JUSTE

Doi: https://doi.org/10.51135/2kpp0302
Naskah diterima: 19 September 2026

Journal of Science and Technology
Naskah disetujui: 20 Oktober 2026

KEJADIAN DAN TINGKAT SERANGAN PENYAKIT BUSUK BUAH PALA PADA SISTEM AGROFORESTRI DUSUNG PULAU AI, KECAMATAN BANDA, INDONESIA

(Incidence and Severity of Nutmeg Fruit Rot Diseases in Traditional Dusung Agroforestry on Ai Island, Banda District, Indonesia)

Arditho Nanlohy[1], Johanna Taribuka[1,2]* & Wilhelmina Rumahlewang[1]

[1]Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Pattimura Jl. Ir. M. Putuhena Kampus Poka, Ambon 97233
[2]Program Studi Ilmu Pertanian Program Pascasarjana Universitas Pattimura Jl. Ir. M. Putuhena Kampus Poka, Ambon 97233

*Penulis Koresponden: anontari07@gmail.com

Abstract

Nutmeg is an economically important plantation crop in Indonesia, although its productivity is threatened by fruit rot diseases. This study assessed the incidence and severity of wet and dry fruit rot in traditional dusung agroforestry systems on Ai Island, Banda District, Indonesia. Field surveys were conducted between September and October 2024. Five nutmeg farmers with relatively large cultivated populations were purposively selected, and 10% of nutmeg plants within their holdings were sampled using simple random sampling. Disease symptoms were examined in the field, and associated fungal pathogens were identified based on morphological characteristics. Wet fruit rot was associated with Colletotrichum gloeosporioides, whereas dry fruit rot was associated with Stigmina myristicae. The recorded disease severity was 0.52% for wet fruit rot and 1.23% for dry fruit rot, both representing mild damage. Corresponding disease incidence values were 4.78% and 7.77%, respectively. These findings indicate that dry fruit rot was more prevalent and caused greater damage than wet fruit rot within the surveyed agroforestry holdings. The results provide preliminary evidence of disease occurrence under traditional dusung management and establish baseline information for developing targeted disease surveillance and integrated nutmeg health management strategies in small-island agroforestry landscapes.

Keywords: *Colletotrichum gloeosporioides; disease incidence; disease severity; dusung agroforestry; nutmeg; Stigmina myristicae*

Abstrak

Pala merupakan komoditas perkebunan bernilai ekonomi penting di Indonesia, tetapi produktivitasnya menghadapi ancaman penyakit busuk buah. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kejadian dan keparahan penyakit busuk buah basah serta busuk buah kering pada sistem agroforestri tradisional dusung di Pulau Ai, Kecamatan Banda. Penelitian dilaksanakan pada September–Oktober 2024 menggunakan metode survei. Lima petani pala dengan populasi tanaman relatif besar dipilih secara purposif, sedangkan 10% tanaman pala pada lahan responden

ditentukan melalui pengambilan sampel acak sederhana. Gejala penyakit diamati di lapangan, sementara identifikasi patogen terkait dilakukan berdasarkan karakteristik morfologi. Penyakit busuk buah basah berasosiasi dengan Colletotrichum gloeosporioides, sedangkan busuk buah kering berasosiasi dengan Stigmina myristicae. Tingkat keparahan penyakit masing-masing mencapai 0,52% dan 1,23%, yang termasuk kategori kerusakan ringan. Persentase kejadian penyakit masing-masing sebesar 4,78% dan 7,77%. Hasil menunjukkan bahwa busuk buah kering memiliki kejadian dan tingkat kerusakan lebih tinggi dibandingkan busuk buah basah pada lahan agroforestri yang diamati. Temuan ini menyediakan informasi dasar mengenai kondisi penyakit buah pala dalam pengelolaan dusung tradisional serta mendukung pengembangan pemantauan kesehatan tanaman dan strategi pengendalian penyakit terpadu yang lebih terarah pada ekosistem agroforestri pulau kecil. Penelitian lanjutan diperlukan untuk menguji pengaruh struktur vegetasi dan kondisi lingkungan terhadap perkembangan kedua penyakit tersebut.

Kata Kunci: agroforestri dusung; busuk buah pala; insidensi penyakit; keparahan penyakit; Colletotrichum gloeosporioides; Stigmina myristicae.

I. Pendahuluan

Agroforestri merupakan sistem penggunaan lahan yang mengintegrasikan tanaman kehutanan dengan tanaman pertanian dan/atau komoditas perkebunan dalam satu kesatuan pengelolaan untuk mendukung fungsi ekologis, ekonomi, dan sosial secara berkelanjutan. Salah satu bentuk agroforestri tradisional yang berkembang di Kepulauan Maluku adalah sistem dusung, yaitu praktik pengelolaan lahan berbasis pengetahuan lokal yang memadukan berbagai jenis tanaman tahunan, tanaman semusim, tanaman kehutanan, dan tanaman buah-buahan [1], [2]. Sistem dusung tidak hanya berfungsi sebagai sumber penghidupan masyarakat, tetapi juga mencerminkan interaksi antara struktur vegetasi, kondisi biofisik lahan, dan praktik pengelolaan yang diwariskan secara turun-temurun. Dalam konteks budidaya pala, keberagaman jenis tanaman dan struktur tajuk pada sistem dusung berpotensi memengaruhi kondisi lingkungan pertumbuhan tanaman, termasuk faktor-faktor yang berkaitan dengan perkembangan organisme penyebab penyakit [3], [4].

Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) merupakan komoditas rempah bernilai ekonomi tinggi yang memiliki keterkaitan historis dan geografis dengan Kepulauan Banda, Maluku [5], [6]. Komoditas ini menghasilkan dua produk utama, yaitu biji pala dan fuli, yang dimanfaatkan dalam industri pangan, farmasi, kosmetik, dan minyak atsiri [7], [8]. Selain memiliki nilai perdagangan, pala juga mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi memberikan aktivitas antibakteri, antioksidan, dan antiinflamasi [9], [10]. Peran strategis pala dalam perekonomian masyarakat menjadikan keberlanjutan produksi dan kesehatan tanaman sebagai aspek penting dalam pengelolaan perkebunan rakyat. Di Maluku, pala merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan, dengan Kecamatan Banda sebagai salah satu wilayah pengembangannya [11], [12].

Produktivitas tanaman pala dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain umur tanaman, kondisi lingkungan, pemeliharaan kebun, serta gangguan organisme pengganggu tumbuhan. Penyakit tanaman merupakan salah satu kendala yang berpotensi menurunkan kuantitas dan kualitas hasil panen. Beberapa penyakit yang dilaporkan menyerang tanaman pala meliputi penyakit jamur akar, antraknosa, busuk buah basah, dan busuk buah kering [13], [14]. Di antara penyakit tersebut, busuk buah memerlukan perhatian karena infeksinya terjadi pada organ generatif yang memiliki nilai ekonomi langsung. Kerusakan buah sebelum panen berpotensi mengurangi jumlah hasil yang dapat dipasarkan serta menurunkan mutu komoditas yang dihasilkan.

Penyakit busuk buah basah pada pala dilaporkan berkaitan dengan infeksi cendawan Colletotrichum gloeosporioides, sedangkan penyakit busuk buah kering dilaporkan berasosiasi

dengan Stigmina myristicae [14], [15]. Kelompok cendawan Colletotrichum mencakup patogen tanaman yang dapat berkembang pada kondisi lingkungan yang mendukung infeksi, terutama ketika tersedia kelembapan dan kebasahan permukaan jaringan tanaman. Penyebaran propagul patogen dapat terjadi melalui percikan air hujan dan mekanisme dispersal lainnya, bergantung pada karakteristik patogen serta kondisi lingkungan setempat [12], [16]. Sementara itu, penyakit busuk buah kering dilaporkan menimbulkan gejala berupa perubahan warna jaringan, pengeringan, pengerutan, dan kerusakan buah yang dapat berakhir dengan gugurnya buah sebelum. Meskipun kedua penyakit dapat menyebabkan kerusakan pada organ buah, karakteristik gejala dan tingkat serangannya perlu dievaluasi secara terpisah agar kondisi kesehatan tanaman pala dapat digambarkan secara lebih akurat [8], [17].

Dalam sistem agroforestri dusung, komposisi jenis tanaman, kerapatan vegetasi, struktur tajuk, dan praktik pemeliharaan berpotensi memengaruhi kondisi iklim mikro pertanaman. Tajuk yang rapat dan berlapis dapat mengurangi penetrasi radiasi matahari, memengaruhi sirkulasi udara, serta mempertahankan kelembapan pada bagian tertentu dari tegakan [6], [18]. Kondisi tersebut secara teoritis dapat menciptakan lingkungan yang mendukung perkembangan sejumlah patogen tanaman. Namun, keberagaman vegetasi juga berpotensi memengaruhi pergerakan udara, distribusi percikan air, dan pola penyebaran propagul penyakit. Oleh karena itu, hubungan antara karakteristik sistem dusung dan perkembangan penyakit tidak dapat diasumsikan bersifat tunggal atau selalu menguntungkan maupun merugikan. Penilaian terhadap kondisi penyakit pada pertanaman pala dalam sistem dusung diperlukan sebagai dasar untuk memahami persoalan kesehatan tanaman pada lanskap agroforestri tradisional [3], [19].

Sejumlah penelitian terdahulu telah melaporkan keberadaan penyakit busuk buah pala di wilayah Maluku. Penyakit busuk buah kering dan busuk buah basah di Kecamatan Saparua, dengan intensitas kerusakan masing-masing sebesar 0,90% dan 5,51%. Persentase luas serangan yang dilaporkan untuk busuk buah basah mencapai 19,13%, sedangkan busuk buah kering sebesar 0,015% [17], [20]. Sementara itu, penelitian [10] di Kecamatan Leihitu melaporkan keberadaan penyakit busuk buah kering dengan intensitas kerusakan sebesar 1,24% dan luas serangan sebesar 23,90%. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa tingkat serangan penyakit busuk buah pala dapat berbeda antarlokasi. Akan tetapi, perbandingan langsung antarpenelitian perlu mempertimbangkan keseragaman definisi operasional, satuan pengamatan, metode pengambilan sampel, dan waktu pengamatan [10], [21].

Meskipun penelitian mengenai penyakit busuk buah pala telah dilakukan di beberapa wilayah Maluku, informasi empiris mengenai kejadian dan tingkat keparahan penyakit busuk buah basah serta busuk buah kering pada pertanaman pala dalam sistem agroforestri dusung di Pulau Ai, Kecamatan Banda, masih terbatas berdasarkan literatur yang digunakan dalam penelitian ini. Keterbatasan informasi tersebut menjadi kesenjangan pengetahuan yang penting, mengingat Kepulauan Banda merupakan wilayah pengembangan pala yang memiliki karakteristik lingkungan kepulauan dan praktik pengelolaan lahan tradisional. Informasi mengenai tingkat kejadian dan keparahan penyakit diperlukan untuk menggambarkan kondisi kesehatan tanaman, mengidentifikasi jenis penyakit yang relatif lebih dominan, serta menyediakan dasar awal bagi penentuan prioritas pemantauan dan pengelolaan penyakit pada tingkat kebun.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi gejala penyakit busuk buah basah dan busuk buah kering serta menentukan persentase kejadian dan tingkat keparahan kedua penyakit pada tanaman pala (*Myristica fragrans* Houtt.) yang dibudidayakan dalam sistem agroforestri dusung di Pulau Ai, Kecamatan Banda. Penelitian ini

diharapkan memberikan kontribusi berupa data empiris dasar mengenai kondisi penyakit busuk buah pala pada agroforestri tradisional pulau kecil, sekaligus mendukung pengembangan strategi pemantauan kesehatan tanaman dan pengelolaan penyakit yang lebih terarah sesuai dengan karakteristik pertanaman setempat.

II. Metode Penelitian

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada September–Oktober 2024 di areal pertanaman pala (*Myristica fragrans* Houtt.) milik petani yang menerapkan sistem agroforestri tradisional dusung di Pulau Ai, Kecamatan Banda, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku. Kegiatan penelitian mencakup pengamatan lapangan terhadap gejala penyakit busuk buah pala serta pemeriksaan laboratorium untuk mengamati karakteristik morfologi cendawan yang berasosiasi dengan gejala penyakit. Pemeriksaan laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura, Ambon.

2.2. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan meliputi kotak pendingin (*cool box*), alat penghitung manual (*hand counter*), meteran, parang, mikroskop, kamera, dan alat tulis. Bahan penelitian terdiri atas alkohol 70%, pita perekat bening, kantong plastik untuk penyimpanan sampel, kuesioner, serta sampel buah pala yang menunjukkan gejala penyakit. Peralatan dan bahan tersebut digunakan untuk mendukung pengamatan lapangan, pencatatan kondisi pertanaman, pengumpulan sampel, dan pemeriksaan morfologi cendawan di laboratorium.

2.3. Rancangan Penelitian dan Teknik Pengambilan Sampel

Penelitian menggunakan metode survei deskriptif melalui pengamatan langsung pada pertanaman pala dalam sistem agroforestri dusung. Pemilihan petani responden dilakukan secara purposif (*purposive sampling*) berdasarkan kepemilikan populasi tanaman pala yang relatif besar pada lokasi penelitian. Berdasarkan kriteria tersebut, ditetapkan lima petani sebagai responden penelitian. Tanaman pala sampel dipilih menggunakan metode pengambilan sampel acak sederhana (*simple random sampling*) dengan proporsi sebesar 10% dari populasi tanaman pala pada areal pertanaman petani terpilih [4]. Setiap tanaman terpilih dijadikan unit pengamatan untuk mengevaluasi kondisi penyakit busuk buah basah dan busuk buah kering. Pengamatan intensitas kerusakan dilakukan dengan membagi tajuk setiap tanaman sampel menjadi tiga strata vertikal, yaitu strata bawah, tengah, dan atas. Pada strata bawah diamati empat cabang, strata tengah empat cabang, dan strata atas dua cabang. Dengan demikian, pengamatan dilakukan terhadap sepuluh cabang pada setiap tanaman sampel. Jumlah buah sehat dan buah yang menunjukkan gejala penyakit dicatat pada setiap cabang pengamatan.

2.4. Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara, pengisian kuesioner, dan pemeriksaan laboratorium. Data primer mencakup jumlah buah sehat dan buah bergejala pada setiap strata tajuk, jumlah tanaman yang menunjukkan gejala penyakit, serta kondisi pertanaman pala pada lahan responden. Pengamatan dilakukan secara terpisah terhadap gejala penyakit busuk buah basah dan busuk buah kering. Data jumlah buah sehat dan buah bergejala digunakan untuk menghitung intensitas kerusakan, sedangkan data jumlah tanaman bergejala digunakan untuk menentukan persentase tanaman terserang. Informasi mengenai sistem budidaya dusung diperoleh melalui wawancara dengan lima petani responden, pengisian kuesioner, dan pengamatan kondisi

pertanaman. Informasi tersebut digunakan untuk memberikan gambaran deskriptif mengenai praktik pengelolaan tanaman pala pada lokasi penelitian [17].

2.5. Pengamatan Gejala dan Identifikasi Morfologi Cendawan

Pengamatan penyakit dilakukan dengan mengidentifikasi gejala busuk buah basah dan busuk buah kering pada tanaman pala sampel. Buah yang menunjukkan gejala penyakit didokumentasikan dan dijadikan bahan pemeriksaan laboratorium. Identifikasi morfologi dilakukan melalui pengamatan karakteristik cendawan yang berasosiasi dengan jaringan buah bergejala menggunakan mikroskop. Hasil pengamatan dibandingkan dengan karakteristik morfologi patogen yang dilaporkan dalam literatur fitopatologi yang relevan. Hasil identifikasi digunakan sebagai dasar penentuan dugaan kelompok atau spesies cendawan yang berasosiasi dengan masing-masing tipe gejala penyakit. Penetapan identitas patogen pada tingkat spesies perlu mempertimbangkan kecukupan karakter diagnostik yang diamati dan keterbatasan identifikasi berbasis morfologi.

2.6. Penghitungan Intensitas Kerusakan Penyakit

Intensitas kerusakan penyakit busuk buah pala dihitung berdasarkan perbandingan jumlah buah yang menunjukkan gejala penyakit dengan jumlah keseluruhan buah yang diamati. Penghitungan dilakukan secara terpisah untuk penyakit busuk buah basah dan busuk buah kering dengan mengacu pada pendekatan penghitungan yang digunakan oleh Rivai (2005).

Rumus penghitungan intensitas kerusakan adalah sebagai berikut:

$$IK = \frac{a}{a+b}\ 100\% \qquad (1)$$

Keterangan:

IK = intensitas kerusakan penyakit (%);

a = jumlah buah yang menunjukkan gejala penyakit;

b = jumlah buah sehat yang diamati.

Penghitungan dilakukan berdasarkan data buah pada cabang-cabang pengamatan di setiap strata tajuk. Nilai intensitas kerusakan menunjukkan proporsi buah bergejala terhadap seluruh buah yang diamati, sehingga merupakan ukuran kerusakan berbasis kejadian gejala pada buah, bukan persentase luas jaringan buah yang mengalami kerusakan.

2.7. Penghitungan Persentase Tanaman Terserang

Persentase tanaman terserang penyakit busuk buah pala dihitung berdasarkan perbandingan jumlah tanaman yang menunjukkan gejala penyakit dengan jumlah tanaman yang menjadi dasar pengamatan. Penghitungan dilakukan secara terpisah untuk penyakit busuk buah basah dan busuk buah kering dengan mengacu pada Natawigena (1994).

Rumus penghitungan adalah sebagai berikut:

$$LS = \frac{a}{b}\ 100\% \qquad (2)$$

Keterangan:

LS = persentase tanaman terserang penyakit (%);

a = jumlah tanaman yang menunjukkan gejala penyakit;

b = jumlah tanaman dalam populasi atau unit pengamatan yang digunakan sebagai penyebut.

Penghitungan dilakukan untuk masing-masing penyakit berdasarkan kriteria gejala yang telah ditetapkan. Nilai yang diperoleh menggambarkan proporsi tanaman bergejala dan tidak secara langsung menunjukkan luas geografis areal yang terserang.

2.8. Klasifikasi Tingkat Kerusakan Penyakit

Tingkat kerusakan penyakit busuk buah pala diklasifikasikan berdasarkan nilai persentase intensitas kerusakan dengan mengacu pada Kalay dkk. (2015). Klasifikasi terdiri atas lima kategori, yaitu normal, ringan, sedang, berat, dan sangat berat, sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori intensitas kerusakan penyakit busuk buah pada tanaman pala

Intensitas kerusakan (%)	Kategori
0	Normal
>0–25	Ringan
>25–50	Sedang
>50–75	Berat
>75–100	Sangat berat

Sumber: Kalay dkk. (2015), berdasarkan klasifikasi yang dikutip dalam naskah.

2.9. Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan persentase intensitas kerusakan dan persentase tanaman terserang untuk masing-masing jenis penyakit. Hasil penghitungan digunakan untuk menggambarkan kondisi penyakit busuk buah basah dan busuk buah kering pada pertanaman pala yang diamati. Nilai intensitas kerusakan dibandingkan dengan kategori tingkat kerusakan pada Tabel 1 untuk menentukan klasifikasi serangan penyakit. Selanjutnya, hasil pengamatan kedua penyakit dibandingkan secara deskriptif untuk mengidentifikasi perbedaan tingkat kejadian dan kerusakan pada lokasi penelitian. Informasi mengenai praktik budidaya dusung digunakan sebagai konteks pengelolaan pertanaman. Analisis ini tidak dimaksudkan untuk membuktikan hubungan sebab-akibat antara sistem dusung dan tingkat serangan penyakit karena penelitian tidak mencakup rancangan eksperimental atau kelompok pembanding yang memungkinkan pengujian pengaruh secara langsung.

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik Wilayah Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada pertanaman pala (*Myristica fragrans* Houtt.) yang dikelola masyarakat melalui sistem agroforestri tradisional dusung di Pulau Ai, Kecamatan Banda, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku. Kecamatan Banda merupakan wilayah kepulauan yang terdiri atas sejumlah pulau, antara lain Banda Neira, Gunung Api, Banda Besar, Rhun, Ai, Hatta, Syahrir, Karaka, Manukan, Nailaka, dan Batu Kapal (Badan Pusat Statistik Maluku, 2024). Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian pada pertanaman pala di Pulau Ai, Kecamatan Banda, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku

Pulau Ai memiliki karakteristik lingkungan pesisir dan iklim tropis maritim yang relevan terhadap pertumbuhan tanaman pala serta perkembangan penyakit. Berdasarkan informasi iklim regional yang dikutip dalam penelitian, suhu udara rata-rata di Kepulauan Banda mencapai sekitar 27,6°C dengan kelembapan nisbi rata-rata 83,8% (Laimeheriwa dkk., 2024). Kondisi tersebut menunjukkan lingkungan yang relatif hangat dan lembap, meskipun kondisi iklim mikro pada masing-masing kebun dapat berbeda akibat variasi struktur vegetasi, kerapatan tajuk, dan praktik pengelolaan. Pertanaman pala pada lokasi penelitian dikelola dalam sistem dusung yang mengintegrasikan tanaman pala dengan berbagai tanaman perkebunan, tanaman buah-buahan, dan tanaman pangan. Keberagaman vegetasi tersebut merupakan karakteristik penting agroforestri tradisional yang berpotensi memengaruhi kondisi lingkungan pertanaman. Namun, pengaruhnya terhadap perkembangan penyakit memerlukan pengukuran khusus terhadap faktor-faktor lingkungan dan karakteristik struktur tegakan.

3.2. Identifikasi Gejala Penyakit Busuk Buah Pala

Hasil pengamatan lapangan pada lima kebun petani menunjukkan keberadaan dua tipe gejala penyakit busuk buah pala, yaitu busuk buah basah dan busuk buah kering. Kedua tipe penyakit tersebut memperlihatkan karakteristik kerusakan buah yang berbeda dan diamati secara terpisah untuk menentukan persentase buah serta tanaman yang menunjukkan gejala penyakit.

3.2.1. Penyakit Busuk Buah Basah

Hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa gejala busuk buah basah ditandai oleh munculnya bercak berwarna cokelat pada permukaan buah pala. Bercak berkembang menjadi area kerusakan yang lebih luas, disertai perubahan tekstur jaringan buah menjadi lunak dan tampak membusuk. Pada beberapa buah, kerusakan terlihat sebagai retakan pada permukaan kulit yang disertai perubahan warna jaringan di sekitarnya (Gambar 2A).

Karakteristik tersebut memiliki kesesuaian dengan deskripsi gejala busuk buah pala yang dilaporkan oleh [9], [10]. Perkembangan gejala dapat dipengaruhi oleh kondisi kelembapan permukaan buah, curah hujan, dan keberadaan jaringan yang rentan terhadap infeksi. Akan tetapi, kecepatan perkembangan gejala dan mekanisme penyebaran patogen pada lokasi penelitian belum dapat ditentukan secara kuantitatif karena penelitian dilakukan melalui survei pengamatan, bukan pemantauan perkembangan infeksi secara berulang.



Gambar 2. Gejala busuk buah basah pada pala (Myristica fragrans Houtt.): (A) buah pala yang menunjukkan gejala kerusakan dan (B) struktur konidia yang diduga berasal dari cendawan kelompok Colletotrichum berdasarkan pengamatan mikroskopis pada pembesaran 400×.
(Sumber: Dokumentasi penelitian, 2024)

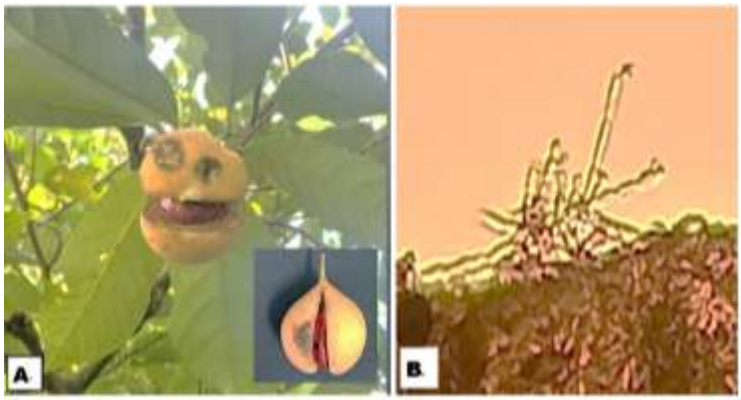
Pemeriksaan mikroskopis terhadap bahan yang berasosiasi dengan buah bergejala menunjukkan keberadaan struktur menyerupai konidia kelompok *Colletotrichum*. Konidia yang diamati dideskripsikan berbentuk silindris hingga lonjong, memiliki ujung relatif tumpul, berwarna hialin, dan tidak bersekat (Gambar 2B). Karakteristik tersebut sejalan dengan deskripsi morfologi *Colletotrichum* yang dilaporkan oleh [22], [23].

Berdasarkan karakteristik tersebut, cendawan yang ditemukan diduga termasuk kelompok *Colletotrichum* yang berasosiasi dengan penyakit busuk buah basah. Namun, identifikasi sebagai *Colletotrichum gloeosporioides* pada tingkat spesies memerlukan dukungan karakter diagnostik tambahan karena sejumlah spesies dalam kelompok tersebut memiliki kemiripan morfologi. Selain itu, keberadaan struktur cendawan pada jaringan bergejala belum secara langsung membuktikan hubungan sebab-akibat antara isolat yang diamati dan penyakit. Secara ekologis, kelembapan permukaan buah, percikan air hujan, dan keberadaan jaringan terluka merupakan faktor yang berpotensi memengaruhi infeksi serta penyebaran sejumlah patogen buah. Dalam sistem agroforestri dusung, variasi kondisi tersebut dapat berkaitan dengan struktur tajuk dan praktik pengelolaan tanaman. Meskipun demikian, hubungan tersebut masih bersifat penjelasan biologis yang perlu diuji melalui pengamatan iklim mikro dan perkembangan penyakit secara langsung [10].

3.2.2. Penyakit Busuk Buah Kering

Gejala busuk buah kering pada pertanaman pala di Pulau Ai ditandai oleh bercak berwarna cokelat hingga cokelat kehitaman pada permukaan buah. Bercak berkembang menjadi bagian jaringan yang mengering, mengeras, dan pada beberapa buah disertai retakan kulit. Gejala tersebut dapat mengurangi kualitas buah dan berpotensi menyebabkan kehilangan hasil apabila kerusakan berkembang sebelum buah dipanen (Gambar 3A).

Hasil pengamatan ini memiliki kesesuaian dengan deskripsi penyakit busuk buah kering yang dilaporkan oleh [22]. Menurut laporan tersebut, gejala penyakit dapat berkembang dari bercak kecil menjadi area nekrotik yang lebih luas, disertai pembentukan struktur cendawan pada jaringan yang mengalami kerusakan. Pemeriksaan mikroskopis terhadap preparat yang berasal dari permukaan buah bergejala memperlihatkan struktur cendawan berupa konidiofor dan struktur yang diduga sebagai konidia (Gambar 3B). Struktur tersebut diamati sebagai kumpulan elemen reproduktif cendawan yang tumbuh dari jaringan buah yang mengalami kerusakan. Berdasarkan perbandingan awal dengan deskripsi morfologi dalam literatur, struktur tersebut diduga berkaitan dengan *Stigmina myristicae*, yang telah dilaporkan berasosiasi dengan penyakit busuk buah kering pada pala (Kalay dkk., 2015; Najoan dkk., 2016; Wahyuni, 2022).



Gambar 3. Gejala busuk buah kering pada pala (Myristica fragrans Houtt.): (A) buah pala yang menunjukkan gejala kerusakan dan (B) struktur cendawan yang diduga berasosiasi dengan Stigmina myristicae berdasarkan pengamatan mikroskopis pada pembesaran 400×.
Sumber: Dokumentasi penelitian, 2024.

Penentuan spesies secara definitif masih memerlukan konfirmasi karakter diagnostik, terutama ukuran, bentuk, pigmentasi, dan jumlah sekat konidia, serta dokumentasi prosedur identifikasi yang dapat direplikasi. Oleh karena itu, hasil pengamatan laboratorium dalam penelitian ini lebih tepat diposisikan sebagai identifikasi morfologi awal terhadap cendawan yang berasosiasi dengan gejala busuk buah kering. Keberadaan kedua tipe gejala penyakit pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa tanaman pala dalam sistem agroforestri dusung tetap menghadapi gangguan penyakit buah. Perbedaan tingkat serangan kedua penyakit selanjutnya dievaluasi melalui penghitungan persentase buah bergejala dan persentase tanaman terserang pada masing-masing kebun petani [22].

3.3. Intensitas Kerusakan dan Persentase Tanaman Terserang

Hasil pengamatan terhadap lima kebun petani menunjukkan adanya variasi persentase kerusakan akibat busuk buah basah dan busuk buah kering. Berdasarkan penghitungan yang dilaporkan dalam penelitian, intensitas kerusakan busuk buah basah berkisar antara 0,12% dan 1,25%, sedangkan busuk buah kering berkisar antara 0,40% dan 1,63% (Tabel 2).

Tabel 1. Intensitas kerusakan buah dan persentase tanaman terserang penyakit busuk buah pala pada lima kebun petani di Pulau Ai, Kecamatan Banda

Kebun petani	IK-BBB (%)	IK-BBK (%)	LS-BBB (%)	LS-BBK (%)
I	1,25	1,37	7,27	7,27
II	0,41	1,63	4,00	10,00
III	0,66	1,59	9,10	12,72
IV	0,17	1,14	1,33	5,33
V	0,12	0,40	2,14	3,57
Rerata	0,52	1,23	4,77	7,78

Keterangan: IK = intensitas kerusakan berbasis persentase buah bergejala; LS = persentase tanaman terserang; BBB = busuk buah basah; BBK = busuk buah kering. Rerata merupakan rata-rata

Rerata intensitas kerusakan busuk buah basah mencapai 0,52%, sedangkan busuk buah kering sebesar 1,23%. Berdasarkan klasifikasi intensitas kerusakan yang digunakan dalam penelitian, kedua nilai tersebut termasuk kategori ringan. Pada seluruh kebun yang diamati, intensitas kerusakan busuk buah kering lebih tinggi dibandingkan busuk buah basah. Persentase tanaman terserang busuk buah basah berkisar antara 1,33% dan 9,10%, sedangkan busuk buah

kering berkisar antara 3,57% dan 12,72%. Berdasarkan rerata aritmetika lima nilai kebun yang ditampilkan dalam Tabel 2, persentase tanaman terserang masing-masing sebesar 4,77% dan 7,78%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa busuk buah kering ditemukan pada proporsi tanaman yang lebih besar dibandingkan busuk buah basah dalam kebun-kebun yang diamati.

Perbedaan antara kedua indikator perlu dipahami berdasarkan unit pengukurannya. Intensitas kerusakan dalam penelitian ini dihitung berdasarkan proporsi buah bergejala, sedangkan persentase tanaman terserang dihitung berdasarkan proporsi tanaman yang menunjukkan gejala penyakit. Dengan demikian, kedua indikator memberikan informasi yang saling melengkapi, tetapi tidak dapat ditafsirkan sebagai ukuran yang identik. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tingkat kerusakan buah relatif rendah pada periode survei. Namun, rendahnya persentase kerusakan tidak berarti bahwa patogen tidak mampu berkembang atau bahwa sistem dusung telah terbukti menekan penyebaran penyakit. Nilai tersebut hanya menggambarkan kondisi penyakit pada populasi dan periode pengamatan yang diteliti [13], [14].

3.4. Variasi Serangan Penyakit Antar-Kebun dan Strata Tajuk

Variasi intensitas kerusakan terlihat pada kelima kebun petani. Busuk buah basah memiliki intensitas tertinggi pada Petani I sebesar 1,25% dan terendah pada Petani V sebesar 0,12%. Sementara itu, busuk buah kering memiliki intensitas tertinggi pada Petani II sebesar 1,63% dan terendah pada Petani V sebesar 0,40%. Pada indikator persentase tanaman terserang, nilai tertinggi kedua penyakit ditemukan pada Petani III, yaitu 9,10% untuk busuk buah basah dan 12,72% untuk busuk buah kering. Sebaliknya, persentase tanaman terserang busuk buah basah terendah terdapat pada Petani IV sebesar 1,33%, sedangkan busuk buah kering terendah ditemukan pada Petani V sebesar 3,57%. Perbedaan pola tersebut memperlihatkan bahwa kebun dengan intensitas kerusakan buah tertinggi tidak selalu memiliki persentase tanaman terserang tertinggi. Hal ini dapat terjadi karena kedua indikator memiliki penyebut dan unit analisis yang berbeda. Oleh sebab itu, interpretasi variasi penyakit perlu mempertimbangkan kedua indikator secara bersamaan.

Pengamatan lapangan juga melaporkan bahwa gejala kerusakan lebih banyak dijumpai pada strata tajuk bawah dan tengah dibandingkan strata atas. Secara teoritis, perbedaan paparan radiasi matahari, sirkulasi udara, dan kelembapan dapat memengaruhi perkembangan penyakit pada berbagai posisi tajuk [10]. Akan tetapi, penelitian ini belum menyajikan nilai intensitas kerusakan menurut strata secara terpisah. Dengan demikian, pola vertikal tersebut masih merupakan temuan observasional kualitatif yang memerlukan dukungan data kuantitatif untuk mengevaluasi konsistensinya.

3.5. Kondisi Lahan dan Praktik Budidaya Sistem Dusung

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kelima petani menerapkan pola budidaya campuran dengan mengintegrasikan tanaman pala bersama berbagai jenis tanaman lainnya. Komposisi vegetasi mencakup tanaman perkebunan, tanaman buah-buahan, serta tanaman pangan, seperti cengkeh, kenari, kelapa, durian, mangga, pisang, dan umbi-umbian. Kondisi tersebut menunjukkan keberadaan praktik agroforestri tradisional dusung pada seluruh kebun penelitian.

Berdasarkan Tabel 3, populasi tanaman pala pada masing-masing kebun berkisar antara 50 dan 150 pohon, dengan jumlah keseluruhan 495 pohon. Umur tanaman bervariasi, mulai dari kurang dari 10 tahun hingga 40 tahun, sedangkan luas lahan berada dalam kelompok kurang dari satu hektare dan satu hingga dua hektare. Seluruh petani menggunakan pala varietas Banda.

Tabel 3. Teknik Budidaya Pada kelima peteni sampel di Pulau Ai kecamatan Banda

Karakteristik	I	II	III	IV	V
Umur tanaman (tahun)	10–20	10–20	10–40	<10	10–20
Luas lahan (ha)	<1	1–2	<1	1–2	<1
Populasi pala (pohon)	50	100	55	150	140
Jarak tanam (m)	4 × 5	4 × 4	5 × 6	9 × 9	8 × 8
Varietas	Banda	Banda	Banda	Banda	Banda
Pemupukan	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
Riwayat pengendalian OPT	Tidak pernah	Tidak pernah	Tidak pernah	Pernah	Tidak pernah

Keterangan: I=Kenari, cengkeh, pisang, umbi-umbian, keladi; II=Cengkeh, kelapa, durian, mangga, kenari, pisang, jagung; III=Kenari, durian, kelapa, pisang; IV=Cengkeh, pisang, mangga, nangka, kenari; V=Cengkeh, umbi-umbian

Jarak tanam bervariasi antarkebun, yaitu 4 × 5 m, 4 × 4 m, 5 × 6 m, 9 × 9 m, dan 8 × 8 m. Variasi tersebut menunjukkan perbedaan pengaturan ruang tumbuh yang berpotensi memengaruhi perkembangan tajuk, penetrasi cahaya, serta sirkulasi udara di antara tanaman. Akan tetapi, penelitian tidak menyajikan pengukuran kerapatan tajuk, intensitas cahaya, suhu, maupun kelembapan pada setiap kebun, sehingga pengaruh langsung jarak tanam terhadap penyakit belum dapat ditentukan. Seluruh petani dilaporkan tidak melakukan pemupukan. Praktik sanitasi tercatat dalam frekuensi yang berbeda antarkebun, sedangkan riwayat tindakan pengendalian organisme pengganggu tumbuhan hanya dilaporkan pernah dilakukan pada Petani IV. Informasi tersebut memperlihatkan adanya variasi pengelolaan yang dapat menjadi dasar untuk merancang penelitian lanjutan mengenai hubungan praktik budidaya dengan kesehatan tanaman pala. Jenis tumbuhan bawah yang ditemukan meliputi babadotan (*Ageratum conyzoides*), paku-pakuan, biroro (*Clidemia hirta*), dan alang-alang (*Imperata cylindrica*). Keberadaan tumbuhan bawah mencerminkan kondisi vegetasi lantai kebun yang dapat berkaitan dengan praktik pemeliharaan, meskipun pengaruhnya terhadap kejadian penyakit tidak diukur secara langsung [13], [14].

3.6. Implikasi Sistem Dusung terhadap Pengelolaan Penyakit Busuk Buah

Sistem agroforestri dusung memiliki karakteristik vegetasi campuran yang berpotensi memengaruhi kondisi lingkungan pertanaman melalui perubahan distribusi cahaya, aliran udara, kelembapan, dan interaksi antarorganisme. Keberadaan berbagai jenis tanaman dapat membentuk struktur tajuk berlapis, yang dalam kondisi tertentu berpotensi meningkatkan kelembapan di sekitar tanaman pala. Sebaliknya, konfigurasi vegetasi tertentu juga dapat memengaruhi pergerakan percikan air dan propagul patogen di dalam kebun. Pada penelitian ini, seluruh kebun menggunakan sistem dusung, tetapi memiliki variasi jarak tanam, komposisi tanaman penyerta, umur tanaman, dan praktik pemeliharaan. Variasi tersebut memberikan konteks ekologis yang penting dalam memahami kondisi pertanaman, namun belum cukup untuk menjelaskan secara kausal perbedaan tingkat penyakit.

Data iklim regional menunjukkan suhu dan kelembapan yang relatif tinggi di Kepulauan Banda [24], [25]. Akan tetapi, data tersebut tidak dapat secara langsung digunakan untuk menyimpulkan bahwa kondisi lingkungan pada masing-masing kebun menghambat perkecambahan spora atau perkembangan patogen. Pengujian mekanisme tersebut memerlukan pengukuran iklim mikro, kelembapan permukaan buah, curah hujan, dan perkembangan penyakit secara berkala. Temuan penelitian ini memberikan dasar bagi pengembangan pengelolaan penyakit busuk buah pala

melalui pemantauan gejala secara rutin, pengamatan kondisi tajuk, pengelolaan sanitasi kebun, dan evaluasi praktik pemeliharaan. Perhatian terhadap busuk buah kering menjadi relevan karena penyakit tersebut menunjukkan nilai persentase buah bergejala dan tanaman terserang yang lebih tinggi dibandingkan busuk buah basah pada seluruh kebun penelitian.

3.7. Keterbatasan Penelitian dan Arah Pengembangan

Penelitian ini memiliki keterbatasan yang perlu dipertimbangkan dalam interpretasi hasil. Pertama, survei hanya mencakup lima kebun petani yang dipilih secara purposif, sehingga hasil penelitian terutama menggambarkan kondisi pada kebun terpilih dan belum dapat digeneralisasikan ke seluruh pertanaman pala di Kepulauan Banda. Kedua, pengamatan dilaksanakan dalam periode September–Oktober 2024, sehingga variasi musiman dan dinamika perkembangan penyakit sepanjang tahun belum dapat dievaluasi. Ketiga, identifikasi patogen dilakukan berdasarkan karakteristik morfologi tanpa informasi konfirmasi molekuler atau pengujian patogenisitas. Keempat, pengukuran iklim mikro dan struktur tajuk secara kuantitatif belum tersedia. Selain itu, penelitian tidak melibatkan kebun pembanding di luar sistem dusung maupun rancangan analisis yang secara khusus menguji pengaruh karakteristik agroforestri terhadap tingkat serangan penyakit. Oleh karena itu, kontribusi penelitian ini terutama berupa informasi empiris awal mengenai keberadaan dan tingkat serangan dua tipe penyakit busuk buah pala dalam sistem agroforestri tradisional di Pulau Ai. Penelitian lanjutan perlu mengintegrasikan pengamatan penyakit secara temporal, pengukuran struktur vegetasi dan iklim mikro, serta identifikasi patogen yang lebih terperinci untuk mengevaluasi hubungan antara praktik pengelolaan dusung dan kesehatan tanaman pala secara lebih kuat.

IV. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penyakit busuk buah basah dan busuk buah kering ditemukan pada pertanaman pala (Myristica fragrans Houtt.) yang dikelola melalui sistem agroforestri tradisional dusung di Pulau Ai, Kecamatan Banda. Berdasarkan pengamatan pada lima kebun petani, rerata intensitas kerusakan berbasis persentase buah bergejala masing-masing sebesar 0,52% untuk busuk buah basah dan 1,23% untuk busuk buah kering; keduanya termasuk kategori ringan menurut klasifikasi yang digunakan. Rerata persentase tanaman terserang berdasarkan angka per kebun yang disajikan masing-masing mencapai 4,77% dan 7,78%. Dengan demikian, busuk buah kering memperlihatkan tingkat serangan lebih tinggi dibandingkan busuk buah basah pada kedua indikator pengamatan. Pemeriksaan morfologi menunjukkan struktur cendawan yang diduga berasosiasi dengan kelompok Colletotrichum pada gejala busuk buah basah dan Stigmina myristicae pada gejala busuk buah kering. Namun, identitas spesies dan peran patogeniknya masih memerlukan konfirmasi diagnostik lebih lanjut. Kelima kebun memperlihatkan variasi jarak tanam, komposisi tanaman penyerta, umur tanaman, dan praktik pemeliharaan, tetapi penelitian ini belum mengukur secara langsung pengaruh karakteristik tersebut terhadap perkembangan penyakit. Oleh karena itu, rendahnya intensitas kerusakan tidak dapat ditafsirkan sebagai bukti bahwa sistem dusung menghambat penyebaran patogen. Temuan ini menyediakan informasi dasar mengenai kondisi penyakit buah pala pada agroforestri pulau kecil dan mendukung perlunya pemantauan gejala, perbaikan sanitasi, serta pengelolaan tajuk secara kontekstual. Penelitian lanjutan perlu melibatkan lebih banyak kebun, pengamatan lintas musim, pengukuran iklim mikro, dan konfirmasi patogen untuk menguji hubungan antara struktur dusung dan kesehatan tanaman secara lebih meyakinkan. Pendekatan tersebut penting untuk memperkuat dasar ilmiah pengendalian penyakit yang efektif, berkelanjutan, dan sesuai dengan karakteristik agroekosistem kepulauan setempat.

Daftar Pustaka

[1] M. L. Salampessy, I. G. Febryano, and dan I. Bone, "Perlindungan Pada Sistem Agroforestri TRadisional 'Dusung' Pala Di Pohon Pelindung Pada Sistem Agroforestri Tradisonal," *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, vol. Vol.14, No, no. May, 2017.

[2] G. G. R. W. Wattie and S. Sukendah, "Peran Penting Agroforestri Sebagai Sistem Pertanian Berkelanjutan," *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perkebunan*, vol. 5, no. 1, 2023, doi: 10.55542/jipp.v5i1.506.

[3] A. B. Liunokas and F. F. Karwur, "Pala (Myristica fragrans Houtt) sebagai bioreaktor hayati senyawa fenilpropanoid: suatu kajian pustaka," *Jurnal Biologi Udayana*, vol. 24, no. 2, 2020, doi: 10.24843/jbiounud.2020.v24.i02.p05.

[4] B. Lohita Sari, N. S. A. Lily Elfrieda, K. Marsuan, P. Sapitri, and A. Hafidh, "Aktivitas Antioksidan Dan Studi In Silico Ekstrak Buah Pala (Myristica fragrans Houtt)," *Jurnal Farmamedika (Pharmamedica Journal)*, vol. 7, no. 1, 2022, doi: 10.47219/ath.v7i1.142.

[5] F. N. Ifriana and W. Kumala, "Pengaruh ekstrak biji pala (Myristica fragrans Houtt) sebagai antibakteri terhadap pertumbuhan Pseudomonas aeruginosa," *Jurnal Biomedika dan Kesehatan*, vol. 1, no. 3, 2018, doi: 10.18051/jbiomedkes.2018.v1.172-178.

[6] M. F. Rajih and N. A. Somadayo, "Aktivitas Antijamur Ekstrak Etanol Pala (Myristica fragrans HOUTT.) Terhadap Malassezia furfur DAN Tricophyton mentagrophytes," *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, vol. 6, no. 1, 2023, doi: 10.29313/jiff.v6i1.10063.

[7] M. Lovenia Salampessy, "Pengetahuan Ekologi Masyarakat Lokal dalam Pemilihan Pohon Pelindung Padasistem Agroforestri Tradisional 'Dusung' Pala di Ambon," *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, vol. 14, no. 2, 2017, doi: 10.20886/jpsek.2017.14.2.135-142.

[8] E. M. Nahor, E. R. Rindengan, R. N. Maramis, D. S. Rintjap, S. J. Soenjono, and D. E. Kalonio, "Potensi Antijamur Minyak Atsiri Daging Buah Pala (Myristica fragrans Houtt) Asal Pulau Sangihe Pada Malassezia furfur," *Jurnal Buana Farma*, vol. 5, no. 3, 2025, doi: 10.36805/jbf.v5i3.1513.

[9] A. M. Kalay, J. Lamerkabel, and F. T. Thenu, "Kerusakan Tanaman Pala Akibat Penyakit Busuk Buah Kering Dan Hama Penggerek Batang Di Kecamatan Leihitu Kabupaten Maluku Tengah," *Agrologia*, vol. 4, no. 2, 2018, doi: 10.30598/a.v4i2.204.

[10] A. M. Kalay, S. A. L. Jacobus, and J. , L. T. Frances, "Kerusakan Tanaman Pala Akibat Penyakit Busuk Buah Kering dan Hama Penggerek Batang di Kecamatan Leihitu Kabupaten Maluku Tengah," *Agrologia*, vol. 4, no. 2, 2015.

[11] N. Arahma, R. Handayani, V. Aulianshah, and N. Zakiah, "Uji daya aktivitas antelmintik perasan daun pala (Myristica fragrans houtt) terhadap cacing gelang ayam (Ascaridia galli) secara in vitro," *Nutrition and Health Insights*, vol. 1, no. 2, 2024, doi: 10.63197/nahi.v1i2.19.

[12] Jogeneis Patty, Costanza Uruilal, and Abraham Talahaturuson, "Analisis Kerusakan Tanaman Pala (Myristica fragrans Houtt.) akibat Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dan Strategi Pengelolaan Terpadu di Jazirah Leihitu," *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, vol. 7, no. 1, 2026, doi: 10.47687/snppvp.v7i1.2363.

[13] W. Rumahlewang, "Intensitas Kerusakan Tanaman Pala Akibat Serangan Jamur Marasmius sp. Penyebab Penyakit Hawar Benang di Kecamatan Leihitu Kabupaten Maluku Tengah," *COMSERVA : Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, vol. 3, no. 02, 2023, doi: 10.59141/comserva.v3i02.822.

[14] J. A. Patty, "Pengenalan Hama Penyakit Utama Tanaman Pala Dan Cengkeh Serta Teknik Pengendaliannya Di Desa Morekau, Kecamatan Seram Barat, Kabupaten Seram Bagian Barat," *JURNAL HIRONO*, vol. 3, no. 1, 2023, doi: 10.55984/hirono.v3i1.134.

[15] Y. Schaeffer-Novelli *et al.*, "Climate changes in mangrove forests and salt marshes," 2016. doi: 10.1590/S1679-875920160919064sp2.

[16] M. Mirna, M. A. Nasution, R. Ridwanto, and A. S. Daulay, "Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanol Dan Ekstrak Etil Asetat Daun Pala (Myristica fragrans Houtt) Secara Spektrofotometri Visible," *Forte Journal*, vol. 4, no. 1, 2024, doi: 10.51771/fj.v4i1.762.

[17] R. R. Tanasi, J. W. Hatulesila, and C. M. A. Wattimena, "Pengelolaan Agroforestri Dusung Berbasis Pala (Myristica fragrans, Houtt) di Negeri Seith Kecamatan Leihitu Kabupaten Maluku Tengah," *MARSEGU : Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 2, no. 3, 2025, doi: 10.69840/marsegu/2.3.2025.170-185.

[18] V. Y. Lameky, G. V. Nivaan, I. R. Akollo, and O. Tasijawa, "Minyak Atsiri Biji Pala (Myristica Fragrans Houtt) Terbukti Menurunkan Intensitas Nyeri Sendi di Kota Ambon," *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, vol. 15, no. 7, 2024.

[19] B. G. Bhernama, R. S. Nasution, and R. A. Nst, "Uji Fisikokimia Pada Sediaan Lip Balm Dari Minyak Pala (Myristica fragrans Houtt)," *AMINA*, vol. 4, no. 1, 2022, doi: 10.22373/amina.v4i1.2473.

[20] A. F. Suloi, "Bioaktivitas Pala (Myristica fragrans Houtt) Ulasan Ilmiah," *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*, vol. 3, no. 1, 2021, doi: 10.35308/jtpp.v3i1.3702.

[21] Halimathussadiah, D. Rahmawati, and N. Indriyanti, "Uji Aktivitas Minyak Atsiri Daun Pala (Myristica fragrans Houtt.) Sebagai Antibakteri," *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, no. April 2021, 2021.

[22] Aldo Rohmando and Hartini Hartini, "Pengaruh Intensitas Serangan Penyakit Busuk Buah Kakao (Phytophthora palmivora Bult) terhadap Kehilangan Hasil Kakao di Kecamatan Palolo Sulawesi Tengah," *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, vol. 5, no. 1, 2024, doi: 10.47687/snppvp.v5i1.1197.

[23] Muhammad Fajar Zikri, Cut Mulyani, and Yenni Marnita, "Tingkat Serangan Penyakit Busuk Buah Kakao (Phytophthora palmivora L.) Dan Kehilangan Hasil Tanaman Kakao Di Kecamatan Darul Ihsan Kabupaten Aceh Timur," *Jurnal Penelitian Agrosamudra*, vol. 9, no. 2, 2022, doi: 10.33059/jupas.v9i2.6565.

[24] K. Hairiah and S. Rahayu, "Mitigasi perubahan iklim agroforestri kopi untuk mempertahankan cadangan karbon lanskap," *Seminar kopi*, vol. 90, no. 0331, 2010.

[25] A. D. Utami, A. Fariyanti, Yusalina, Y. N. Muflikh, I. Maharani, and V. Miranda, "Menguatkan Agroforestri Kopi Indonesia: Strategi Kebijakan Menghadapi Risiko Iklim dan Fragmentasi Regulasi," *Policy Brief Pertanian, Kelautan, dan Biosains Tropika*, vol. 8, no. 1, 2026, doi: 10.29244/agro-maritim.0801.1577-1582.