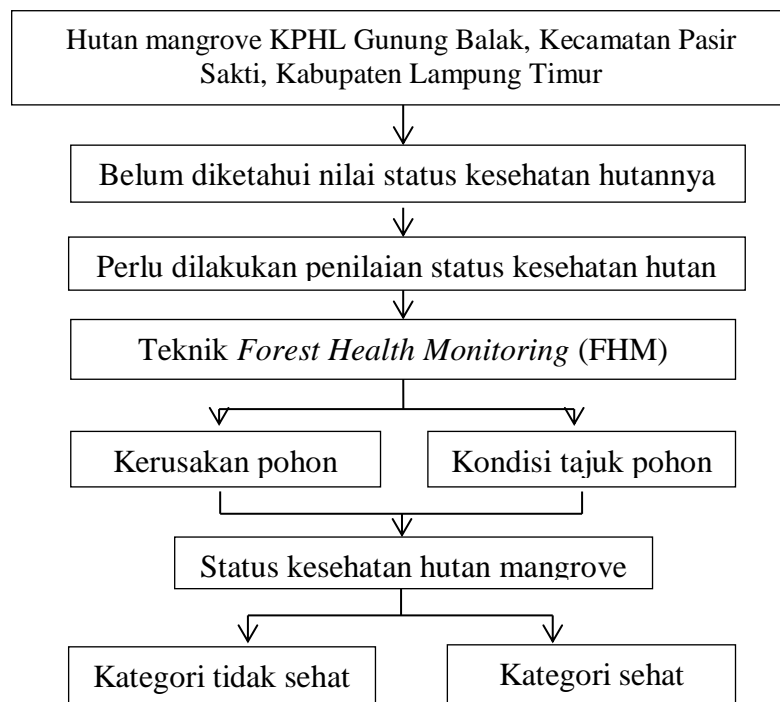
Hutan mangrove KPHL Gunung Balak, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur merupakan kawasan hutan lindung register 15 Muara Sekampung. Terletak di Desa Mulyo Sari, Desa Purworejo, dan Desa Labuhan Ratu. Sesuai dengan fungsinya, hutan lindung diperuntukan sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan, untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut, dan memelihara kesuburan tanah (UU No 41 tahun 1999). Supaya fungsi hutan lindung dapat berjalan optimal, maka keberadaannya perlu dijaga dan dilestarikan.

Saat ini, areal hutan mangrove KPHL Gunung Balak sudah dikelola dengan baik oleh masyarakat di sekitarnya. Pengelolaannya juga melibatkan instansi-instansi pemerintah maupun non-pemerintah. Namun, pengelolaan hutan mangrove di Desa Purworejo tidak disertai dengan pengukuran secara kuantitatif dan periodik mengenai kondisi kesehatan hutannya, sehingga status kesehatan hutannya belum diketahui.

Penelitian ini dilakukan guna mengetahui nilai status kondisi kesehatan hutan mangrove KPHL Gunung Balak berdasarkan kondisi kerusakan pohon dan kondisi tajuk pohon penyusun hutan mangrove. Nilai status kesehatan hutan mangrove dapat digunakan sebagai acuan atau dasar pengambilan keputusan dalam rangka mengelola hutan mangrove KPHL Gunung Balak, Kecamatan Pasir Sakti secara lestari dan berkelanjutan. Selain itu, plot yang digunakan untuk mengambil sampel dapat dijadikan sebagai plot permanen supaya bisa dilakukan

pemantauan kesehatan hutan secara berkala oleh peneliti selanjutnya atau pihak-pihak terkait.

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah data kerusakan pohon dan kondisi tajuk pohon penyusun hutan mangrove menggunakan teknik FHM (Mangold, 1997). Selanjutnya penelitian ini dapat dilanjutkan dan/atau dikembangkan oleh peneliti lain untuk mengetahui perubahan maupun kecenderungan yang terjadi pada kondisi kesehatan hutan mangrove KPHL Gunung Balak. Perubahan maupun kecenderungan yang terjadi pada kondisi kesehatan hutan mangrove KPHL Gunung Balak dapat diketahui melalui pengukuran menggunakan indikator yang sama maupun indikator ekologis lainnya. Secara umum kerangka pemikiran disajikan pada bagan diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir kerangka pemikiran penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Hutan Mangrove

Mangrove adalah kombinasi kata antara *mangue* (bahasa Portugis) dan *grove* (bahasa Inggris) (Kustanti, 2011). Mangrove merupakan karakteristik dari bentuk tanaman pantai, estuari atau muara sungai, dan delta di tempat yang terlindung daerah tropis dan sub tropis. Mulyadi dkk. (2010) menyatakan bahwa, hutan mangrove adalah hutan yang tumbuh di muara sungai, daerah pasang surut atau tepi laut. Hutan mangrove juga merupakan suatu ekosistem yang terdapat di antara daratan dan lautan dan pada kondisi yang sesuai mangrove akan membentuk hutan yang ekstensif dan produktif. Karena hidupnya di dekat pantai dan dipengaruhi pasang surut air laut, hutan mangrove sering juga dinamakan hutan pantai, hutan paya-paya, hutan estuari, hutan estuaria, hutan payau, atau hutan bakau (Indriyanto, 2017).

Kustanti (2011) menjelaskan bahwa terdapat faktor biotik dan abiotik pendukung komunitas mangrove. Faktor biotik yang mendukung komunitas mangrove adalah adanya flora dan fauna yang hidup di dalamnya. Sedangkan faktor abiotik pendukung komunitas mangrove adalah edafis (salinitas, geomorfologi mangrove, dan faktor edafis lainnya). Faktor biotik dan abiotik inilah yang membentuk ekosistem hutan mangrove dari interaksi antarfaktor tersebut.

Mangrove merupakan formasi tetumbuhan yang terdapat di sepanjang daerah pantai maupun daerah muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Ekosistem hutan mangrove tumbuh di pantai atau di pantai yang berair tenang. Mangrove mempunyai vegetasi yang khas dengan flora yang umumnya berhabitus semak hingga pohon besar dan tingginya bisa mencapai 50-60 meter serta hanya mempunyai satu stratum tajuk. Pada umumnya mangrove terdapat di daerah tropis yang memiliki pantai terlindung di muara sungai dan goba (*lagoon*), dimana air laut dapat masuk, di sepanjang lapisan pantai berpasir atau berbatu maupun berkarang yang telah tertutup oleh lapisan pasir dan lumpur (Malau, 2015).

2.2. Karakteristik Hutan Mangrove

Tumbuhan penyusun hutan mangrove bersifat unik karena merupakan gabungan dari ciri-ciri tumbuhan yang hidup di darat dan di laut. Umumnya mangrove mempunyai sistem perakaran yang menonjol yang disebut akar nafas (*pneumatofor*). Sistem perakaran ini merupakan suatu cara adaptasi terhadap keadaan tanah yang miskin oksigen atau bahkan anaerob (Mulyadi dkk., 2010).

Indriyanto (2017) menyatakan bahwa, suatu wilayah pesisir yang memungkinkan terbentuknya hutan mangrove adalah wilayah yang bersuasana payau dengan karakteristik sebagai berikut:

1. Daerah pantai yang memiliki perairan dengan kadar garam 0,5-30 ‰ (perairan payau).
2. Daerah pantai yang terkena pasang surut air laut.
3. Daerah pantai yang memiliki endapan lumpur dan pasir sebagai media tumbuh tumbuhan mangrove.

4. Daerah pantai yang kemiringan lahannya datar.
5. Daerah pantai yang tidak terkena gelombang laut yang besar.

2.3. Fungsi dan Manfaat Hutan Mangrove

Hutan mangrove memiliki karakteristik yang unik dan khas. Selain karakteristik, hutan mangrove juga menempati habitat yang khusus. Keberadaan hutan mangrove memiliki peran yang sangat besar bagi ekosistem di sekitarnya.

Rahman (2013) menyatakan bahwa hutan mangrove memiliki kemampuan untuk mengurangi energi gelombang air laut. Vegetasi mangrove yang menempati wilayah pantai sangat penting untuk melindungi pantai dari gelombang air laut.

Menurut Kustanti (2011), fungsi hutan mangrove dikategorikan menjadi fungsi biologis/ekologis, fungsi fisik, dan fungsi sosial-ekonomi. Sedangkan manfaatnya adalah sebagai peningkatan taraf hidup masyarakat. Fungsi biologis/ekologis hutan mangrove, antara lain sebagai tempat tinggal bagi organisme di sekitarnya, sebagai tempat mencari makanan (*feeding ground*) bagi organisme yang ada di dalamnya, sebagai tempat persembunyian (*nursery ground*) bagi biota laut, dan sebagai tempat pemijahan (*spawning ground*) bagi biota laut di dalamnya. Fungsi fisik antara lain, sebagai pelindung pantai dari gelombang besar, angin kencang, badai, abrasi, intrusi air laut, dan lain sebagainya. Fungsi sosial-ekonomi hutan mangrove antara lain, hasil kayu dan nonkayu yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat seperti bahan konstruksi, kayu bakar, bahan baku kertas, bahan makanan, kerajinan, obat-obatan, pariwisata, dan lain-lain.

Saprudin dan Halidah (2012) juga menjelaskan bahwa hutan mangrove merupakan *standing stock* yang berpotensi menghasilkan jasa hutan berupa ekonomi, apabila dikelola dan dimanfaatkan secara baik dan benar dengan tetap menjaga kelestariannya.

Hutan mangrove juga memiliki banyak manfaat. Salah satu jenis pohon penyusun hutan mangrove yaitu *Avicennia marina* yang merupakan jenis yang paling sering ditemukan pada komposisi penyusun hutan mangrove. Halidah (2014), menyatakan bahwa manfaat pohon mangrove jenis *Avicennia marina*, antara lain buahnya dapat dijadikan bahan makanan seperti keripik, daunnya dapat suling menjadi bioformalin, setiap bagian tumbuhan *Avicennia marina* (akar, kulit batang, daun, bunga, biji, dan eksudatnya) dapat digunakan sebagai obat, kayunya dapat dimanfaatkan sebagai kayu bakar, sebagai tanaman penyerap racun, dan sebagai tanaman perintis/reklamasi.

2.4. Kesehatan Hutan

Pengelolaan kesehatan hutan didefinisikan sebagai upaya memadukan pengetahuan tentang ekosistem, dinamika dan genetika organisme pengganggu tumbuhan dengan pertimbangan ekonomi untuk menjaga agar resiko kerusakan berada di bawah ambang kerugian (Sumardi dan Widyastuti, 2007).

Kesehatan hutan adalah sebuah istilah yang digunakan untuk menggambarkan tingkat kelenturan hutan dalam menerima tekanan dan produktivitas hutan dalam kaitannya dengan nilai-nilai publik, kebutuhan dan harapan. Dengan demikian, hutan yang sehat jika memiliki kelenturan yang cukup dalam merespon dan pulih

dari gangguan yang terjadi dengan tetap mampu mempertahankan kapasitasnya untuk menyediakan dukungan bagi proses-proses ekologi dan menghasilkan tingkat produk dan manfaat yang diharapkan. Karena kesehatan hutan yang lebih baik dapat mengurangi kerugian kayu dan membantu pemilik tanah memenuhi tujuan pengelolaan sumberdaya sekarang dan mendatang (Idaho, 2012).

2.5. Ciri-Ciri Hutan yang Sehat

Safe'i dan Tsani (2016) menyatakan bahwa hutan yang sehat bukanlah hutan yang sama sekali tidak mengalami kerusakan, melainkan yang memiliki ciri-ciri:

1. Tutupan vegetasi yang cukup rapat.
2. Siklus hidrologi terjaga dengan baik.
3. Kesuburan tanah terjaga.
4. Adanya interaksi antara faktor-faktor biotik dan abiotik akan tetapi tidak menimbulkan kerusakan yang berarti.
5. Suksesi berlangsung baik.

2.6. *Forest Health Monitoring (FHM)*

Forest Health Monitoring (FHM) adalah metode pemantauan kondisi kesehatan hutan yang diintroduksikan oleh *United States Department of Agriculture (USDA) Forest Service* untuk memonitor *Nation Forest Health* yang dirancang untuk *temperate region*. Berdasarkan *Forest Health Monitoring Field Methods Guide* (Mangold, 1997), ada 7 (tujuh) indikator utama yang digunakan dalam menilai kesehatan hutan yaitu:

1. Nilai hutan.
2. Klasifikasi kondisi tajuk.
3. Penentuan kerusakan dan kematian.
4. Radiasi aktif fotosintesis.
5. Struktur vegetasi.
6. Jenis-jenis tanaman bioindikator ozon.
7. Komunitas lumut kerak.

Menurut Safe'i (2015), Pelaksanaan FHM terdiri dari beberapa tahapan yaitu.

1. *Detection monitoring* (penentuan jenis gangguan terhadap kondisi ekosistem udara dan tanah untuk digunakan dasar evaluasi status dan perubahan dalam eksosistem hutan).
2. *Evaluating Monitoring* (menentukan luas, keparahan dan penyebab perubahan yang tidak diinginkan dalam kesehatan hutan yang telah diidentifikasi pada langkah sebelumnya).
3. *Intensive Site Monitoring* (ditentukan status faktor-faktor biotik).
4. *Research on Monitoring Techniques* (penelitian tentang indikator kesehatan dan metode deteksi).
5. *Analysis and Reporting* (data yang diperoleh perlu disajikan dalam format yang mudah dipahami oleh semua pemangku kepentingan serta dilaporkan secara baik).

Kondisi kesehatan hutan didasarkan pada penilaian terhadap indikator-indikator terukur yang dapat menggambarkan kondisi tegakan secara komprehensif.

Indikator-indikator tersebut adalah pertumbuhan, kondisi tajuk, kerusakan dan

mortalitas, indikator biologis tingkat polusi udara, kimia tanaman, dendrokronologi, kondisi perakaran, tingkat radiasi yang digunakan dalam fotosintesis, struktur vegetasi, habitat hidup liar, dan *lichen* (Cline, 1995).

2.7. Penyebab Kerusakan Pohon

Unsur-unsur di dalam ekosistem hutan yang mampu menyebabkan kerusakan pohon adalah (Djafaruddin, 2008):

1. Patogen

Patogen adalah suatu organisme yang menyebabkan penyakit pada tanaman.

Patogen menyebabkan gangguan fungsi fisiologis diantaranya dalam proses:

- (a) pembentukan cadangan bahan dalam bentuk biji, akar, dan tunas;
- (b) pertumbuhan *juvenil* baik pada semai maupun perkembangan tunas;
- (c) perpanjangan akar dalam usaha untuk mendapatkan air dan mineral;
- (d) transportasi air; (e) fotosintesis; (f) translokasi fotosintat; (g) integritas struktural. Contoh patogen adalah virus, bakteri, jamur, nematoda, alga, siproplasma, dan mikoplasma.

2. Hama

Hama merupakan binatang-binatang yang merusak tanaman hutan sehingga mengakibatkan kerugian ekonomis dikarenakan menurunkan produktivitas tanaman baik secara kualitas maupun kuantitas. Berbagai bentuk kerusakan yang ditimbulkan oleh hama adalah: (a) mematikan pohon; (b) merusak sebagian dari pohon; (c) menurunkan pertumbuhan pohon; (d) merusak biji dan buah; (e) mengubah suksesi; (f) menurunkan umur tegakan; (g) mengurangi

nilai keindahan; dan (h) membawa penyakit. Contoh hama adalah: serangga, babi, tikus, dan burung.

3. Lingkungan abiotik

Kerusakan yang disebabkan oleh lingkungan abiotik sering juga disebut *non-infectious disease*. Kerusakan ini tidak menular dari satu pohon ke pohon yang lain, akan tetapi kondisi lingkungan yang menyebabkan pohon menjadi rusak.

Penyebab kerusakan oleh lingkungan abiotik seperti: iklim, kimiawi, dan edafik.

4. Gulma

Gulma merupakan jenis penyusun vegetasi yang tidak diinginkan dan merupakan tumbuhan pengganggu bagi tanaman pokok. Kerusakan yang dapat ditimbulkan oleh gulma adalah: (a) pohon/tanaman pokok tertekan pertumbuhannya, (b) perubahan bentuk (tajuk, batang), (c) pohon mati, dan (d) jumlah pohon dalam tegakan menurun.

5. Kebakaran

Kebakaran hutan merupakan hal yang mudah terjadi di daratan. Kebakaran hutan akan mudah terjadi jika terdapat bahan bakar, sumber api, dan oksigen. Bahan bakar akan sangat mudah diperoleh di hutan, oksigen disediakan secara melimpah oleh alam. Sumber api dapat terjadi secara alami jika terjadi tingkat panas yang sangat tinggi. Akan tetapi banyak sumber api yang tidak terjadi secara alami melainkan disebabkan oleh manusia. Kerusakan yang disebabkan oleh kebakaran adalah terjadi kerusakan vegetasi, kerusakan tanah hutan, terganggunya satwa, kerusakan ekosistem, dan turunnya nilai estetika hutan.

6. Ternak/penggembalaan

Ternak/penggembalaan merupakan salah satu usaha penting masyarakat. Salah satu usaha untuk kelancaran kegiatan berternak adalah mencari makan untuk hewan ternak. Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan melakukan penggembalaan pada kawasan hutan. Akan tetapi permasalahan yang timbul adalah saat masyarakat memiliki jumlah dan potensi ternak yang besar/banyak. Hal ini menyebabkan perambahan besar-besaran pada kawasan hutan sebagai ladang penggembalaan. Akibatnya banyak kematian tanaman muda yang dimakan ternak, tanah hutan menjadi padat, berkurangnya penutupan tanah, dan banyak tanaman dewasa yang mengalami luka terbuka.

2.8. Tipe-tipe Kerusakan pada Pohon

Faktor-faktor penyebab kerusakan itu sendiri terdiri atas organisme hidup atau faktor-faktor lingkungan fisik seperti:

1. Patogen
2. Serangan hama, serangga dan penyakit
3. Faktor lingkungan abiotik
4. Tumbuhan Pengganggu
5. Kebakaran
6. Satwa liar, penggembalaan ternak dan aktivitas manusia yang dapat merugikan tanaman

Menurut Mangold (1997), definisi kerusakan yang terdapat pada pohon dapat dideskripsikan sebagai berikut:

1. Kanker (kode 01)

Kanker mungkin dapat disebabkan oleh berbagai agen tetapi lebih sering disebabkan oleh jamur. Kulit kambium dimatikan dan diikuti dengan kematian kayu di bawah kulit. Matinya kayu di bawah kulit tersebut bisa disebabkan oleh agen penyebab kerusakan yang memang melakukan penetrasi hingga ke kayu. Hal ini menimbulkan daerah jaringan yang mati akan semakin dalam dan luas atau yang disebabkan oleh jamur karat pada akar, batang atau cabang.

2. Busuk hati, tubuh buah dan indikator lapuk lanjut (kode 02)

Tubuh buah pada batang utama, batang tajuk dan pada titik percabangan adalah indikator lapuk kayu atau kayu gembol timbul bila ada lubang yang besarnya lebih dari lebar suatu pensil terjadi pada batang utama. Kayu gembol merupakan petunjuk adanya jaringan kayu yang lunak, sering mengandung air dan mengalami degradasi. Suatu luka terbakar pada pangkal suatu pohon adalah juga merupakan indikator lapuk. Lubang (rongga) di dalam batang utama dari cabang tua adalah juga lapuk. Tunggak-tunggak lapuk yang terkait dengan regenerasi melalui trubus. Busuk ada dua macam penyebabnya, yaitu busuk kering dan busuk basah. Penyakit busuk ini menyerang akar, batang, kuncup dan buah.

3. Luka terbuka (kode 03)

Suatu luka atau serangkaian luka yang ditunjukkan dengan mengelupasnya kulit atau kayu bagian dalam telah terbuka dan tidak ada tanda lapuk lanjut. Luka pangkasan yang memotong ke dalam kayu batang utama diberi kode sebagai luka terbuka, jika memenuhi nilai ambang tetapi luka-luka yang tidak mengganggu keutuhan kayu batang utama dikeluarkan (tidak termasuk).

4. Resinosis atau gumosis (kode 04)
Daerah resin atau gum (cairan) eksudasi pada cabang atau batang.
5. Batang patah kurang dari 0,91 m (kode 11)
Akar-akar putus di dalam karak atau pada 0,91 m dari batang baik karena galian atau terluka sebagai contoh, akar-akar yang terluka pada suatu jalan terpotong atau luka oleh binatang. Batang patah atau rusak pada daerah batang (di bawah dasar dari tajuk hidup dan pada pohon masih hidup)
6. Malformasi (kode 12)
Malformasi (perubahan bentuk) ialah berubah bentuk tanaman atau alat serta organnya.
7. Akar patah atau mati (kode 13)
Akar-akar di luar 0,91 m dari batang yang terluka atau mati.
8. Mati ujung (kode 21)
Kematian dari ujung batang tajuk yang disebabkan oleh salju, serangga, penyakit atau sebab-sebab lainnya.
9. Cabang patah atau mati (kode 22)
Cabang yang patah atau mati. Cabang mati terdapat pada batang atau batang tajuk di luar daerah tajuk hidup tidak diberi kode.
10. Percabangan berlebihan atau brum di dalam daerah tajuk hidup (kode 23).
Brum adalah banyaknya ranting yang pertumbuhannya tidak normal ranting yang padat, tumbuh di suatu tempat yang sama terjadi di dalam daerah tajuk hidup, termasuk struktur vegetatif dan organ yang bergerombol tidak normal.
11. Kerusakan kuncup daun atau tunas (kode 24)
Termakan serangga, terkerat atau daun terkeliat, kuncup atau tunas terserang lebih dari 50%, pada sekurang-kurangnya 30% dari daun, kuncup atau tunas.

12. Perubahan warna daun (kode 25)

Sekurang-kurangnya 30% dari daun yang terganggunya 50%. Daun terganggu harus lebih dari beberapa warna yang lain dari warna hijau. Jika pengamat tidak yakin bahwa warna daun itu hijau, maka anggaplah warna itu hijau dan bukan warna lain.

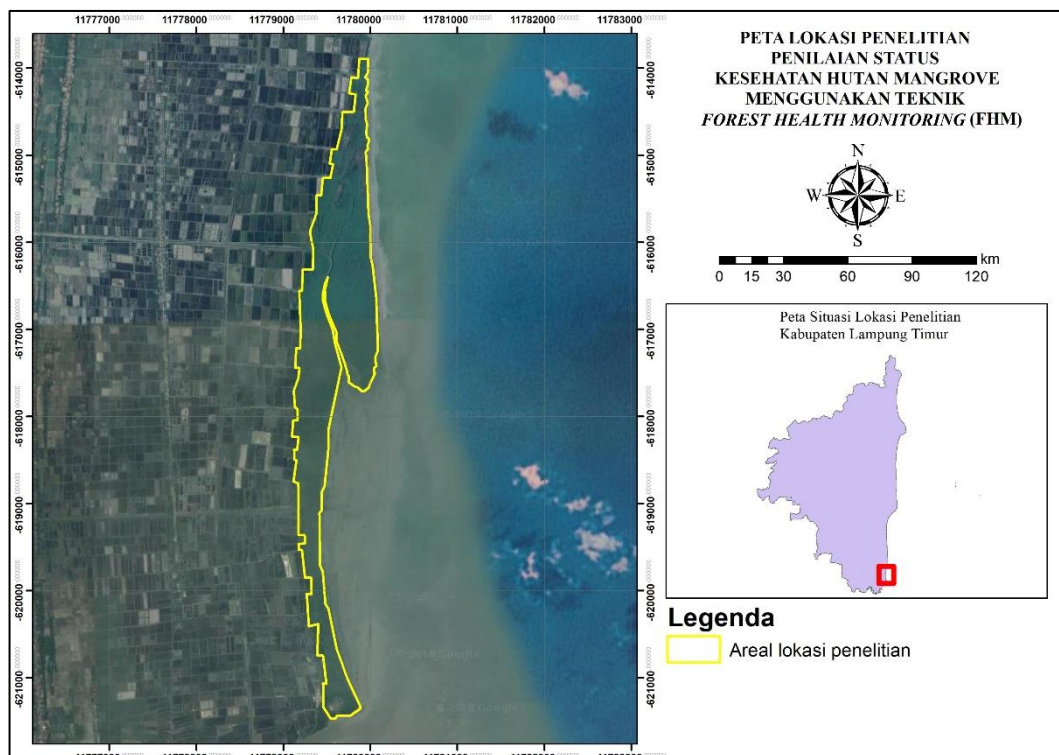
2.9. Tajuk Pohon

Safe'i dan Tsani (2016) menyatakan bahwa tajuk pohon adalah bagian batang dari diameter ujung minimal tertentu hingga ke pucuk. Ukuran tajuk dapat menggambarkan kesehatan pohon secara umum. Tajuk yang lebar dan lebat menggambarkan laju pertumbuhan yang cepat. Tajuk yang kecil dan jarang menunjukkan kondisi tapak tumbuh yang tidak atau kurang mendukung pertumbuhan (seperti kompetisi dengan pohon lain atau kelembaban yang terlalu kurang atau berlebih) atau pengaruh lainnya (seperti defoliasi akibat serangga, penyakit pada dedaunan, dan badai angin). menjelaskan bahwa terdapat lima parameter yang digunakan dalam menilai kondisi tajuk antara lain rasio/nisbah tajuk hidup/*Live Crown Ratio* (LCR); kerapatan tajuk/*Crown Density* (Cden); transparansi tajuk/*Foliage Transparency* (FT); diameter tajuk/*Crown Diameter Width* (CDW) dan *Crown Diameter at 90* (CD90); dan *dieback* (DB).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2018 di areal hutan mangrove KPHL Gunung Balak, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian.

3.2. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari *tally sheet* kesehatan hutan, seng, paku, paralon (1,5 inch), kompas, spidol permanen, meteran (50 m), *magic card*, pita meter (150 cm), GPS (*Global Positioning System*), haga meter, dan kamera digital.

3.3. Metode

Metode di dalam penelitian ini terdiri dari penentuan jumlah dan letak klaster-plot FHM hutan mangrove, pembuatan klaster-plot FHM hutan mangrove, pengumpulan data, dan analisis data. Secara lengkap metode yang digunakan diuraikan di bawah ini.

3.3.1. Penentuan jumlah dan letak klaster-plot FHM hutan mangrove

Klaster-plot FHM hutan mangrove dibuat pada areal hutan mangrove KPHL Gunung Balak, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur yang merupakan areal hutan mangrove yang relatif homogen dengan jenis *Avicennia marina* (Lampiran 2).

Penentuan jumlah klaster-plot FHM hutan mangrove pada penelitian ini ditentukan berdasarkan luas areal penelitian (296 ha) dikalikan dengan intensitas sampling. Hasil dari perkalian tersebut diperoleh luas areal yang akan di-sampling kemudian dibagi dengan luas plot pengamatan (Kustanti, 2011). Persentase intensitas sampling yang digunakan adalah sebesar 0,8%.

Maka jumlah klaster-plot FHM yang akan digunakan adalah:

$$n = \frac{A \times IS}{Cl}$$

Keterangan:

- n = jumlah klaster-plot FHM sampel
 A = Luas seluruh areal yang akan di-*sampling* (296 ha)
 IS = Intensitas *sampling* (0,8%)
 Cl = luas plot pengamatan (klaster-plot FHM)

maka,

$$n = \frac{296 \text{ ha} \times 0,8\%}{0,4 \text{ ha}}$$

$$n = \frac{2,368 \text{ ha}}{0,4 \text{ ha}}$$

$n = 5,92$, \approx dibulatkan menjadi 6 klaster-plot FHM sampel.

Penentuan jumlah klaster-plot FHM hutan mangrove dimaksudkan untuk melakukan *sampling* pada populasi pohon penyusun hutan mangrove namun tetap representatif. Peletakan klaster-plot FHM hutan mangrove yang pertama ditentukan berdasarkan teknik *random sampling* dan selanjutnya diletakkan secara berurutan. Nomor dan letak klaster-plot FHM hutan mangrove disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Koordinat titik ikat dan pusat klaster-plot FHM hutan mangrove

Klaster-plot FHM	Koordinat titik pusat		Koordinat titik ikat		Nama titik ikat
	Lintang	Bujur	Lintang	Bujur	
1	05°33'06,50"	105°48'51,50"	05°33'07,70"	105°48'47,20"	Gubuk A
2	05°32'33,50"	105°48'51,30"	05°32'31,10"	105°48'46,00"	Gubuk B
3	05°31'50,55"	105°48'52,64"	05°31'46,80"	105°48'38,10"	Gubuk C
4	05°31'36,17"	105°48'57,64"	05°31'32,90"	105°48'49,60"	Gubuk D
5	05°31'35,41"	105°49'04,74"	05°31'33,66"	105°48'52,93"	Jembatan
6	05°31'04,40"	105°49'04,70"	05°31'05,70"	105°48'59,80"	Gubuk E

Sumber: data primer 2018

Sebelum penentuan titik pusat klaster-plot FHM, terlebih dahulu ditentukan titik ikat. Titik ikat digunakan sebagai titik pertama atau acuan untuk menentukan titik pusat klaster-plot FHM hutan mangrove. Titik ikat yang digunakan merupakan bangunan yang dianggap permanen sehingga tidak mudah hilang. Titik ikat ini nantinya dapat digunakan untuk mendeteksi lokasi titik pusat pada saat melakukan monitoring kesehatan hutan selanjutnya.

3.3.2. Pembuatan klaster-plot FHM hutan mangrove

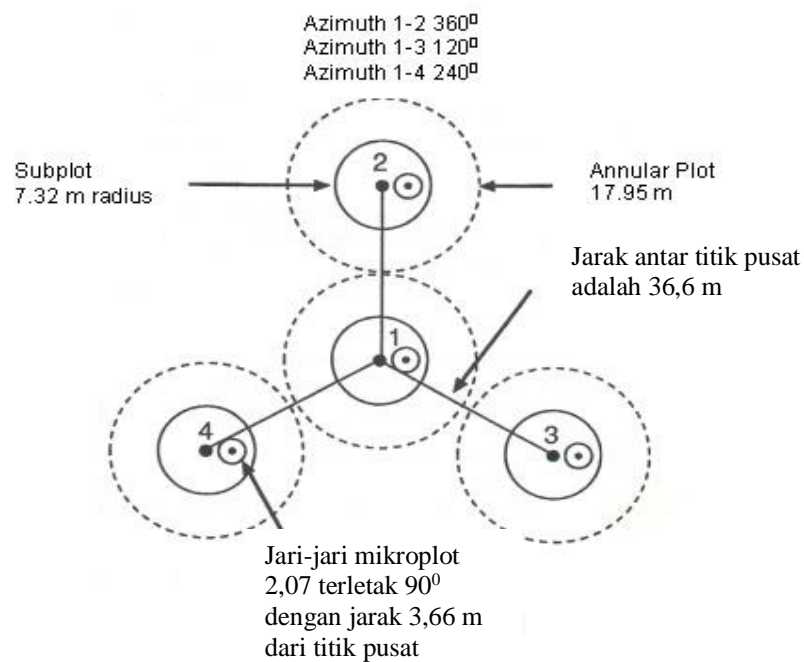
Plot ukur yang digunakan untuk menilai status kesehatan hutan mangrove dengan teknik FHM adalah klaster-plot FHM dengan desain yang ditunjukkan pada Gambar 4. Desain Klaster-plot FHM dikhususkan untuk penilaian kesehatan hutan dengan teknik FHM (Mangold, 1997). Kriteria klaster-plot FHM antara lain:

- a) Memiliki 4 (empat) annular plot atau plot utama yang berbentuk lingkaran dan tersusun sedemikian rupa (Gambar 3). Annular plot memiliki jari-jari lingkaran sepanjang 17,95 m. Annular plot memiliki subplot yang terletak di dalamnya dengan jari-jari 7,32m dan memiliki titik pusat sama dengan annular plot. Annular plot juga memiliki mikro-plot yang terletak di dalam subplot dengan jari-jari 2,07 m, namun titik pusatnya berada sejauh 3,66 m dan azimut 90^0 dari titik pusat annular plot. Satu kesatuan antara annular plot, subplot, dan mikro-plot adalah 1 (satu) plot yang merupakan bagian dari klaster-plot FHM.
- b) Titik pusat plot 1 (satu) merupakan titik pusat klaster-plot FHM, titik pusat plot 2 (dua) terletak pada azimut 0^0 dari titik pusat plot 1 (satu), titik pusat plot 3 (tiga) terletak pada azimut 120^0 dari titik pusat plot 1 (satu), dan titik pusat plot

4 (empat) terletak pada azimuth 240^0 dari titik pusat plot 1 (satu), dengan jarak antartitik pusat plot adalah 36,6 m.

c) Annular plot digunakan untuk mengukur fase pohon, subplot digunakan untuk mengukur fase tiang dan pancang, dan mikroplot digunakan untuk mengukur semai (Gambar 3).

d) Pengambilan sampel fase pohon setiap plot dilakukan sesuai arah jarum jam.



Gambar 3. Desain bentuk klaster-plot FHM (Mangold, 1997).

3.3.3. Pengumpulan data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Cara pengumpulan data tersebut diuraikan di bawah ini.

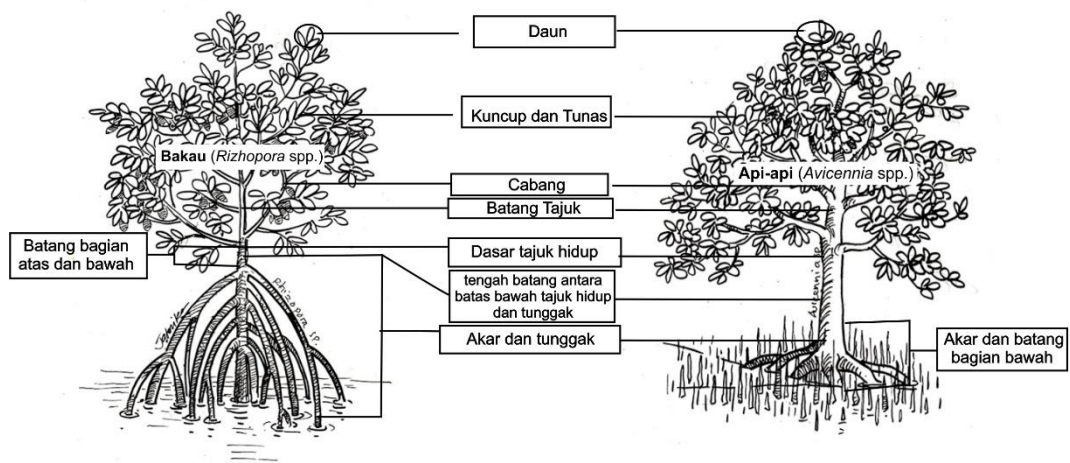
a. Data Primer

Data primer merupakan data utama penelitian yang diambil melalui pengamatan dan pengukuran langsung di lokasi penelitian. Data primer yang dikumpulkan berupa titik koordinat, data kondisi kerusakan pohon, dan kondisi tajuk.

Teknik pengumpulan data untuk mendapatkan data primer antara lain pengukuran kondisi kerusakan pohon dan pengukuran kondisi tajuk yang diuraikan sebagai berikut.

1. Pengukuran Kerusakan Pohon

Adapun parameter untuk mengukur kerusakan pohon antara lain lokasi kerusakan, tipe kerusakan, dan nilai ambang keparahan/kerusakan pohon penyusun hutan mangrove yang berada di dalam klaster-plot FHM. Lokasi kerusakan pohon digambarkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Lokasi kerusakan pohon penyusun hutan mangrove *Avicennia sp* dan *Rhizophora sp* (diadaptasi dari Mangold, 1997).

Tiap lokasi kerusakan memiliki kode-kode tertentu yang akan digunakan untuk menghitung nilai bobot dari setiap lokasi kerusakan. Kode-kode ini digunakan untuk mempermudah dalam melakukan pengukuran di lapangan. Terdapat sembilan kode lokasi kerusakan yang akan digunakan sebagai acuan lokasi pada pohon penyusun hutan mangrove. Kode kerusakan tersebut mencakup seluruh bagian dari pohon penyusun hutan mangrove, yaitu akar, batang, cabang, dan daun. Kode lokasi kerusakan pohon penyusun hutan mangrove secara lengkap disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kode lokasi kerusakan pohon penyusun hutan mangrove

Kode	Lokasi Kerusakan
0	Tidak ada kerusakan
1	Akar dan tunggak muncul (12 inci/30 cm tingginya titik ukur diatas tanah)
2	Akar dan batang bagian bawah
3	Batang bagian bawah (setengah bagian bawah dari batang antara tunggak dan dasar tajuk hidup)
4	Bagian bawah dan bagian atas batang
5	Bagian atas batang (setengah bagian atas dari batang antara tunggak dan dasar tajuk hidup)
6	Batang tajuk (batang utama di dalam daerah tajuk hidup, di atas dasar tajuk hidup)
7	Cabang (lebih besar 2,54 cm pada titik percabangan terhadap batang utama atau batang tajuk di dalam daerah tajuk hidup)
8	Pucuk dan tunas (pertumbuhan tahun-tahun terahir)
9	Daun

Sumber: Mangold, 1997

Setiap tipe kerusakan pohon penyusun hutan mangrove memiliki kode-kode tertentu. Setiap kode/tipe kerusakan memiliki nilai ambang keparahan tertentu yang telah ditetapkan. Tipe kerusakan dinyatakan data sampel apabila telah memenuhi nilai ambang keparahan yang telah diketahui. Apabila kerusakan tidak memenuhi kriteria nilai ambang keparahan yang ada, maka kerusakan tersebut tidak dijadikan sebagai data sampel. Sampel tipe kerusakan diambil maksimal 3 (tiga) lokasi kerusakan yang dinilai memiliki nilai ambang keparahan yang tertinggi. Kode dan tipe kerusakan serta nilai ambang keparahan pohon penyusun hutan mangrove disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kode tipe kerusakan pohon penyusun hutan mangrove dan nilai ambang keparahannya

Kode	Tipe kerusakan/penyebab kerusakan	Nilai ambang keparahan (di dalam 10% kelas ke 90%)
01	Kanker	$\geq 20\%$ dari keliling pohon di titik pohon pengamatan
02	Konk, tubuh buah, dan indikator lain tentang lapuk	Sama sekali tidak ada (nihil), kecuali $\geq 20\%$ untuk akar > 3 kaki (0.91 m) dari batang utama
03	Luka terbuka	$\geq 20\%$ di titik pengamatan
04	Resinosis/gumosis	$\geq 20\%$ di titik pengamatan
05	Batang pecah	tidak ada
06	Sarang rayap	$\geq 20\%$ di titik pengamatan
11	Batang/akar patah < 3 kaki dari batang	Sama sekali tidak ada (nihil)
12	Brum pada akar/batang	Sama sekali tidak ada (nihil)
13	Akar patah/mati < 3 kaki dari batang	$\geq 20\%$ dari akar
20	Liana	$\geq 20\%$ di titik pengamatan
21	Hilangnya pucuk dominan, mati pucuk	$\geq 1\%$ dari tajuk
22	Cabang patah atau mati	$\geq 20\%$ dari cabang atau tunas
23	Percabangan atau brum yang berlebihan	$\geq 20\%$ dari sapu atau cabang
24	Daun, pucuk atau tunas rusak	$\geq 30\%$ dari daun-daunan
25	Daun berubah warna	$\geq 30\%$ dari daun-daunan
26	Karat puru (Safe'i, 2015)	$\geq 20\%$ terserang
31	Lain-lain (untuk yang tidak disebutkan di atas)	-

Sumber: Mangold, 1997

Nilai ambang keparahan dikelaskan dan dikodekan untuk menentukan tingkat keparahan kerusakan yang ditemukan. Kode dan kelas nilai ambang keparahan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kode dan kelas nilai ambang keparahan

Kode	Kelas (%)
1	01-19
2	20-29
3	30-39
4	40-49
5	50-59
6	60-69
7	70-79
8	80-89
9	90-99

Sumber: Mangold, 1997

2. Pengukuran Kondisi Tajuk

Kondisi tajuk pohon penyusun hutan mangrove diukur berdasarkan parameter rasio tajuk hidup, kerapatan tajuk, transparansi tajuk, diameter tajuk, dan mati pucuk.

a. Pengukuran rasio tajuk hidup (*live crown ratio-LCR*),

Pengukuran rasio tajuk hidup (*live crown ratio-LCR*) merupakan perbandingan antara tinggi bebas cabang pohon dengan tinggi totalnya.

b. Kerapatan tajuk (*crown density-Cden*)

Pengukuran kerapatan tajuk merupakan pengukuran terhadap cahaya matahari yang terhalangi oleh tajuk pohon hingga ke lantai hutan yang dinyatakan dengan persen.

c. Transparansi tajuk (*foliage transparency-FT*)

Pengukuran transparansi tajuk merupakan pengukuran terhadap cahaya matahari yang mampu menembus daun-daun tajuk sehingga sampai ke lantai hutan. Pengukuran transparansi tajuk merupakan kebalikan dari persentase kerapatan tajuk.

d. Diameter tajuk (*crown diameter-CD*)

pengukuran diameter tajuk dilakukan dengan cara menghitung diameter tajuk terlebar dan diameter 90⁰ dari titik tengah garis pengukuran tajuk terlebar.

e. Mati pucuk (*dieback-DB*)

pengukuran mati pucuk merupakan persentase kematian cabang mulai dari ujung tajuk hingga dasar tajuk hidup.

Nilai yang didapat dari pengukuran tajuk pohon penyusun hutan mangrove dikodekan berdasarkan kelas nilai yang telah ditentukan oleh Mangold, 1997. Kode ini digunakan untuk menentukan nilai visual tajuk (*Visual Crown Rating-VCR*). Kode dan kelas nilai disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kode dan kelas nilai LCR, Cden, FT, dan DB

Kode	Kelas Nilai (%)	Kode	Kelas Nilai (%)	kode	Kelas Nilai (%)
00	0%	35	31-35%	70	66-70%
05	1-5%	40	36-40%	75	71-75%
10	6-10%	45	41-45%	80	76-80%
15	11-15%	50	46-50%	85	81-85%
20	16-20%	55	51-55%	90	86-90%
25	21-25%	60	56-60%	95	91-95%
30	26-30%	65	61-65%	99	96-99%

Sumber: Mangold, 1997

b. Data Sekunder

Data sekunder yang merupakan data pendukung diambil melalui tinjauan pustaka di berbagai sumber baik buku, wawancara, maupun dari internet.

3.3.4. Analisis data

Setelah didapatkan data sampel pada klaster-plot FHM kemudian dilakukan analisis data yang berupa penilaian kerusakan pohon, penilaian kondisi tajuk pohon, dan penilaian status kesehatan hutan. Secara rinci akan diuraikan sebagai berikut.

1. Penilaian kerusakan pohon penyusun hutan mangrove

Khoiri (2004) menjelaskan bahwa dalam penilaian kerusakan pohon digunakan kriteria-kriteria berdasarkan teknik FHM. Safe'i dan Tsani (2016) menjelaskan bahwa untuk menilai kerusakan pohon perlu menghitung indeks kerusakan (IK), indeks kerusakan tingkat pohon (*Tree Level Index-TLI*), indeks kerusakan tingkat plot (*Plot Level Index-PLI*), dan indeks kerusakan tingkat klaster-plot FHM (*Cluster Level Index-CLI*). Untuk menghitung indeks kerusakan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

a. Indeks Kerusakan (IK)

$$IK = x \text{ lokasi} \times y \text{ tipe kerusakan} \times z \text{ keparahan}$$

Keterangan: x , y , z adalah nilai pembobotan yang besarnya berbeda-beda

tergantung kepada tingkat dampak relatif setiap komponen terhadap pertumbuhan dan ketahanan pohon.

b. Indeks kerusakan tingkat pohon (*Tree Level Index-TLI*)

$$TLI = [IK1] + [IK2] + [IK3]$$

c. Indeks kerusakan tingkat plot (*Plot Level Index-PLI*)

$$PLI = \frac{\sum \text{TLI dalam plot}}{\sum \text{pohon dalam plot}}$$

d. Indeks kerusakan tingkat klaster-plot FHM (*Cluster Plot Level Index-CLI*)

$$CLI = \frac{\sum \text{PLI}}{\sum \text{Plot}}$$

Nilai pembobotan yang digunakan pada setiap kode lokasi, tipe dan tingkat kerusakan pohon penyusun hutan mangrove berbeda-beda. Nilai pembobotan yang digunakan dalam analisis data terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai pembobotan pada tiap kode lokasi, tipe, dan tingkat keparahan pohon penyusun hutan mangrove

Kode lokasi kerusakan pohon	Nilai pembobotan (x)	Kode tipe kerusakan pohon	Nilai pembootan (y)	Kode tingkat keparahan/ kerusakan pohon	Nilai pembobotan (z)
0	0	01; 26	1,9	0	1,5
1	2,0	02	1,7	1	1,1
2	2,0	03; 04	1,5	2	1,2
3	1,8	05	2,0	3	1,3
4	1,8	06	1,5	4	1,4
5	1,6	11	2,0	5	1,5
6	1,2	12	1,6	6	1,6
7	1,0	13; 20	1,5	7	1,7
8	1,0	21	1,3	8	1,8
9	1,0	22; 23; 24; 25; 31	1,0	9	1,9

Sumber: Safe'i dan Tsani, 2016

2. Penilaian kondisi tajuk pohon penyusun hutan mangrove

Hasil pengukuran LCR, Cden, FT, CD, dan DB dikumpulkan untuk diklasifikasikan. Nilai klasifikasi akan digunakan untuk memperhitungkan nilai visual tajuk (*Visual Crown Rating-VCR*). Nilai klasifikasi dimulai dari rendah (nilai=1), sedang (nilai=2), dan bagus (nilai=3) berdasarkan kriteria yang telah

dikembangkan oleh Putra (2004). Nilai kriteria kondisi tajuk disajikan pada

Tabel 7.

Tabel 7. Kriteria kondisi tajuk (dikembangkan oleh Putra, 2004)

Parameter	Klasifikasi		
	Bagus (nilai=3)	Sedang (nilai=2)	Rendah (nilai=1)
Rasio tajuk hidup	≥ 40	20-35	5-15
Kerapatan tajuk	≥ 55	25-50	5-20
Transparasi tajuk	0-45	50-70	≥ 75
Diameter tajuk	$\geq 10,1$ m	2,5-10 m	$\geq 2,4$ m
<i>Dieback</i>	0-5	10-25	≥ 30

Sumber: Putra, 2004

Nilai klasifikasi dari setiap pohon kemudian dirata-ratakan berdasarkan setiap annular plot sehingga didapatkan nilai VCR setiap plot. Nilai VCR dari setiap plot kemudian dirata-ratakan sehingga didapatkan nilai VCR setiap kluster plot FHM hutan mangrove. Nilai VCR suatu pohon bernilai antara 1-4 bergantung kepada besaran nilai pengamatan tiap parameter kondisi tajuk (Tabel 8).

Tabel 8. 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: Putra, 2004

3. Penilaian Kesehatan Hutan

Perolehan hasil analisis data pada klaster-plot FHM hutan mangrove, kemudian diperhitungkan untuk menilai kesehatan hutan mangrove. Adapun cara menentukan nilai akhir kondisi kesehatan hutan (Safe'i dkk., 2015) adalah hasil dari perkalian antara nilai skor setiap parameter dengan nilai tertimbang setiap parameter atau dapat diformulakan sebagai berikut. Nilai tertimbang yang digunakan untuk menilai kesehatan hutan mangrove mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Safe'i (2015) yang ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai tertimbang

Indikator	Nilai tertimbang
Kondisi tajuk	0,23
Kerusakan pohon	0,27

Sumber: Safe'i dkk., 2015

Perolehan nilai akhir kesehatan hutan mangrove, kemudian dilakukan penentuan kategori status kesehatan hutan mangrove. Kategori status kesehatan hutan mangrove yang digunakan adalah Ideal, Bagus, Sedang, Jelek, dan Buruk (Putra, 2004). Setiap kategori kesehatan hutan, memiliki interval kelas nilai kesehatan hutan. Kategori status dan interval kelas nilai kesehatan hutan disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Kategori kesehatan hutan mangrove

Kategori kesehatan hutan	Interval kelas kesehatan hutan
Ideal	4,11-5,00
Bagus	3,21-4,10
Sedang	2,31-3,20
Jelek	1,41-2,30
Buruk	0,50-1,40

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penilaian kondisi status kesehatan hutan menggunakan teknik FHM, maka dapat disimpulkan bahwa kondisi status kesehatan hutan mangrove KPHL Gunung Balak, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur adalah kategori sedang (pada rentang NKH 2,31-3,20) dengan NKH, yaitu 2,50.

Berdasarkan enam klaster-plot FHM sampel, areal hutan mangrove KPHL Gunung Balak memiliki status kesehatan hutan dengan persentase sedang sebesar 50%, jelek 33%, dan ideal 17%. Kategori status tersebut dipengaruhi oleh nilai kerusakan pohon (CLI) dan kondisi tajuk (VCR) pada setiap klaster-plot FHM. Kondisi kesehatan hutan mangrove KPHL Gunung Balak dapat dikatakan masih berada pada taraf aman atau tidak mengganggu fungsi hutan, namun tetap butuh pengelolaan yang lebih baik.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti menyarankan:

1. Perlu dilakukan penilaian lebih lanjut mengenai status kesehatan hutan mangrove di KPHL Gunung Balak dengan menggunakan indikator yang berbeda ataupun indikator yang lebih lengkap, agar didapatkan data yang lebih lengkap.

2. Perlu dilakukan pemantauan secara periodik mengenai perubahan yang terjadi, sehingga didapatkan kecenderungan yang terjadi pada hutan mangrove di KPHL Gunung Balak. Data perubahan dan kecenderungan yang terjadi ini diharapkan agar dapat memberikan data dan informasi yang tepat dan akurat mengenai kondisi kesehatan hutan mangrove khususnya KPHL Gunung Balak ataupun pihak terkait untuk melakukan pengelolaan hutan mangrove yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, N. A., Reece, J. B., dan Mitchell, L. G. 2003. *Biologi*. Buku. Erlangga. Jakarta. 472 hlm.
- Cline, S. P. 1995. *FHM : Environmental Monitoring and Assessment Program*. Buku. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development. Washington DC. 210 hlm.
- Djafaruddin. 2008. *Dasar-Dasar Pengendalian Penyakit Tanaman*. Buku. Bumi Aksara. Jakarta. 272 hlm.
- Halidah. 2014. Avicennia marina (forssk) vierh jenis mangrove yang kaya manfaat. *Buletin Eboni*. 1:37-44.
- Haneda, N. F. dan Suheri M. 2018. Hama mangrove di kecamatan batu ampar, kabupaten kubu raya, kalimantan barat. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 9(1): 16-23.
- Hardi, T. T. W. 1997. Serangan hama mangrove dan tingkat kerusakannya di hutan mangrove dki jakarta. *Buletin Penelitian Hutan*. 608:37-36.
- Heriyanto, N. M. dan Subiandono, E. 2012. Komposisi dan struktur tegakan, biomasa, dan potensi kandungan karbon hutan mangrove di taman nasional alas purwo (composition and structure, biomass, and potential of carbon content in mangrove forest at national park alas purwo). *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 9(1): 023-032.
- Idaho, F. P. C. 2012. What is a healthy forest. <http://www.idahoforests.org/health1>. Diakses tanggal 24 Juni 2016.
- Indriyanto. 2006. *Ekologi Hutan*. Buku. Bumi Aksara. Jakarta. 210 hlm.
- Indriyanto. 2017. *Jenis-Jenis Ekosistem Hutan*. Buku. Plantaxia. Yogyakarta. 212 hlm.
- Kasno, Haneda, N. F., Syaufina, L., dan Putra, E. I. 2007. Pengembangan metode penilaian kesehatan hutan lindung dan hutan tanaman. <http://www.resposi-tory.ipb.ac.id/614>. Diakses tanggal 5 Juni 2017.

- Kasno, Supriyanto, Nuhamara, S. T., Putra, E. I., dan Dharmawan, I.W.S. 2001. Assessment on crown indicators in forest health monitoring. *Prosiding Forest Health Monitoring to Monitor the Sustainability of Indonesian Tropical Rain Forest*. 121-160.
- Khoiri, S. 2004. *Studi Tingkat Kerusakan Pohon di Hutan Kota Srengseng Jakarta Barat*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 50 hlm.
- Kusmana, C., Wilarso, Hilwan, dan Yunasfi. 2005. *Teknik Rehabilitasi Mangrove*. Buku. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor. 181 hlm.
- Kustanti, A. 2011. *Manajemen Hutan Mangrove*. Buku. Institut Pertanian Bogor Press. Bogor. 248 hlm.
- Lakitan, B. 2012. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Buku. Rajawali Pers. Jakarta. 206 hlm.
- Malau, M. N. 2015. *Keanekaragaman Jenis Burung di Hutan Mangrove KPHL Gunung Balak Resort Muara Sekampung Kabupaten Lampung Timur*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 84 hlm.
- Mangold, R. 1997. *Forest Health Monitoring: Field Methods Guide (International-Indonesia)*. USDA Forest Service. Washington DC. 300 hlm.
- Martoredjo, T. 1989. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan, Bagian dari Perlindungan Tanaman*. Buku. Andi Offset. Yogyakarta. 51 hlm.
- Miardini, A. 2006. *Analisis Kesehatan Pohon di Kebun Raya Bogor*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 92 hlm.
- Mulyadi, E., Hendriyanto, O., dan Fitriani, N. 2010. Konservasi hutan mangrove sebagai ekowisata. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 1: 51-58.
- Muslikah, N. dan Eriza, A. O. 2013. Masyarakat peduli pelestarian hutan mangrove di desa purworejo pasir sakti lampung timur. *Buletin Wanamina Edisi I*. 25-27.
- Nuhamara, S. T. dan Kasno. 2001. Present status of crown indicators. *Prosiding Forest Health Monitoring to Monitor the Sustainability of Indonesian Tropical Rain Forest*. 73-84.
- Pracaya. 2003. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Buku. Penebar Swadaya. Jakarta. 417 hlm.
- Putra, E. I. 2004. *Pengembangan Metode Penilaian Kesehatan Hutan Alam Produksi*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 100 hlm.

- Rahman, S. 2013. Potensi hutan mangrove sebagai pelindung pantai terhadap serangan gelombang. *Prosiding Hasil Penelitian Fakultas Teknik*. 1-4.
- Safe'i, R. dan Tsani, M. K. 2016. *Kesehatan Hutan: Penilaian Kesehatan Hutan Menggunakan Teknik Forest Health Monitoring*. Buku. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Lampung. Bandar Lampung. 102 hlm.
- Safe'i, R., Hardjanto, Supriyanto, dan Sundawati, L. 2015. Pengembangan metode penilaian kesehatan hutan rakyat sengon (*falcatania moluccana* (miq.) barneby & j.w. grimes). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 12(3): 175-187.
- Safe'i, R. 2015. *Kajian Kesehatan Hutan dalam Pengelolaan Hutan Rakyat di Provinsi Lampung*. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 124 hlm.
- Safe'i, R., Wulandari, C., dan Kaskoyo, H. 2019. Penilaian kesehatan hutan pada berbagai tipe hutan di provinsi lampung. *Jurnal Sylva Lestari*. 7(1): 95-109.
- Saprudin dan Halidah. 2012. Potensi dan nilai manfaat jasa lingkungan hutan mangrove di kabupaten sinjau sulawesi selatan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 9(3): 213-219.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Buku. Alfabeta. Bandung. 380 hlm.
- Sumardi dan Widyastuti, S. M. 2007. *Dasar-Dasar Perlindungan Hutan*. Buku. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 228 hlm.
- Supriyanto, Soekotjo, dan Justianto, A. 2001. Assessment of production indicator in forest health monitoring to monitor the sustainability of indonesian tropical rain forest. *Prosiding Forest Health Monitoring to Monitor the Sustainability of Indonesian Tropical Rain Forest*. 43-49.
- Tsani, M. K. dan Safe'i, R. 2017. Identifikasi tingkat kerusakan tegakan pada kawasan pusat pelatihan gajah taman nasional way kambas. *Jurnal Hutan Tropis*. 5(3): 215-221.
- Undang-Undang Republik Indonesia No 41 tahun 1999 tentang Kehutanan.
- Yuliasamaya, Darmawan, A., dan Hilmanto, R. 2014. Perubahan tutupan hutan mangrove di pesisir kabupaten lampung timur. *Jurnal Sylva Lestari*. 2(3): 111—124.