AGROFORETECH

Volume 4, Nomor 3, September 2026

Pemantauan Kesehatan Pohon *Pinus merkusii* menggunakan Metode *Forest Health Monitoring* di Hutan Pinus Mangunan, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta

Yosua Arthur Kiding [*)], Agus Prijono, Didik Surya Hadi
Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, INSTIPER Yogyakarta
[*)]Email Korespondensi: arthurkiding.09@gmail.com

ABSTRAK

Hutan Pinus Mangunan memegang peranan penting baik secara ekologis maupun sebagai destinasi pariwisata unggulan, sehingga pemantauan vitalitas tegakannya perlu dilakukan secara berkala. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan dan mengevaluasi status kesehatan tegakan *Pinus merkusii* secara komprehensif. Penelitian dilaksanakan pada bulan November hingga Desember 2025 di Hutan Pinus Mangunan, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Pengambilan data dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu metode *Purposive Sampling* terhadap 308 pohon di blok wisata, serta metode *sampling* sistematis dengan intensitas 0,87% terhadap 275 pohon 8 plot ukur di area non-wisata. Penilaian kesehatan pohon diukur menggunakan metode *Forest Health Monitoring* (FHM) standar *Environmental Monitoring and Assessment Program* (EMAP), yang meliputi pengamatan penyebab, lokasi, tipe, dan tingkat keparahan kerusakan, serta kondisi tajuk. Analisis dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung Nilai Indeks Kerusakan (NIK). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan mekanis akibat kegiatan manusia mendominasi tegakan di area wisata (45,70%), sementara pada area non-wisata didominasi oleh perlukaan fisik dengan prevalensi kejadian 91,64%. Kerusakan pada kedua blok tersebut mayoritas terpusat di bagian batang bawah masing-masing 52,02% dan 77,45% dengan tipe kerusakan berupa luka terbuka. Meskipun frekuensi perlukaan tergolong masif, kalkulasi NIK membuktikan bahwa mayoritas tegakan memiliki resiliensi yang tinggi. Terbukti, 52,27% populasi di area wisata dan 61,09% di area non-wisata terklasifikasi pada kategori Sehat NIK ≤ 5. Kesimpulannya, stabilitas dan status kesehatan *Pinus merkusii* di Hutan Pinus Mangunan secara umum masih sangat baik.

Kata kunci : *Forest Health Monitoring*; *Pinus merkusii*; NIK; kerusakan pohon; Hutan Pinus Mangunan

PENDAHULUAN

Hutan yang sehat ditunjukkan oleh kondisi kesehatan pohon-pohon penyusun tegakan yang mampu menjalankan fungsi ekologisnya secara optimal, menjaga produktivitas, serta mempertahankan kestabilan ekosistem hutan. Kesehatan pohon menjadi salah satu indikator penting dalam menentukan kondisi kesehatan hutan karena pohon yang sehat memiliki kemampuan bertahan terhadap berbagai gangguan biotik maupun abiotik sehingga mampu mendukung keberlanjutan fungsi hutan dalam jangka panjang (Pertiwi et al., 2019; Safe'i et al., 2020). Kerusakan pada pohon merupakan salah satu penyebab utama menurunnya kesehatan hutan yang dapat menghambat pertumbuhan, menurunkan produktivitas tegakan, hingga menyebabkan kematian pohon apabila tidak segera ditangani (Indriani et al., 2020). Salah satu faktor pembatas pertumbuhan pohon adalah serangan hama dan penyakit yang

dapat menyerang sejak fase benih, bibit, hingga pohon dewasa sehingga mengganggu proses fisiologis tanaman dan mengakibatkan penurunan kualitas maupun kuantitas tegakan (Abimanyu et al., 2019).

Hama merupakan organisme yang secara langsung merusak bagian tanaman, sedangkan penyakit merupakan gangguan fisiologis yang disebabkan oleh patogen seperti jamur, bakteri, virus, nematoda maupun faktor lingkungan yang menghambat pertumbuhan tanaman (Pambudi et al., 2021). Selain itu, kerusakan pohon juga dipengaruhi oleh faktor biotik seperti hama, penyakit, parasit, dan aktivitas manusia, serta faktor abiotik seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya, kekurangan unsur hara, angin, dan kondisi tanah yang ekstrem sehingga diperlukan upaya pemantauan secara berkala untuk mengetahui tingkat kesehatan pohon dan menentukan tindakan pengelolaan yang tepat (Abimanyu et al., 2019; Pertiwi et al., 2019). Salah satu metode yang banyak digunakan dalam penilaian kesehatan pohon adalah *Forest Health Monitoring* (FHM) karena mampu mengidentifikasi lokasi kerusakan, tipe kerusakan, tingkat keparahan kerusakan, serta memberikan informasi mengenai kondisi kesehatan pohon secara menyeluruh sehingga dapat dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan pengelolaan hutan (Pertiwi et al., 2019).

Kecamatan Dlingo, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki kawasan Hutan Pinus Mangunan yang merupakan salah satu destinasi wisata alam unggulan. Tegakan pinus di kawasan ini mulai ditanam sekitar tahun 1985 sehingga saat ini diperkirakan telah berumur kurang lebih 40 tahun. Tingginya aktivitas wisata seperti pembangunan fasilitas, lalu lintas pengunjung, serta kurang optimalnya kegiatan pemeliharaan pohon berpotensi meningkatkan kerusakan batang maupun tajuk pohon sehingga beberapa pohon pinus mengalami kematian. Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya kegiatan pemantauan kesehatan pohon secara berkala agar kerusakan dapat dideteksi sejak dini dan dilakukan tindakan pengelolaan seperti pemangkasan bagian yang terserang, pengendalian hama dan penyakit, serta perawatan luka pohon untuk mempercepat pembentukan jaringan kalus sehingga kesehatan pohon tetap terjaga dan fungsi ekologis maupun fungsi wisata Hutan Pinus Mangunan dapat dipertahankan secara berkelanjutan (Abimanyu et al., 2019; Safe'i et al., 2020).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada November - Desember 2025 di Hutan Pinus Mangunan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian menggunakan metode purposive sampling dengan objek penelitian berupa 308 pohon *Pinus merkusii* yang dipilih berdasarkan kriteria berada pada kawasan wisata, memiliki diameter setinggi dada (DBH) ≥20 cm, serta mewakili tingkat intensitas aktivitas pengunjung. Penilaian kesehatan pohon dilakukan menggunakan metode Forest Health Monitoring (FHM) mengacu pada Mangold (1997) dan standar Environmental Monitoring and Assessment Program (EMAP), melalui pengamatan lokasi kerusakan, tipe kerusakan, tingkat keparahan, penyebab kerusakan, dan kondisi tajuk. Data dianalisis secara deskriptif dengan menghitung frekuensi dan persentase setiap kategori kerusakan menggunakan rumus $P = (n/N) \times 100\%$, kemudian disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan uraian deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi dan Karakteristik Tegakan

Hasil penelitian dibagi dalam 2 kelompok. Kelompok 1 yaitu hasil *oil losses* yang didapatkan dari hasil *thresher* sedangkan kelompok 2 yaitu hasil *oil losses* yang didapatkan dari hasil bunch press.

Pengamatan dilakukan terhadap 308 pohon *Pinus merkusii* di kawasan wisata Hutan Pinus Mangunan. Karakteristik tegakan penting dinilai karena berkaitan dengan struktur tegakan, tingkat persaingan antar pohon, produktivitas, dan fungsi ekologis.

Tabel 1. Klasifikasi diameter pohon *Pinus merkusii* (area wisata)

Kelas Diameter (cm)	Jumlah Pohon	Persentase (%)
20–30	76	24,68
30–40	225	73,05
>40	7	2,27
Total	308	100,00

Dominasi kelas diameter 30–40 cm (73,05%) menunjukkan tegakan seumur (*even-aged stand*) yang berada pada fase pertumbuhan dewasa dengan pola kompetisi yang relatif stabil (Indriyanto, 2006). Diameter batang mencerminkan akumulasi hasil fotosintesis dalam bentuk biomassa kayu, semakin besar diameter, semakin besar pula kapasitas serap karbon pohon. Proporsi pohon berdiameter besar (>40 cm) yang rendah (2,27%) mengindikasikan baru sebagian kecil pohon mencapai ukuran maksimum, meskipun pohon berdiameter besar berperan penting terhadap penyimpanan biomassa dan stabilitas ekosistem.

Tabel 2. Klasifikasi tinggi pohon *Pinus merkusii* (area wisata)

Kelas Tinggi (m)	Jumlah Pohon	Persentase (%)
20,0–21,9	22	7,14
22,0–23,9	74	24,03
24,0–25,9	157	50,97
26,0–27,9	55	17,86
Total	308	100,00

Mayoritas pohon berada pada kelas tinggi 24,0–25,9 m (50,97%), menunjukkan tegakan dengan struktur menengah hingga tinggi yang relatif seragam dan sebagian telah mencapai pertumbuhan optimal dalam bersaing memperoleh cahaya matahari.

Penyebab Kerusakan

Tabel 3. Penyebab kerusakan *Pinus merkusii* (area wisata)

Kode	Penyebab Kerusakan	Jumlah	Persentase (%)
001	Mati	11	1,75
100	Serangga	3	0,48
210	Luka (sadapan)	257	40,92
200	Penyakit	0	0,00
300	Api	0	0,00
400	Binatang	0	0,00
500	Cuaca	7	1,11
600	Persaingan tumbuhan	10	1,59
700	Kegiatan manusia	287	45,70
800/900	Tidak diketahui/lainnya	0	0,00
-	Total	628	100,00

Penyebab kerusakan paling dominan adalah kegiatan manusia (45,70%), tercatat sebagai luka sadapan, pemasangan paku, pengikatan tali, dan vandalisme, diikuti oleh luka batang (40,92%). Tingginya kedua kategori ini menunjukkan kerusakan tegakan lebih dipengaruhi faktor antropogenik dibandingkan faktor alami akibat tingginya aktivitas wisata. Tidak ditemukan kerusakan akibat penyakit, api, maupun binatang. Hasil ini sejalan dengan penelitian Imam Zaki et al (2025) pada tegakan *Pinus merkusii* di BKPH Bandar KPH

Pekalongan Timur yang menunjukkan kerusakan pinus banyak berkaitan dengan aktivitas pengelolaan yang melukai batang, serta penelitian di Tahura Gunung Kunci Sumedang yang juga menemukan kegiatan manusia sebagai penyebab kerusakan dominan. Temuan ini juga konsisten dengan hasil Rahmat Safe'i dkk. yang mendapati luka terbuka sebagai tipe kerusakan paling dominan menggunakan metode FHM.

Lokasi Kerusakan

Tabel 4. Bagian pohon *Pinus merkusii* yang rusak (area wisata)

Kode	Lokasi Kerusakan	Jumlah	Persentase (%)
4	Batang bawah	257	52,02
7	Cabang	31	6,28
8	Pucuk	52	10,53
9	Daun	154	31,17
-	Total	494	100,00

Kerusakan paling banyak ditemukan pada batang bawah (52,02%), bagian yang paling mudah dijangkau oleh pengunjung dan faktor lingkungan sekitar permukaan tanah. Hasil ini sejalan dengan Zaki et al (2025) yang juga melaporkan lokasi kerusakan terbanyak pada batang bawah (47,22%). Kerusakan pada daun (31,17%) berpotensi memengaruhi fotosintesis apabila terjadi dalam intensitas tinggi, sedangkan kerusakan pucuk (10,53%) dapat menghambat pertumbuhan tinggi karena pucuk merupakan titik pertumbuhan utama.

Tipe Kerusakan

Tabel 5. Tipe kerusakan *Pinus merkusii* (area wisata)

Kode	Tipe Kerusakan	Jumlah	Persentase (%)
03	Luka	257	55,75
21	Pucuk mati	35	7,59
22	Patah dan mati	15	3,25
25	Perubahan warna daun	154	33,41
-	Total	461	100,00

Luka merupakan tipe kerusakan paling dominan (55,75%), diduga berkaitan dengan aktivitas manusia berupa goresan, sayatan, dan benturan, serta kemungkinan aktivitas penyadapan getah. Luka membuka jaringan pelindung alami pohon sehingga menurunkan kualitas dan kesehatan pohon (Sumardi & Widyastuti, 2004). Temuan ini sejalan dengan (Pertiwi et al., 2019) yang melaporkan luka terbuka sebagai tipe kerusakan dominan (46%), dan Zaki et al (2025) yang mencatat luka terbuka sebesar 40,95% terkait aktivitas penyadapan getah pinus.

Kondisi Tajuk dan Tingkat Keparahan

Tabel 6. Keadaan tajuk *Pinus merkusii* (area wisata)

Kode	Keterangan	Jumlah Pohon
1	80–100% tajuk dipenuhi daun	0
2	21–79% daun normal	308
3	1–20% tajuk dan daun normal	0
-	Total	308

Seluruh pohon berada pada kategori 21–79% daun normal, menunjukkan tajuk belum mengalami defoliasi berat, meski terdapat cabang kering dan ranting mati pada sebagian

pohon. Kondisi tajuk merupakan indikator penting kesehatan pohon karena berkaitan dengan kapasitas fotosintesis dan respons terhadap gangguan (Mangold, 1997).

Tabel 7. Tingkat keparahan kerusakan *Pinus merkusii* (area wisata)

Kode	Keterangan	Jumlah Pohon
1	10–19%	161
2	20–29%	82
3	30–39%	46
4	40–49%	19
-	Total	308

Tingkat keparahan didominasi kelas rendah 10–19% (52,27%), dan tidak ditemukan pohon dengan keparahan di atas 50%, menandakan kerusakan yang terjadi belum mengancam keberlangsungan tegakan secara keseluruhan.

Tabel 8. Kondisi tajuk berdasarkan Visual Crown Rating/VCR (area wisata)

Kategori	Jumlah Pohon	Persentase (%)
Baik (80–100%)	154	50,00
Sedang (21–79%)	123	39,94
Buruk (1–20%)	31	10,06
Total	308	100,00

Tabel 9. Ranking kerusakan *Pinus merkusii* (area wisata)

Keterangan	Ranking 1	Ranking 2	Ranking 3
Penyebab Kerusakan	Kegiatan manusia	Luka	Mati
Lokasi Kerusakan	Batang bawah	Daun	Pucuk
Tipe Kerusakan	Luka	Perubahan warna daun	Pucuk mati
Tingkat Keparahan	10–19%	20–29%	30–39%
Kondisi Tajuk	Baik	Sedang	Buruk

Status Kesehatan (Nilai Indeks Kerusakan)

Status kesehatan dihitung menggunakan Nilai Indeks Kerusakan (NIK = Σ(Xi × Yi × Zi), Xi = bobot tipe kerusakan, Yi = bobot lokasi kerusakan, Zi = bobot tingkat keparahan) sesuai metode FHM (Mangold, 1997).

Tabel 10. Nilai Indeks Kerusakan (NIK) tegakan *Pinus merkusii* di area wisata

Kategori Kelas	Skor NIK	Jumlah Pohon	Persentase (%)
Sehat	≤ 5	161	52,27
Rusak Ringan	6–9	82	26,62
Rusak Sedang	10–15	46	14,94
Rusak Berat	> 15	19	6,17
Total (Rata-rata NIK 6,51)	-	308	100,00

Lebih dari separuh populasi (52,27%) berada pada kategori Sehat, menandakan mayoritas tegakan memiliki tajuk normal dan bebas dari luka struktural yang mengancam kelangsungan hidup. Kategori Rusak Berat (6,17%, 19 pohon) memerlukan perhatian dan pemantauan lanjutan karena berpotensi menjadi titik awal penyebaran gangguan sekunder.

Kondisi Tegakan dan Kerusakan *Pinus merkusii* di Area Non-Wisata

Pengamatan area non-wisata (Blok Sudimoro, di luar zona aktivitas pengunjung) dilakukan terhadap 275 pohon *Pinus merkusii* sebagai pembanding terhadap kondisi area wisata.

Tabel 11. Penyebab kerusakan *Pinus merkusii* (area non-wisata)

Kode	Keterangan	Jumlah	Persentase (%)
001	Mati	23	8,36
210	Luka	252	91,64
600	Persaingan tumbuhan	3	1,09
700	Kegiatan manusia	2	0,73
-	Total	280	101,82

Faktor mekanis berupa luka sangat mendominasi (91,64%), diduga bersumber dari jatuhan ranting/cabang alami, gesekan antar-pohon akibat angin, maupun riwayat aktivitas silvikultur, bukan aktivitas pengunjung. Tidak ditemukan serangan agen biotik primer (hama maupun patogen), yang menunjukkan indikasi positif dari aspek perlindungan hutan. Angka mortalitas (8,36%) dan kerusakan akibat kompetisi ruang tumbuh (1,09%) tergolong wajar pada fase suksesi tegakan yang rapat.

Tabel 12. Keadaan tajuk *Pinus merkusii* (area non-wisata)

Kode	Keterangan	Jumlah	Persentase (%)
1	80–100% tajuk dipenuhi daun	4	1,45
2	21–79% daun normal	166	60,36
3	1–20% tajuk dan daun normal	103	37,45
4	Tajuk mati/tidak teramati	2	0,73
-	Total	275	100,00

Mayoritas tegakan (60,36%) masih mempertahankan 21–79% daun normal untuk mendukung proses asimilasi, namun 37,45% pohon hanya menyisakan 1–20% tajuk normal mengindikasikan defoliasi parsial atau dieback yang berkorelasi dengan tingginya persentase luka pada batang yang mengganggu translokasi hara dan air.

Tabel 13. Bagian pohon yang rusak *Pinus merkusii* (area non-wisata)

Kode	Keterangan	Jumlah	Persentase (%)
4	Batang bawah	213	77,45
5	Batang atas	11	4,00
6	Batang dalam tajuk	27	9,82
7	Cabang	120	43,64
8	Pucuk	66	24,00
9	Daun	16	5,82

Kerusakan terpusat pada batang bawah (77,45%) pusat silinder pembuluh xilem dan floem sehingga luka pada bagian ini berpotensi menurunkan kualitas mekanika kayu dan menjadi entry point infeksi patogen sekunder. Kerusakan pada cabang (43,64%) dan pucuk (24,00%) mengindikasikan kemungkinan dampak gangguan angin kencang pada tajuk.

Tabel 14. Tipe kerusakan *Pinus merkusii* (area non-wisata)

Kode	Keterangan	Jumlah	Persentase (%)
03	Luka	254	92,36
21	Pucuk mati	17	6,18
22	Patah dan mati	9	3,27
24	Daun rusak	4	1,45
25	Perubahan warna daun	4	1,45
-	Total	288	-

Luka terbuka tetap menjadi tipe kerusakan dominan (92,36%), namun tidak ditemukan kanker maupun gomosis, menunjukkan mekanisme kompartementalisasi (CODIT) pohon masih berfungsi baik dalam mencegah perluasan jaringan nekrotik.

Tabel 15. Tingkat keparahan kerusakan *Pinus merkusii* (area non-wisata)

Kode	Keterangan	Jumlah	Persentase (%)
1	10–19%	3	1,09
2	20–29%	83	30,18
3	30–39%	42	15,27
4	40–49%	83	30,18
5	50–59%	5	1,82
6	60–69%	11	4,00
7	70–79%	10	3,64
8	80–89%	9	3,27
9	90–99%	29	10,55
-	Total	275	100,00

Keparahan terkonsentrasi pada kelas menengah 20–29% dan 40–49% (masing-masing 30,18%), mengindikasikan cekaman kronis non-letal pada mayoritas tegakan. Namun, 10,55% pohon berada pada keparahan ekstrem (90–99%), berasosiasi dengan individu yang mengalami patah batang utama atau berstatus mati.

Tabel 16. Nilai Indeks Kerusakan (NIK) tegakan *Pinus merkusii* di area non-wisata

Kategori Kelas	Rentang NIK	Jumlah Pohon	Persentase (%)
Sehat	≤ 5,00	168	61,09
Rusak Ringan	5,01–9,00	104	37,82
Rusak Sedang	9,01–15,00	3	1,09
Rusak Berat	> 15,00	0	0,00
Total (Rata-rata NIK 4,81)	-	275	100,00

Kondisi kesehatan tegakan non-wisata secara umum sangat baik: 61,09% Sehat dan tidak satu pun pohon (0,00%) masuk kategori Rusak Berat — mengonfirmasi tingkat stabilitas ekosistem yang tinggi pada area yang minim tekanan aktivitas pengunjung.

Pembahasan

Perbandingan kedua area menunjukkan rata-rata NIK area wisata (6,51) lebih tinggi dibandingkan area non-wisata (4,81), serta proporsi kategori Rusak Berat yang hanya muncul pada area wisata (6,17%). Pola ini mengindikasikan bahwa intensitas aktivitas wisata berasosiasi dengan tingkat kerusakan tegakan yang lebih tinggi, terutama melalui kerusakan mekanis pada batang bawah akibat kontak langsung pengunjung dengan pohon. Sebaliknya, kerusakan pada area non-wisata lebih banyak dipengaruhi oleh faktor alami seperti gesekan ranting, angin, dan dinamika kompetisi tegakan (Pratama & Budi, 2018; Putra & Widyastuti, 2018).

Meskipun demikian, secara keseluruhan tegakan *Pinus merkusii* di Hutan Pinus Mangunan baik area wisata maupun non-wisata masih didominasi kategori sehat hingga rusak ringan, dan tidak ditemukan kerusakan akibat penyakit maupun serangan hama pada kedua area. Kondisi ini menunjukkan ekosistem masih mampu mempertahankan fungsi ekologisnya sebagai penyedia jasa lingkungan, pengatur tata air, penyerap karbon, sekaligus kawasan wisata alam.

Berdasarkan temuan tersebut, upaya pengelolaan kawasan wisata perlu diarahkan pada tindakan preventif melalui peningkatan pengawasan, pemasangan papan edukasi bagi pengunjung, serta pemantauan kesehatan pohon secara berkala khususnya terhadap pohon-

pohon pada kelas keparahan tertinggi guna menjaga keberlanjutan fungsi ekologis dan estetika Hutan Pinus Mangunan sebagai kawasan wisata alam.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan tegakan *Pinus merkusii* di Hutan Pinus Mangunan didominasi oleh faktor fisik mekanis berupa sadapan, baik pada areal wisata maupun non-wisata. Meskipun demikian, berdasarkan penilaian menggunakan metode Forest Health Monitoring (FHM), kondisi kesehatan tegakan secara umum masih tergolong sehat, dengan mayoritas pohon berada pada kategori sehat berdasarkan Nilai Indeks Kerusakan (NIK). Temuan ini menunjukkan bahwa tegakan *Pinus merkusii* memiliki tingkat resiliensi yang baik terhadap kerusakan yang terjadi sehingga masih mampu mempertahankan kondisi tajuk dan kesehatan pohon secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

Abimanyu, B., Safe'i, R., & Hidayat, W. (2019). Aplikasi metode Forest Health Monitoring dalam penilaian kerusakan pohon di Hutan Kota Metro. *Jurnal Sylva Lestari*, *7*(3), 289–298.

Indriani, Y., Safe'i, R., Kaskoyo, H., & Darmawan, A. (2020). Pendugaan Keterkaitan antara Kerusakan Pohon dan Faktor Keamanan Pohon. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, *17*(2), 101–115.

Mangold, R. (1997). *Forest Health Monitoring: Field Methods Guide*. United States Department Of Aciatgriculture Forest Service.

Pambudi, A., Syaufina, L., & Haneda, N. F. (2021). Teknik Perawatan dan Pengobatan Luka pada Pohon di Lanskap Perkotaan. *Jurnal Silvikultur Tropika*, *12*(3), 120–127.

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.

Pratama, A., & Budi, S. (2018). Identifikasi Hama dan Penyakit pada Tegakan Pinus (Pinus merkusii) di KPH Wilayah Banyumas Timur. *Jurnal Hutan Lestari*, *6*(3), 512–520.

Putra, R., & Widyastuti, S. M. (2018). Aplikasi Fungisida dan Pembentukan Kalus pada Luka Batang Pohon Sengon. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, *12*(2), 143–154.

Safe'i, R., Erly, H., Wulandari, C., & Kaskoyo, H. (2020). Kajian Kesehatan Hutan Dalam Pengelolaan Hutan Konservasi. *Ulin - Jurnal Hutan Tropis*, *4*(2), 70–76.

Sumardi, W. S. M., & Widyastuti, M. (2004). *Dasar-dasar perlindungan hutan*. Yogyakarta: Gajah.

Zaki, M., Wasis, B., & Prameswari, D. (2025). Karakteristik Tapak pada Berbagai Tutupan Lahan di Gunung Walat, Kabupaten Sukabumi: Site Characteristics under Various Land Covers in Mount Walat, Sukabumi Regency. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, *22*(2), 139–152.