

# ANALISIS KERUSAKAN POHON MANGROVE MENGGUNAKAN TEKNIK *FOREST HEALTH MONITORING (FHM)*

**Ferdy Ardiansyah<sup>1)</sup>, Rahmat Safe'i<sup>2)</sup>, Rudi Hilmanto<sup>2)</sup>, Indriyanto<sup>2)</sup>**

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung

<sup>2</sup> Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

Email: ferdyardiansyah@gmail.com

## ABSTRAK

Hutan mangrove berperan penting bagi ekosistem yang berada disekitarnya misalnya, menjaga kesetabilan ekosistem pantai, menahan angin laut, mencegah intrusi air laut, abrasi, mencegah tsunami, dan lain-lain. Fungsi tersebut dapat berjalan secara optimal apabila pohon mangrove penyusunnya tidak rusak atau sehat. Untuk itu, maka diperlukan analisis kerusakan pohon untuk mengetahui rusak atau tidaknya pohon mangrove. Kawasan hutan mangrove Desa Pasir Sakti, Lampung Timur memiliki vegetasi yang didominasi oleh pohon mangrove jenis *Avicenia marina*. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan lokasi, tipe, dan tingkat kerusakan pohon mangrove yang berada di kawasan hutan mangrove Pasir Sakti, Lampung Timur. Desain plot yang digunakan berbentuk klaster plot *Forest Health Monitoring (FHM)* sebanyak dua klaster plot (8 plot). Pengukuran kerusakan pohon mangrove menggunakan teknik FHM. Adapun kondisi kerusakan pohon mangrove dianalisis berdasarkan indeks kerusakan pohon. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lokasi kerusakan pohon mangrove berada pada: cabang 52%, daun 28%, batang bagian bawah 16%, dan pucuk dan tunas 4%; dengan tipe kerusakan: cabang patah/mati 52%, daun berubah warna 19,2%, daun dan tunas rusak 12,8%, luka terbuka 11,2%, dan resinosis/gumosis 4,8%. Dengan demikian, lokasi kerusakan pohon mangrove yang paling banyak di kawasan hutan mangrove Pasir Sakti, Lampung Timur berada pada lokasi cabang dengan tipe kerusakan cabang patah/mati.

**Kata kunci:** kerusakan pohon, hutan mangrove Pasir Sakti, *Forest Health Monitoring*

## I. PENDAHULUAN

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 waktu air laut pasang dan bebas dari genangan pada saat air laut surut, yang komunitas tumbuhannya toleran terhadap garam.

Bentuk ekosistem hutan mangrove yang khas ini memberikan banyak manfaat antara lain menjaga agar ekosistem pantai tetap stabil, menahan angin laut, mencegah intrusi air laut, abrasi, mencegah tsunami, ekowisata, dan lain-lain. Manfaat tersebut dirasakan apabila hutan mangrove sehat atau tidak rusak. 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.

Safe'i (2017) menyebutkan bahwa kualitas kesehatan hutan saat ini dirasa sangat penting khususnya di dunia kehutanan. Kualitas kesehatan hutan akan mempengaruhi berjalannya fungsi hutan. Fungsi suatu hutan dapat berjalan secara optimal apabila pohon-pohon penyusunnya dalam keadaan baik. Untuk itu, maka pohon mangrove harus diperhatikan kesehatannya. Kesehatan pohon mangrove sangat berkaitan erat terhadap kondisi kerusakan pohon mangrove. Kerusakan pohon mangrove dapat di analisis menggunakan teknik pemantauan kesehatan hutan/*Forest Health Monitoring* (FHM).

FHM merupakan suatu metode untuk memantau, menilai, dan melaporkan kondisi hutan saat ini, serta untuk mengetahui perubahan ataupun kecenderungan untuk jangka yang panjang berdasarkan indikator terukur (Mangold, 1999; USDA, 1997). Analisis kerusakan pohon mangrove dengan teknik FHM berguna untuk mengetahui kondisi kerusakan yang terjadi pada pohon mangrove. Kerusakan pohon mangrove perlu diketahui guna melakukan manajemen pengelolaan hutan secara lestari dan berkelanjutan.

Hutan mangrove Desa Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur merupakan hutan mangrove yang tumbuh dari bibit yang ditanam oleh masyarakat di sekitarnya. Hutan mangrove Desa Pasir Sakti cenderung homogen atau satu jenis yaitu *Avicennia marina* atau jenis api-api. Hutan mangrove tersebut merupakan pelindung bagi masyarakat Desa Pasir Sakti dan juga sebagai salah satu mata pencaharian misalnya berburu kepiting untuk dijual.

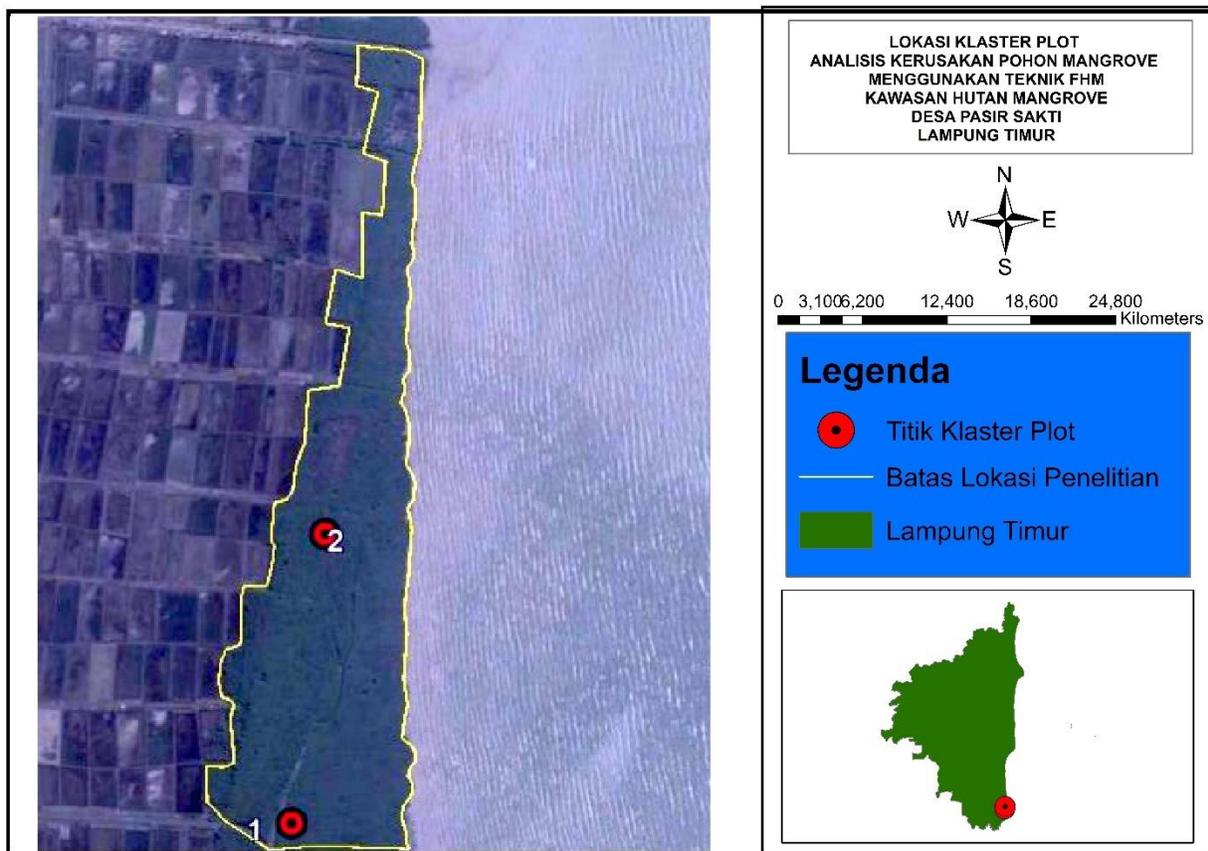
Hutan mangrove begitu penting bagi masyarakat disekitarnya, untuk itu perlu dijaga kelestariannya. Kelestarian hutan mangrove yang perlu dijaga inilah yang mendorong suatu penelitian untuk mengetahui penyebab-penyebab terjadinya kerusakan pohon mangrove khususnya di hutan mangrove Desa Pasir Sakti. Kerusakan pohon mangrove dapat disebabkan oleh

beberapa faktor, misalnya akibat ulah manusia, karena hama dan penyakit, kurangnya nutrisi atau zat hara, dan lain-lain. Untuk itu perlu dilakukan penilaian kerusakan pohon mangrove guna mengetahui lokasi, tipe dan tingkat kerusakan pohon mangrove yang berada di kawasan hutan mangrove Desa Pasir Sakti, Lampung Timur.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Bahan

Bahan yang digunakan dalam analisis kerusakan pohon mangrove dengan teknik *forest health monitoring* (FHM) adalah data lapangan yang telah diambil pada tanggal 26 Mei 2018 yang berlokasi di kawasan hutan mangrove KPH Gunung Balak Desa Pasir Sakti, Lampung Timur (Gambar. 1). Objek penelitian ini adalah pohon mangrove yang merupakan tingkat fase pohon di kawasan hutan mangrove KPH Gunung Balak, Lampung Timur. Tingkat fase pohon mangrove adalah fase pohon mangrove yang memiliki diameter  $\geq 10$  cm diukur pada ketinggian 1,3 m dari permukaan tanah (Heriyanto dan Subandono, 2012).



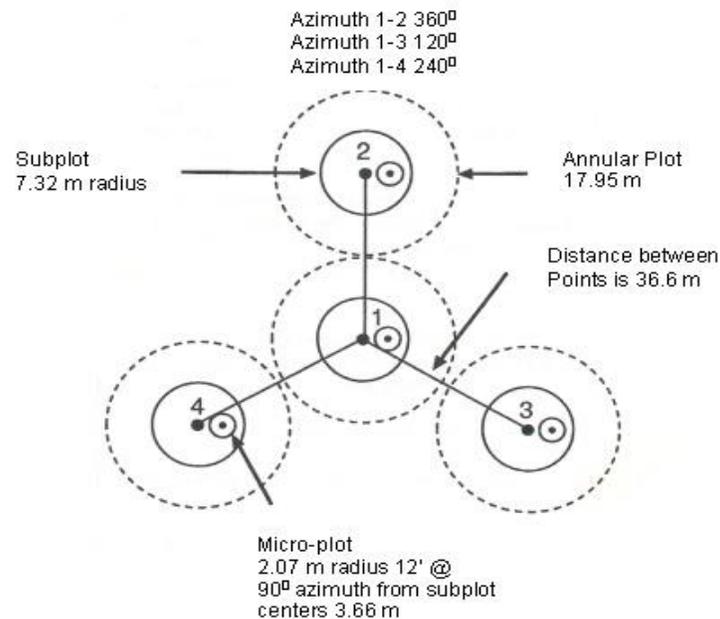
Sumber: Google Earth

Gambar 1. Peta lokasi penelitian analisis kerusakan hutan mangrove menggunakan teknik FHM

## B. Metode

Penelitian ini menggunakan teknik (FHM) (Mangold, 1997; USDA-FS,1999) dan plot yang digunakan adalah desain klaster plot FHM (Mangold, 1997; USDA-FS,1999) (Gambar. 2). Tahapan penelitian terdiri dari penentuan jumlah dan letak klaster plot, pembuatan klaster plot, pengukuran kerusakan pohon mangrove, dan analisis data kerusakan pohon mangrove.

Penentuan jumlah klaster plot dicari dengan rumus jumlah plot dengan *intensitas sampling* (IS) 2% berdasarkan luasan kawasan hutan mangrove Desa Pasir Sakti, Lampung Timur. Intensitas sampling 2% untuk hutan mangrove dengan komposisi yang relatif homogen sudah mencukupi (Kustanti, 2011). Letak klaster plot dicari dengan cara penentuan *random sampling*. Letak plot pertama ditentukan berdasarkan titik terdekat dengan sungai, karena merupakan titik batas antara kawasan hutan mangrove Desa Pasir Sakti dengan kawasan hutan mangrove Desa Purworejo.



Sumber: Mangold, 1997; USDA-FS 1999

Gambar. 2. Desain Klaster Plot FHM

Pembuatan klaster plot FHM dilakukan dengan menentukan titik ikat klaster plot (berupa bangunan atau sesuatu yang bersifat permanen) kemudian dari titik ikat ditarik garis menuju titik pusat klaster plot (titik pusat plot 1) kemudian penentuan plot 2 dengan cara membidik searah 0° dari plot 1, plot 3 dibidik searah 120° dari plot 1 dan plot 4 dibidik 240° dari plot 1 (Gambar 2).

Pengukuran kerusakan pohon mengadopsi dari teknik FHM (Mangold, 1997; USDA-FS, 1999). Pohon mangrove yang diambil sebagai objek penelitian adalah pohon-pohon yang masuk kedalam areal anular plot (radius 17.95 m dari titik pusat plot). Pengukuran kerusakan pohon mangrove dilakukan pada 3 (tiga) lokasi yang terindikasi memiliki tingkat kerusakan yang paling parah. Terdapat beberapa tipe-tipe kerusakan pohon (Tabel 1) sebagai acuan analisis kerusakan mangrove.

Tabel 1. Kode lokasi kerusakan pohon.

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 didalam daerah tajuk hidup, diatas 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 terakhir)
9	Daun

Sumber: Mangold, 1997; USDA-FS, 1999; Safe'i 2015; Putra, 2004

Tabel 1. Kode, tipe, dan nilai ambang kerusakan pohon.

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	$\geq 20\%$ dititik 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; USDA-FS, 1999; Safe'i 2015; Putra, 2004

Kerusakan pohon mangrove dianalisis menggunakan perhitungan indeks kerusakan (IK) yang merupakan hasil kali dari setiap nilai lokasi, tipe, dan nilai keparahan yang telah dinilai dari data lapangan, atau dapat dirumuskan:

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

Keterangan:  $x$ ,  $y$ ,  $z$  adalah nilai pembobotan yang besarnya berbeda-beda tergantung kepada tingkat dampak relatif setiap komponen terhadap pertumbuhan dan ketahanan pohon.

Tabel 4. Kode tipe dan nilai kelas keparahan.

Kode lokasi kerusakan	Nilai	Kode tipe kerusakan	Nilai	Kode keparahan	Nilai
0	0	11,26	2	0 (0-9%)	1,5
1	2	01	1,9	1 (10-19%)	1,1
2	2	02	1,7	2 (20-29%)	1,2
3	1,8	12	1,6	3 (30-39%)	1,3
4	1,8	03,04,13	1,5	4 (40-49%)	1,4
5	1,6	21	1,3	5 (50-59%)	1,5
6	1,2	22,23,24,25,31	1,0	6 (60-69%)	1,6
7	1,0			7 (70-79%)	1,7
8	1,0			8 (80-89%)	1,8
9	1,0			9 (90-99%)	1,9

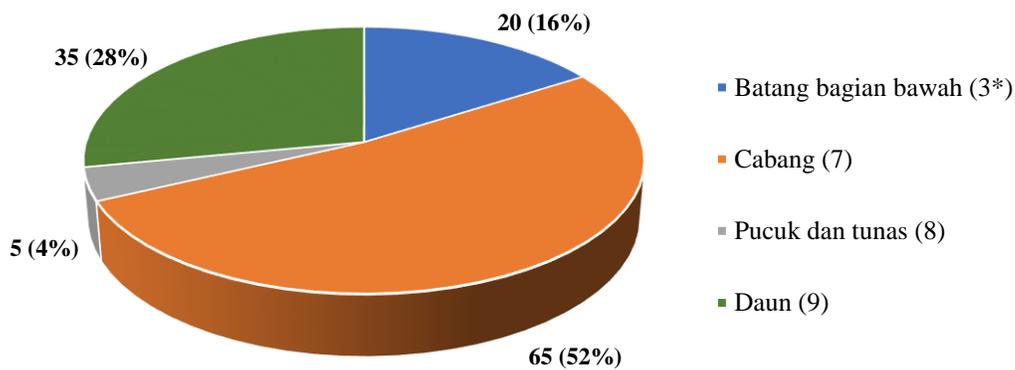
Sumber: Mangold, 1997; Safe'i, 2016

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hutan mangrove merupakan suatu bentuk ekosistem hutan yang memiliki peran besar bagi kelestarian ekosistem yang di sekitarnya. Hutan mangrove dapat menjadi pelindung bagi pantai dengan mengurangi tinggi gelombang dari laut (Mazda dkk., 1997). Hutan mangrove juga dapat memberikan fungsi lainnya seperti rekreasi, pendidikan, tempat habitat fauna laut, dan lain sebagainya. Pohon mangrove yang merupakan komponen utama penyusun hutan mangrove memiliki peran penting bagi berjalannya fungsi tersebut. Kerusakan yang terjadi pada pohon mangrove dapat menghambat berjalannya fungsi hutan mangrove. Hal ini seperti yang dikemukakan oleh Safe'i (2016), bahwa pada batas tertentu dapat mempengaruhi kesehatan hutan. Oleh sebab itu, diperlukan analisis mengenai kerusakan yang terjadi pada pohon mangrove guna melihat seberapa besar tingkat kerusakan pohon mangrove. Menurut Simanjorang (2017), bahwa suatu individu pohon yang tergabung menjadi populasi pohon yang kemudian akan membentuk kerangka kesehatan hutan sehingga kesehatan pohon sebagai individu perlu diperhatikan. Data kerusakan pohon mangrove ini nantinya dapat digunakan sebagai acuan untuk memberikan keputusan dalam pengelolaan hutan mangrove secara lestari.

Data lapangan yang telah diambil melalui teknik FHM menunjukkan bahwa adanya kerusakan yang terdapat pada pohon mangrove di kawasan hutan mangrove Desa Pasir Sakti Lampung Timur. Pengamatan kerusakan pohon mangrove yang dilakukan menggunakan teknik FHM (mangold, 1997; USSDA-FS, 1999) memiliki indeks kerusakan yang relatif bervariasi. Indeks kerusakan didapatkan berdasarkan perkalian antara nilai lokasi, tipe, dan tingkat kerusakan yang terjadi pada pohon mangrove. Analisis lokasi kerusakan menunjukkan bahwa terdapat empat lokasi kerusakan yang dijumpai antara lain lokasi cabang sebanyak 65 (52%), daun sebanyak 35 (28%), batang bagian bawah sebanyak 20 (16%), dan pucuk dan tunas sebanyak 5 (4%) (Diagram 1).

### Bagian Pohon Mangrove yang Mengalami Kerusakan



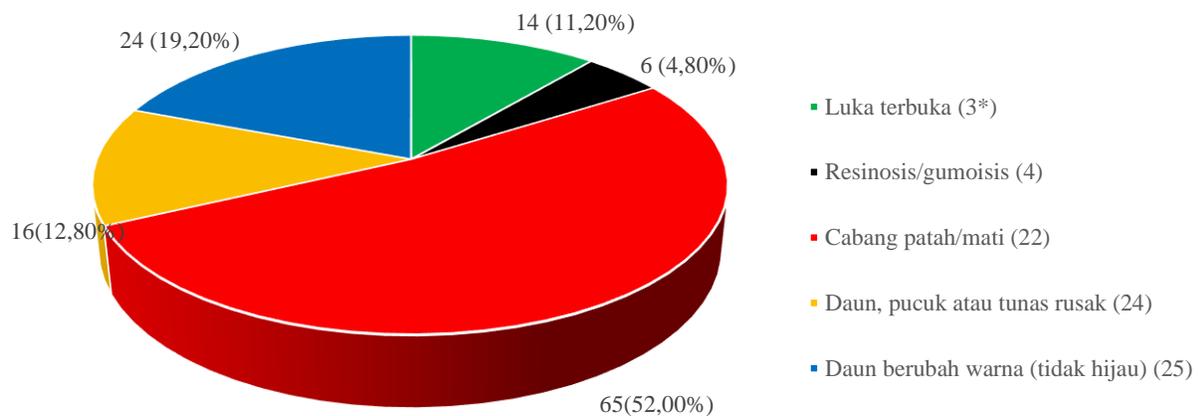
Keterangan: (\*) adalah kode lokasi kerusakan pohon mangrove

Sumber: *Sumber: diolah dari data lapangan*

Diagram 1. Diagram lokasi bagian pohon yang mengalami kerusakan.

Analisis tipe kerusakan pohon menyebutkan bahwa terdapat beberapa kasus tipe kerusakan pada pohon mangrove yang tersebar di setiap bagian pohon. Terdapat lima tipe kerusakan yang dijumpai antara lain luka terbuka, cabang patah/mati, daun dan pucuk atau tunas rusak, daun berubah warna (tidak hijau), dan resinosis/gumosis (Diagram 2).

## Jumlah dan Persentase Tipe Kerusakan Pohon Mangrove



Keterangan: (\*) adalah kode untuk tipe kerusakan pohon.

Sumber: diolah dari data lapangan

Diagram 2. Jumlah dan persentase tipe kerusakan pohon mangrove

Berdasarkan diagram 2 tipe kerusakan yang paling banyak dijumpai adalah tipe cabang patah/mati sebanyak 65 (52,00%), daun berubah warna sebanyak 24 (19,20%), daun dan pucuk atau tunas rusak sebanyak 16 (12,80%), luka terbuka sebanyak 14 (11,20%), dan resinosis/gumosis sebanyak 6 (4,80%).

Berdasarkan analisis data primer menyebutkan bahwa lokasi kerusakan yang paling banyak terjadi adalah pada cabang dengan tipe kerusakannya adalah cabang patah/mati 65 (52%). Kerusakan ini bisa diakibatkan oleh hama dan penyakit (Pracaya, 2003). Gejala yang terjadi adalah cabang terlihat lapuk dan daun-daun berubah warna dan berguguran (Lampiran 1.a). Indikasi penyebab lainnya adalah persaingan antar pohon mangrove di dalam kawasan hutan mangrove. Persaingan antar mangrove ini sangat memungkinkan karena persaingan untuk mendapatkan unsur hara, terlebih di kawasan hutan mangrove Desa Pasir Sakti tersusun dari pohon mangrove jenis yang sama atau homogen yaitu jenis *Avicennia marina*. Persaingan pohon yang sama jenisnya menimbulkan pengaruh yang lebih buruk dibanding persaingan antar pohon yang berbeda jenis (Campbell, 2002).

Daun berubah warna (tidak hijau) ditemukan sebanyak 24 (19,20%) kasus. Perubahan warna dapat terjadi karena beberapa faktor antara lain a) etiolasi diakibatkan karena daun kekurangan cahaya; b) klorosis bisa diakibatkan oleh rendahnya temperatur, kekurangan unsur Fe, virus, bakteri, dan sebagainya; d) albino yaitu tanaman gagal membentuk zat warna (Miardini, 2006). Perubahan daun pohon mangrove di kawasan hutan mangrove Desa Pasir Sakti banyak disebabkan karena

kurangnya cahaya atau etolasi (lampiran 1.c). Kurangnya cahaya ini disebabkan karena kerapatan pohon mangrove yang relatif tinggi sehingga persaingan antar pohon untuk mendapatkan sinar matahari juga tinggi.

Data daun, pucuk atau tunas rusak (lampiran 1.a) terjadi 16 kasus atau 12,80%. Kerusakan ini bisa terjadi akibat terserang hama atau penyakit. Hama yang menyerang daun pohon mangrove adalah dari jenis *Lepidoptera* dalam fase larva. Gejala daun yang dimakan oleh larva *Lepidoptera* adalah daun menjadi berlubang kemudian menguning dan gugur. Hal ini menyebabkan daun sulit untuk melakukan proses fotosintesis sehingga mempengaruhi sistem transportasi makanan pada pohon mangrove. Akibat lain adalah larva ini merusak daun dan akhirnya percabangan juga mengalami kerusakan hingga kering dan lapuk.

Tipe kerusakan luka terbuka (lampiran 1.b) ditemukan 14 kasus atau sebesar 11,20%. Luka terbuka dapat diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu akibat perilaku manusia dan dapat juga terjadi karena kejadian alam seperti gesekan antar pohon. Tipe kerusakan ini sangat berpengaruh terhadap proses fisiologi tumbuhan, karena luka terbuka terjadi pada bagian batang. Batang merupakan jalur transportasi makanan pada pohon, apabila batang rusak maka proses tersebut akan terganggu.

Resinosis/gumosis merupakan jenis kelainan eksudasi (lampiran 1.d). Eksudasi merupakan keluarnya cairan dari bagian tanaman yang sakit. Berdasarkan jenis cairannya, eksudasi dapat dibedakan menjadi **gummosis** yaitu kelainan yang terjadi apabila pohon mengeluarkan gum atau belendok, sedangkan **resinosis** yaitu kelainan yang terjadi apabila pohon mengeluarkan cairan resin (Martoredjo, 1984). Berdasarkan data penelitian tipe kerusakan ini ditemukan 6 kasus (4,80%). Kerusakan yang ditemukan semuanya adalah disebabkan oleh hama yang mengebor kedalam batang pohon mangrove yang mengakibatkan mangrove mengeluarkan zat ekstraktif (lampiran 3). Kerusakan yang ditimbulkan oleh hama ini cukup parah hingga menyebabkan kematian pada pohon mangrove (Lampiran 3). Gejala yang terjadi adalah batang mengeluarkan zat ekstraktif, setelah itu batang, cabang menjadi lapuk, daun-daun berguguran dan akhirnya pohon tersebut mati.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Lokasi-lokasi ditemukannya kerusakan pohon mangrove antara lain cabang sebanyak 65 (52%), daun sebanyak 35 (28%), batang bagian bawah sebanyak 20 (16%), dan pucuk dan tunas sebanyak 5 (4%). Tipe kerusakan yang dijumpai di kawasan hutan mangrove Desa Pasir Sakti, Lampung Timur adalah tipe cabang patah/mati sebanyak 65 (52,00%), daun berubah warna sebanyak 24 (19,20%), daun dan pucuk atau tunas rusak sebanyak 16 (12,80%), luka terbuka sebanyak 14 (11.20%), dan resinosis/gumosis sebanyak 6 (4.80%).

Tipe-tipe kerusakan yang ditemukan memiliki dampak yang cukup serius bagi pertumbuhan dan perkembangan pohon mangrove di kawasan hutan mangrove Desa Pasir Sakti, Lampung Timur. Untuk itu, maka diperlukan pengelolaan secara berlanjut untuk menanggulangi kerusakan yang terjadi khususnya serangan hama, karena hama pada hutan homogen memiliki tingkat persebaran yang sangat tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, NA. 2002. *Biologi jilid II*. Erlangga. Jakarta.
- Heriyanto, N. M. dan Subiandono, E. 2012. Komposisi dan struktur tegakan, biomassa, dan potensi kandungan karbon hutan mangrove di Taman Nasional Alas Purwo. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. Vol 9. 023—032.
- Kustanti, A. Kusmana, C. 2011. *Manajemen hutan mangrove*. IPB Press. Bogor. 248 hlm.
- Mangold, R. 1997. *Forest health monitoring: field methods guide (International-indonesia)*. Washington DC: USDA Forest Service.
- Miardini, Arina. 2006. Analisis kesehatan pohon di Kebun Raya Bogor. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nuhamara, S. T. dan Kasno. 2001. Present status of crown indicators. *Forest Health Monitoring to Monitor The Sustainability of Indonesian Tropical Rain Forest*. Vol 1. 73—84.
- Pracaya. 2003. 1984. Hama dan Penyakit Tanaman. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Putra, E.I. 2004. *Pengembangan metode penilaian kesehatan hutan alam produksi*. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Safe'i, R. Tsani, M. K. 2016. *Kesehatan hutan: penilaian kesehatan hutan menggunakan teknik forest health monitoring*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Safe'i, R. dan Tsani, M. K. 2017. Penyuluhan Program Kesehatan Hutan Rakyat di Desa Tanjung Kerta Kecamatan Kedondong Kabupaten Pesawaran. *Jurnal Sakai Sambayan*. 35—36.
- Safe'i, R., Hardjanto, Supriyanto, Sundawati, L. 2015. Pengembangan metode penilaian kesehatan hutan rakyat sengon (*Falcatania moluccana* (Miq.) Barneby & J.W. Grimes). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. Vol 12. 175—187.

Simanjourang, L. P. dan Safe'i, R. 2018. Penilaian vitalitas pohon jati dengan *forest health monitoring* di KPH Balapulang. *Ecogreen*. Vol 4. 9—15.

USDA-FS. (1999). Forest health monitoring: Field methods guide (International 1999). Asheville NC: USDA Forest Service Research Triangle Park

Lampiran 1. Bentuk kerapatan hutan mangrove Desa Pasir Sakti, Lampung Timur



*Sumber : Ardiansyah, 2018*

Lampiran 2. Tipe kerusakan pohon mangrove



*Sumber : Ardiansyah, 2018*

a. Tipe kerusakan daun, pucuk atau tunas rusak



*Sumber : Ardiansyah, 2018*

c. Tipe kerusakan cabang patah/mati



*Sumber : Ardiansyah, 2018*

b. Tipe kerusakan luka terbuka



*Sumber : Ardiansyah, 2018*

d. Tipe kerusakan resinosis



*Sumber : Ardiansyah, 2018*

e. Tipe kerusakan daun berubah warna

Lampiran 3. Telur hama penyebab eksudasi



*Sumber : Ardiansyah, 2018*