



Identifikasi Kerusakan Pohon Pada Blok Perlindungan di Taman Hutan Raya (Tahura) Bunder, Gunungkidul, Yogyakarta

(Identification of Three Damage in The Protection Block at Bunder Grand Forest Park (Tahura), Gunungkidul, Yogyakarta)

Rimagati Maitsa Rahmadani¹, Ana Agustina^{1*}, Ike Nurjuita Nayasilana¹, Ricky Richard Andreane¹, Hendy Wana Prayoga¹, Galuh Masyitoh¹

¹ Program Studi Pengelolaan Hutan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia. 57126

* Corresponding Author: ana.agustina2018@staff.uns.ac.id

Article History

Received : October 25, 2024

Revised : November 17, 2024

Approved : November 20, 2024

Keywords:

forest health monitoring, forest park, three damage.

© 2024 Authors

Published by the Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Palangka Raya University. This article is openly accessible under the license:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Sejarah Artikel

Diterima : 25 Oktober, 2024

Direvisi : 17 November, 2024

Disetujui : 20 November, 2024

Kata Kunci:

Forest health monitoring; kerusakan pohon; taman hutan raya

© 2024 Penulis

Diterbitkan oleh Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya.

Artikel ini dapat diakses secara terbuka di bawah lisensi:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

ABSTRACT

An essential element relevant to forest sustainability is the state of health of the stand. Health conditions of trees can be affected by both biotic and abiotic elements. This study aims to identify tree damage in the protected blocks of the Bunder Forest Park (Tahura) in Gunungkidul, Yogyakarta, using three parameters: damage location, damage type, and severity level. Observations were carried out in three clusters using the Forest Health Monitoring (FHM) method in protection block. The results showed that 16 trees were categorized as healthy, 41 trees experienced minor damage, and 10 trees had moderate damage. The most frequent damage location on individual trees was found on the lower trunk. The most commonly observed type of damage was open wounds. The most frequent severity level was 20%, which indicates a low level of damage. Nevertheless, it is necessary to conduct monitoring of tree health in order to facilitate the sustainable management of the Tahura Bunder Forest reserve.

ABSTRAK

Salah satu aspek penting yang berkaitan dengan keberlangsungan hutan adalah kondisi kesehatan tegakan. Kondisi kesehatan pohon dapat dipengaruhi oleh faktor biotik maupun faktor abiotik. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kerusakan pohon pada blok perlindungan Taman Hutan Raya (Tahura) Bunder Gunungkidul, Yogyakarta dengan tiga parameter yaitu lokasi kerusakan, tipe kerusakan, dan tingkat keparahan. Pengamatan dilakukan di tiga klaster dengan metode *forest health monitoring* (FHM) pada blok perlindungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 16 pohon yang termasuk dalam kategori sehat, 41 pohon mengalami kerusakan ringan, dan 10 pohon mengalami kerusakan sedang. Lokasi kerusakan pada individu pohon paling banyak ditemukan di bagian pangkal batang. Tipe kerusakan yang paling banyak ditemukan yaitu luka terbuka. Tingkat keparahan paling banyak dijumpai pada tingkat keparahan 20%, yang berarti tingkat kerusakannya termasuk kategori rendah. Meskipun demikian, monitoring terhadap kesehatan pohon tetap perlu dilaksanakan guna mendukung pengelolaan kawasan hutan Tahura Bunder secara lestari.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan keanekaragaman hayati terbesar di dunia, terutama hutan yang memiliki peran penting dalam kehidupan. Hutan merupakan sumber daya alam yang berharga karena menyediakan berbagai hasil hutan kayu dan non-kayu, serta menjadi habitat bagi flora dan fauna (Ahada *et al.*, 2020). Salah satu upaya

pelestarian hutan dilakukan di Taman Hutan Raya (Tahura) Bunder yang secara administratif berada di Kecamatan Playen, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Kelestarian hutan sangat bergantung pada kondisi pohon-pohon di dalamnya. Indikator utama dari kesehatan hutan adalah adanya pohon yang sehat. Pemantauan kesehatan hutan

sering dilakukan dengan mengevaluasi ada atau tidaknya kerusakan pada pohon, yang dapat disebabkan oleh faktor biotik maupun abiotik. Faktor biotik seperti adanya serangan hama dan penyakit sedangkan faktor abiotik seperti adanya suhu, kelembaban, dan kondisi tanah yang dapat menyebabkan stres pada pohon jika terjadi dalam kondisi ekstrem. Tingkat pertumbuhan, kondisi tajuk, dan kehilangan biomassa dapat berpengaruh akibat adanya penurunan kondisi kesehatan pohon (Safe'i *et al.*, 2015).

Kerusakan pohon yang diakibatkan oleh manusia, aktivitas hewan, atau faktor lingkungan dapat menurunkan kesehatan hutan. Hutan yang tidak sehat akan mengalami gangguan fungsi ekologis, yang memengaruhi kelangsungan hidup tumbuhan, hewan, dan manusia. Menurut Kasno *et al.* (2007), kesehatan hutan merupakan salah satu indikator penting dalam mencapai pengelolaan hutan lestari. Secara umum, pengelolaan hutan lestari perlu memperhatikan kondisi biofisik hutan serta ekonomi dan sosial budaya masyarakat setempat (Salminah *et al.*, 2014). Oleh karena itu, penting untuk memantau kesehatan hutan demi menjaga kelestariannya. Berdasarkan pentingnya peran pohon dalam ekosistem hutan, kesehatan pohon harus diperhatikan dengan serius. Dalam kegiatan penelitian ini, dilakukan identifikasi terhadap kondisi kesehatan pohon di blok perlindungan Taman Hutan Raya (Tahura) Bunder Gunungkidul, Yogyakarta, untuk memastikan kelestarian hutan dan keberlanjutan ekosistem.

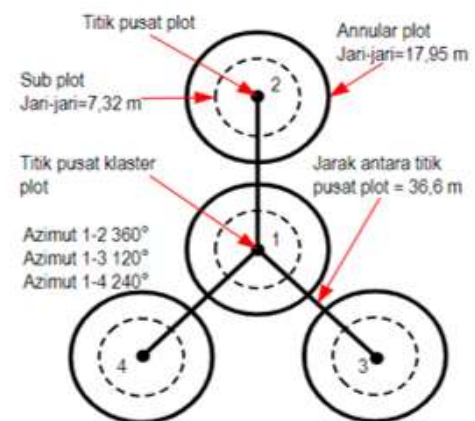
2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan tempat

Penelitian dilakukan di Blok Perlindungan Taman Hutan Raya Bunder, Kab. Gunungkidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) pada bulan Maret 2024. Kegiatan dimulai dengan persiapan penelitian, pengambilan data, pengolahan data, dan penulisan laporan penelitian

2.2. Prosedur Penelitian

Penentuan lokasi plot dilakukan dengan teknik *Systematic sampling with random start*, dimana teknik tersebut merupakan teknik penarikan sampel, dimana hanya unit pertama dipilih secara acak (*random*). Teknik tersebut merupakan teknik penarikan sampel, dimana hanya unit pertama dipilih secara acak (*random*). Penggunaan *random* ini hanya untuk memilih unit sampel pertama, kemudian sampel-sampel lainnya ditentukan secara sistematis berdasarkan dari keberadaan unit sampel yang pertama. Blok Perlindungan yang digunakan yaitu pada petak 20 dan 21 dengan luasan 18 ha. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Forest Health Monitoring* (FHM) dengan pembuatan plot ukur sebanyak 3 klaster plot (12 plot) dengan intensitas sampling sebesar 6,8%. Desain petak ukur ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Plot Pengamatan (Mangol, 1997)

2.3. Analisis Data

Data kerusakan yang telah diperoleh selanjutnya dilakukan kodefikasi dengan mengacu pada Mangold (1997), yaitu pemberian kode berdasarkan lokasi kerusakan tersaji pada Tabel 1, tipe kerusakan tersaji pada Tabel 2, tingkat keparahan tersaji pada Tabel 3 dan nilai pembobotan pada tiap kode lokasi, tipe, dan tingkat keparahan pohon pada Tabel 4.

Tabel 1. Lokasi Kerusakan Pohon

Kode	Keterangan
0	Sehat (tidak ada kerusakan)
1	Akar
2	Akar dan batang bagian bawah
3	Batang bagian bawah
4	Batang bagian bawah dan atas
5	Batang bagian atas
6	Batang tajuk
7	Cabang
8	Kuncup dan tunas
9	Daun

Tabel 2. Tipe Kerusakan Pohon

Kode	Keterangan
01	Kanker
02	Konk
03	Luka terbuka
04	Resinosis/Gumosis
05	Batang pecah
06	Sarang rayap
11	Batang/akar patah
12	Brum pada akar/batang
13	Akar patah/mati
20	Liana
21	Mati pucuk
22	Cabang patah/mati
23	Brum
24	Daun, pucuk atau tunas rusak
25	Daun berubah warna

Tabel 3. Tingkat Keparahan Pohon

Kode	Keterangan
1	10%
2	20%
3	30%
4	40%
5	50%
6	60%
7	70%
8	80%
9	90%

Tabel 4. Nilai pembobotan pada tiap kode lokasi, tipe, dan tingkat keparahan pohon

Kode lokasi kerusakan pohon	Nilai pembo botan (x)	Kode tipe kerusakan pohon	Nilai pembobotan (y)	Kode tingkat keparahan (%)	Nilai pembobotan (z)
0	0	01	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	1,0	9	1,8

Setiap data yang telah diberikan kode kerusakan dan pembobotan pada tiap kode lokasi, tipe, dan tingkat keparahan kemudian dianalisis menggunakan metode *Alaytic Network Process* (ANP) (Saaty, 2001) dengan

menggunakan rumus Indeks Kerusakan (IK) sebagai berikut:

Indeks Kerusakan = X lokasi x Y tipe kerusakan x Z keparahan

3. Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil pengamatan di lokasi penelitian, yaitu di petak 20 dan 21 Blok Perlindungan Taman Hutan Raya (Tahura) Bunder, Yogyakarta, Gunungkidul, terdapat berbagai jenis pohon yang memiliki tanda kerusakan akibat serangan penyakit. Pengamatan dilakukan pada tiga klaster dengan jumlah sebanyak 67 pohon. Jenis pohon yang ditemukan di petak 20 dan 21 Blok Perlindungan Taman Hutan Raya (Tahura) Bunder, Yogyakarta dapat dilihat di Tabel 5.

Tabel 5. Jenis pohon yang ditemukan di Petak 20 dan 21 Blok Perlindungan Tahura Bunder, Yogyakarta

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Jumlah Individu
1.	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	12
2.	Mahoni	<i>Swietenia mahagoni</i>	4
3.	Jati	<i>Tectona grandis</i>	6
4.	Flamboyan	<i>Delonix regia</i>	19
5.	Kayu Putih	<i>Melaleuca leucadendra</i>	22
6.	Akasia	<i>Acacia mangium</i>	4

Berbagai lokasi dan tipe kerusakan pohon yang terjadi di lokasi penelitian menunjukkan tingkat keparahan kerusakan yang berbeda-beda. Pembobotan tiap kerusakan dilakukan untuk mencari indeks kerusakan (IK). Adapun nilai indeks kerusakan (IK) pada tiap kerusakan terdapat pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Nilai Indeks Kerusakan

No	Nilai Indeks Kerusakan (IK)	Kategori	Jumlah Pohon
1	0	Sehat	16
2	1,1 – 3,9	Rendah	41
3	4,1 – 5,1	Sedang	10

Dilihat dari tabel tersebut, dapat diketahui bahwa jumlah pohon yang sehat adalah 16, pohon yang mengalami kerusakan dengan kategori rendah sejumlah 41, dan pohon yang mengalami kerusakan dengan kategori sedang sejumlah 10. Identifikasi kerusakan pohon dalam penilaian kerusakan pohon berdasarkan pada 3 parameter kerusakan yaitu lokasi

kerusakan, tipe kerusakan, dan tingkat keparahan pada masing-masing pohon

3.1. Lokasi Kerusakan Pohon

Lokasi kerusakan pohon merupakan tempat pengamatan ditemukannya kerusakan. Kerusakan-kerusakan pada berbagai lokasi disebabkan oleh adanya interaksi yang terjadi antara pohon dengan lingkungan maupun dengan makhluk hidup lain. Lokasi kerusakan pohon terdapat 9 bagian yang telah ditentukan dalam metode *Forest Health Monitoring* (FHM). Hasil persentase dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Persentase Lokasi Kerusakan Pohon

Berdasarkan Gambar 2, lokasi kerusakan pada individu pohon paling banyak ditemukan di bagian pangkal batang. Hal ini disebabkan pada bagian tersebut merupakan bagian yang langsung berkontak dengan tanah, sehingga apabila ada gangguan berupa satwa ataupun organisme seperti serangga/jamur pengganggu lebih mudah menyerang pada bagian tersebut. Selain itu, pada umumnya juga dapat disebabkan karena pada area tersebut lebih dekat dengan adanya aktivitas masyarakat yang secara sengaja atau tidak dapat membuat pohon tersebut mengalami kerusakan (Arisanti *et al.*, 2022).

3.2. Tipe Kerusakan Pohon

Tipe kerusakan pohon merupakan suatu gejala yang dapat diamati akibat terganggunya pertumbuhan suatu tanaman seperti terjadi perubahan tanaman dalam bentuk, ukuran, warna, dan tekstur. Hasil presentase dari tiap kerusakan dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3. Kerusakan yang paling banyak ditemui adalah luka terbuka. Tipe kerusakan luka terbuka ditandai dengan terdapatnya bekas sayatan oleh benda tajam yang dilakukan oleh aktivitas manusia atau akibat dari gesekan antara tumbuhan satu dengan tumbuhan lain (Fikri *et al.*, 2023). Luka

terbuka merupakan faktor utama terjadinya lapuk pada kayu. Lapuknya kayu ini meningkatkan potensi tumbang atau robohnya pohon. Penyebab dari luka terbuka biasanya disebabkan oleh serangan hama, satwa ataupun campur tangan manusia (Pertiwi *et al.*, 2019). Luka terbuka dialami oleh trembesi (*Samanea saman*), jati (*Tectona grandis*), kayu putih (*Melaleuca leucadendra*), dan akasia (*Acacia mangium*).

Tipe kerusakan kanker ditandai dengan bagian batang pohon yang membesar. Maillard *et al.* (2020) menyatakan bahwa kanker disebabkan karena adanya perbanyakan sel jaringan dan lebih sering disebabkan oleh jamur. Sedangkan menurut Safe'i *et al.* (2020) kanker pada batang terjadi akibat dari adanya serangan oleh patogen atau cendawan sehingga



Gambar 3. Persentase Tiap Kerusakan

menyebabkan kerusakan tersebut meluas dan melebar serta memicu terjadinya penyakit lain seperti resinosis atau tipe penyakit yang ditandai dengan keluarnya cairan jernih atau coklat. Berdasarkan pengamatan pohon yang terkena penyakit tersebut ada 3 jenis pohon yaitu pohon trembesi (*Samanea saman*), flamboyan (*Delonix regia*), dan kayu putih (*Melaleuca leucadendra*).

Tipe kerusakan konk ditandai dengan adanya serangan dari mikroorganisme pada bagian yang terluka dan ditemukannya jamur/cendawan pada bagian batang. Menurut Sujarwo (2019), jenis kerusakan ini disebabkan oleh mikroorganisme yang memicu terjadinya lapuk pada pohon. Berdasarkan hasil pengamatan terdapat 8% atau 4 pohon yang terkena penyakit tersebut. Tipe kerusakan ini menyerang pohon flamboyan (*Delonix regia*) dan kayu putih (*Melaleuca leucadendra*).

Tipe kerusakan yang jarang terjadi adalah batang pecah dimana hanya ditemukan 1 kasus saja. Penyebab dari kerusakan ini yaitu biasanya disebabkan oleh gejala alam, seperti adanya angin kencang, sedangkan untuk gejalanya ditandai dengan pecahnya bagian batang sampai bagian dalam kayu terlihat melalui sela-sela batang yang pecah (Pertiwi *et al.*, 2019). Serangan rayap ditandai oleh adanya kerak-kerak tanah pada batang yang mengancam keberlangsungan hidup pohon. Penyebaran rayap sendiri bisa melalui cabang,

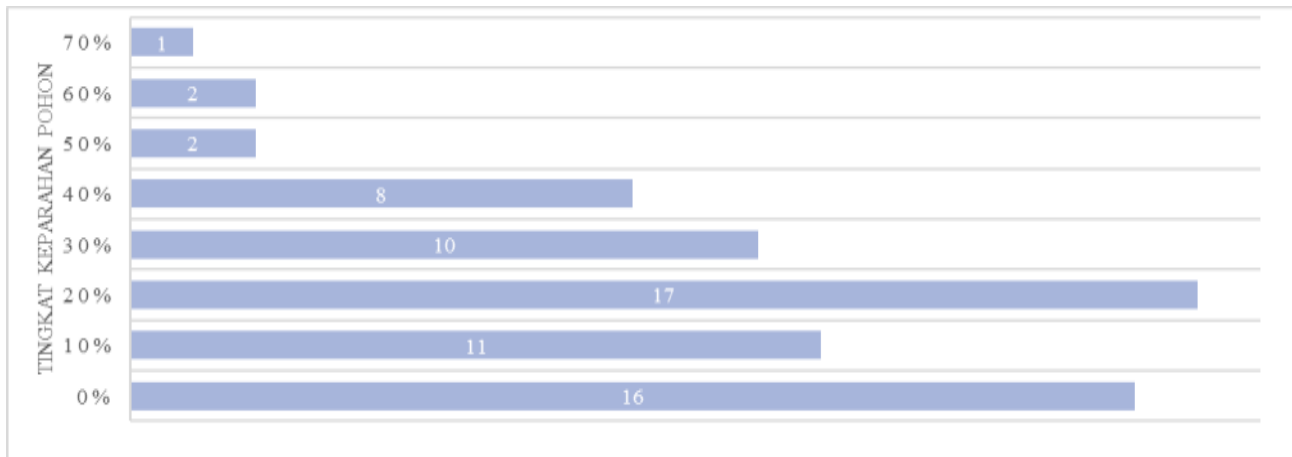
batang, ranting yang berada di lantai hutan atau melalui tumbuhan liana yang terdapat pada pohon tersebut (Pertiwi *et al.*, 2019). Tipe kerusakan serangan rayap ditemukan sebanyak 4 kasus (8%) dari total kasus yang ditemukan.

Tipe kerusakan batang patah disebabkan oleh faktor alami atau aktivitas manusia. Batang patah disebabkan oleh proses pelapukan pada batang yang memicu robohnya pohon akibat faktor abiotik seperti angin kencang. Angin kencang yang terjadi secara terus menerus dapat menyebabkan pohon roboh atau patahnya batang pohon. Liana merupakan tumbuhan menjalar yang sering kali memanfaatkan pohon lain sebagai penopang untuk mencapai cahaya matahari yang cukup. Liana yang muncul dapat disebabkan dari kurangnya perawatan intensif sehingga mempengaruhi kerusakan batang (Pribadi *et al.*, 2022). Kerusakan liana yang dijumpai di lapangan sebanyak 4 kasus.

Mati pucuk terjadi pada banyak tanaman yang diakibatkan oleh beberapa cendawan patogen (Aisah *et al.*, 2015). Menurut Khazada *et al.* (2004) penyakit mati pucuk memiliki gejala yang relatif sama pada beberapa jenis tanaman inang yaitu berupa matinya bagian ujung atau pucuk tanaman. Kerusakan mati pucuk yang dijumpai di lapangan terdapat 3 kasus dimana terjadi pada pohon flamboyan (*Delonix regia*), trembesi (*Samanea saman*) dan kayu putih (*Melaleuca*

leucadendra). Percabangan patah atau mati ditandai dengan terdapatnya bekas cabang yang patah baik secara alami maupun akibat dari aktivitas masyarakat seperti pemangkasan.

Besar kecilnya persentase tipe kerusakan yang dijumpai pada suatu pohon merupakan definisi tingkat keparahan. Tingkat keparahan yang terjadi saat pengamatan di lapangan



Gambar 4. Jumlah tingkat keparahan tiap presentase

Selain itu juga ditemukan percabangan yang mati ditandai dengan daun yang berada pada cabang tersebut kering atau tidak berwarna hijau lagi. Kerusakan yang dijumpai di lapangan yaitu terdapat 6 kasus dimana terjadi pada pohon flamboyan (*Delonix regia*), trembesi (*Samanea saman*) dan kayu putih (*Melaleuca leucadendra*).

Tipe kerusakan daun berubah warna hanya ditemukan 3 kasus. Kerusakan ini ditandai dengan daun yang tidak berwarna hijau atau terdapatnya bercak kuning pada daun. Menurut Pertiwi *et al.* (2019) kuningnya daun pada tanaman disebabkan oleh tidak terbentuknya klorofil akibat dari gangguan patogen, kekurangan mineral, polusi udara, kekeringan, racun, kelebihan bahan kimia atau kebakaran. Jika gejala menguningnya daun ini sistematis dan terdapat pada seluruh daun, biasanya merupakan gejala sekunder yang disebabkan oleh serangan parasit pada bagian lain atau bisa juga disebabkan oleh keadaan luar yang kurang baik (Stalin *et al.*, 2013). Kerusakan ini ditemukan pada jenis mahoni (*Swietenia mahagoni*), trembesi (*Samanea saman*) dan kayu putih (*Melaleuca leucadendra*).

3.3. Tingkat Keparahian

berbeda-beda yaitu dengan nilai ambang dari 20% hingga 70%. Dapat dilihat pada Gambar 4. bahwa nilai ambang 20% paling mendominasi yang artinya kerusakan yang menyerang pada tiap pohon tidak terlalu besar.

Menurut Waruwu *et al.* (2021), faktor-faktor yang menyebabkan gangguan-gangguan pada pohon diduga akibat faktor fisik dan faktor biologis. Faktor-faktor fisik meliputi angin, air, kekeringan, petir, dan vulkanisme. Faktor-faktor biologis meliputi pengaruh yang disebabkan oleh jasad-jasad hidup yaitu manusia, binatang, tumbuh-tumbuhan (gulma). Selain faktor biologi dan faktor fisik, kerusakan pohon juga dapat disebabkan oleh faktor sosial (Sila dan Nuraini, 2009). Yang termasuk dalam faktor sosial yaitu faktor manusia, ternak, api (kebakaran), air (banjir), dan hal lainnya yang disebabkan oleh masyarakat setempat. Menurut Safe'i *et al.* (2019) terdapat beberapa indikator yang dapat mempengaruhi tingkat kesehatan hutan diantaranya yaitu produktivitas, vitalitas, biodiversitas, dan kualitas tapak. Sehingga dalam menjaga kesehatan hutan di wilayah Tahura Bunder Yogyakarta perlu memperhatikan beberapa indikator tersebut, selain melakukan upaya monitoring dan kegiatan pemeliharaan secara berkala

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Kesimpulan untuk hasil penelitian ini adalah terdapat sembilan lokasi kerusakan pohon yang terjadi pada tegakan di Blok Perlindungan Taman Hutan Raya (Tahura) Bunder Yogyakarta dengan lokasi kerusakan pohon terbanyak yaitu pada bagian pangkal batang sebesar 24%. Kemudian terdapat sebelas tipe kerusakan yang dijumpai dengan tipe kerusakan terbesar yaitu luka terbuka sebesar 15%. Selain itu tingkat keparahan paling banyak dijumpai pada tingkat keparahan 20%, yang berarti tingkat kerusakannya termasuk kategori rendah.

4.2. Saran

Saran dari hasil penelitian ini yaitu perlu diadakannya kegiatan monitoring dan pemeliharaan secara berkala agar meminimalisir terjadinya kerusakan pada pohon

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Sebelas Maret atas pendanaan melalui Hibah MBKM skema Magang/Praktek Kerja Tahun 2024 dengan nomor kontrak 452/UN27.21/PN/2020. Ucapan terima kasih juga disampaikan Taman Hutan Raya (Tahura) Bunder atas izin dan dukungan yang diberikan dalam penelitian ini

Daftar Pustaka

Ahada, N., dan Zuhri, A. F. 2020. Menjaga kelestarian hutan dan sikap cinta lingkungan bagi peserta didik mi/sd di Indonesia. *El Banar: Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, 3(1), 35-46. <https://doi.org/10.54125/elbanar.v3i1>

Aisah, A. R., Soekarno, B. P., dan Achmad, A. 2015. Isolasi dan identifikasi cendawan yang berasosiasi dengan penyakit mati pucuk pada bibit jabon. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 12(3), 153-163. Doi: [10.20886/jpht.2015.12.3.153-163](https://doi.org/10.20886/jpht.2015.12.3.153-163)

Arisanti, S., Sulistyantara, B., & Nasrullah, N. 2022. Evaluasi Kerusakan Fisik Pohon dalam Upaya Menghadirkan Pohon Jalur Hijau yang Aman di Kota Padang. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 14(2), 69–77. <https://doi.org/10.29244/jli.v14i2.40196>

Kasno, H. N., Syaufina, L., & Putra, E. I. 2020. Pengembangan metode penilaian kesehatan hutan lindung dan hutan tanaman.

Fikri, K., Latifah, S., dan Aji, I. M. L. 2023. Identifikasi tipe kerusakan pohon di rth kampus universitas mataram. *Journal Of Forest Science Avicennia*, 6(1), 12-25.

Maillard, F., Andrews, E., Moran, M., Kennedy, P. G., Van Bloem, S. J., Schilling, J. S. 2020. Stem-Inhabiting Fungal Communities Differ Between Intact and Snapped Trees After Hurricane Maria in a Puerto Rican Tropical Dry Forest. *Journal of Forest Ecology and Management*, 475(August), 1-9. <https://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118350>

Mangold R. 1997. *Forest Health Monitoring: Field Methods Guide*. United States Department of Agriculture Forest Service. Washington.

Pertiwi, D., Safe'i, R., & Kaskoyo, H. 2019. Identifikasi kondisi kerusakan pohon menggunakan metode *forest health monitoring* di tahura war provinsi lampung. *Jurnal perennial*, 15(1), 1-7.

Pribadi, D. R., Naemah, D., dan Bakri, S. 2022. Monitoring kesehatan pohon aren (*Arenga pinnata merr.*) di Kecamatan Pengaron Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. *Jurnal Sylva Scientiae Volume*, 5(3). <https://dx.doi.org/10.20527/jss.v5i3.5703>

Saaty, TL. 2001. *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*. In *RWS Publications*, 9(2).

Safe'I, R., Hardjanto, Supriyanto, Sundawati, L. 2015. Pengembangan Metode Penilaian Kesehatan Hutan Rakyat

- Sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & J.W. Grimes). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 12(3): 175-187. DOI: 10.20886/jpht.2015.12.3.175-187.
- Safe'I, R., Wulandari, C., Kaskoyo, H. 2019. Penilaian Kesehatan Hutan pada Berbagai Tipe Hutan di Provinsi Lampung. *Jurnal Sylva Lestari* 7(1): 95-109. DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jsl1795-109>.
- Safe'i, R., Darmawan, A., dan Kaskoyo, H. 2020. Pemetaan Kesehatan Pohon di Hutan Konservasi (Studi Kasus Tahura Wan Abdul Rachman, Desa Cilimus Kecamatan Teluk Pandan Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung). *TALENTA Conference Series: Agriculturan & Natural Resource (ANR)* (Vol. 3, No. 1, pp. 92-100). TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara. <https://doi.org/10.32734/anr.v3i1.839>
- Salminah, M., Alviya, I., Budi Arifanti, V., & Maryani, R. 2014. Karakteristik Ekologi Dan Sosial Ekonomi Lanskap Hutan Pada Das Kritis Dan Tidak Kritis: Studi Kasus Di Das Baturusa Dan Das Cidanau. *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Kehutanan*, 11(2), 119–136. <https://doi.org/10.20886/jsek.2014.11.2.119-136>
- Sila dan Nuraini. 2009. *Perlindungan dan pengamatan hutan*. Buku ajar. Fakultas kehutanan universitas hasanuddin.
- Sujarwo. 2019. *Monitoring kesehatan pohon saga (*Adenantha pavonina* L.) di Kampus Universitas Sumatra Utara*. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan. Fakultas Kehutanan. Universitas Mataram Utara. Medan.
- Stalin, M., Diba, F., dan Husni, H. 2013. Analsis kerusakan pohon di jalan ahmad yani kota pontianak. *Jurnal Hutan Lestari*. 1(2), 100-107
- Waruwu, E., Firdara, E. K., Octavianus, R., & Triyadi, A. 2021. *Evaluasi Kesehatan Pohon Menggunakan Indikator Forest Health Monitoring Pada Ruang Terbuka Hijau Universitas Palangka Raya: Evaluation of Tree Health Using Forest Health Monitoring Indicators in Palangka Raya University Green Space Area*. *Hutan Tropika*, 16(1), 26-44.