

Observasi Penyakit pada Tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) di Perkebunan Kopi Solok Radjo

Arifda Ayu Swastini Waruwu*

Universitas Andalas, Dharmasraya, Indonesia

arifdaayu@agr.unand.ac.id*

| Received: 08/08/2024 | Revised: 13/07/2025 | Accepted: 15/07/2025 |

Copyright©2025 by authors, all rights reserved. Authors agree that this article remains permanently open access under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 International License

Abstrak

Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan bernilai ekonomi tinggi yang banyak dibudidayakan di wilayah dataran tinggi Sumatera Barat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis penyakit yang menyerang tanaman kopi Arabika di perkebunan Koperasi Solok Radjo. Penelitian dilaksanakan di Kebun Kopi Koperasi Solok Radjo dan Laboratorium Program Studi Agroekoteknologi, Departemen Budidaya Tanaman Perkebunan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Dharmasraya, Sumatera Barat. Kegiatan penelitian dilakukan melalui survei lapangan pada tanaman yang menunjukkan gejala penyakit, dilanjutkan dengan dokumentasi visual, pengambilan sampel jaringan terinfeksi, serta analisis mikroskopis dan identifikasi morfologi patogen di laboratorium. Hasil penelitian mengungkapkan tiga jenis penyakit utama, yaitu karat daun (*Hemileia vastatrix*), bercak daun (*Cercospora* sp.), dan busuk buah (*Fusarium* sp.), yang berpotensi mengurangi produktivitas serta kualitas biji kopi. Temuan ini menjadi landasan ilmiah bagi pengembangan strategi pengendalian penyakit yang tepat dan berkelanjutan, guna mendukung peningkatan mutu dan hasil produksi kopi Arabika.

Kata kunci: bercak daun, identifikasi patogen, karat daun, patogen.

Abstract

*Arabica coffee (Coffea arabica L.) is one of the high economic value plantation commodities widely cultivated in the highland areas of West Sumatra. This study aimed to identify diseases affecting Arabica coffee in the Solok Radjo Cooperative plantation. The study was conducted in coffee plantation by the Solok Radjo Cooperative and Laboratory of the Agroecotechnology, Department of Plantation Crop Cultivation, Faculty of Agriculture, Andalas University, Dharmasraya, West Sumatra. Field surveys were carried out on plants exhibiting disease symptoms, followed by visual documentation, sampling of infected tissues, and laboratory analysis through microscopic observation and morphological identification of pathogens. The results revealed three major diseases: leaf rust (*Hemileia vastatrix*), leaf spot (*Cercospora* sp.), and fruit rot (*Fusarium* sp.), all of which have the potential to reduce coffee bean productivity and quality. These findings provide a*

scientific basis for developing effective and sustainable disease management strategies to support the improvement of Arabica coffee quality and production.

Keywords: leaf spots, pathogens identification, leaf rust, pathogens.

Pendahuluan

Kopi (*Coffea* sp.) merupakan salah satu komoditas perkebunan strategis yang berperan penting dalam perekonomian nasional, baik melalui kontribusi ekspor maupun pendapatan petani. Indonesia termasuk produsen kopi terbesar keempat di dunia setelah Brasil, Vietnam, dan Kolombia, dengan produksi pada tahun 2022 mencapai sekitar 793 ribu ton dan produktivitas rata-rata 832 kg per hektar (BPS, 2024). Dari total luas areal 1,25 juta hektar, sebagian besar (98,14%) dikelola oleh perkebunan rakyat.

Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) merupakan salah satu jenis kopi yang paling luas dibudidayakan secara global, dengan nilai ekonomi yang signifikan. Hal ini terutama disebabkan oleh cita rasanya yang unik dan diminati oleh pasar internasional. Kopi Arabika terkenal karena rasa dan aromanya yang khas serta harga jual yang lebih tinggi (Wintgens, 2009). Kopi Arabika menjadi salah satu komoditas unggulan yang dibudidayakan di daerah berhawa sejuk dengan ketinggian lebih dari 1000 meter di atas permukaan laut. Kabupaten Solok di Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu sentra produksi kopi Arabika, dengan sistem pengelolaan berbasis koperasi, seperti yang diterapkan oleh Koperasi Solok Radjo. Meski demikian, tanaman kopi Arabika juga menghadapi ancaman dari berbagai organisme pengganggu tanaman (OPT), khususnya patogen penyebab penyakit, yang berpotensi menurunkan produktivitas dan kualitas hasil panen.

Salah satu penyakit utama yang menjadi tantangan dalam budidaya kopi adalah karat daun, yang disebabkan oleh *Hemileia vastatrix*. Penyakit ini telah menjadi masalah serius di berbagai sentra produksi kopi di Indonesia. Serangannya ditujukan pada bagian daun tanaman, mengakibatkan penurunan aktivitas fotosintesis dan menyebabkan daun gugur lebih awal, sehingga menurunkan hasil panen buah kopi (Agrios, 2005; Semangun, 2000). Di sejumlah wilayah, seperti di Kabupaten Gowa, tingkat serangan penyakit karat daun pada tanaman kopi tercatat cukup tinggi, dengan rata-rata mencapai 59 %. Beberapa lokasi pengamatan bahkan menunjukkan tingkat serangan yang tergolong berat, yaitu di atas 50 % (Nurhidayah *et al.*, 2025). Tidak hanya penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*), di kawasan Hutan Kemasyarakatan Sumatera Barat juga ditemukan beberapa penyakit lain pada tanaman kopi, yaitu busuk buah kopi (*Colletotrichum* sp.), bercak daun kopi (*Cercospora coffeicola*), dan jamur upas (*Upasia salmonicolor*) (Leonardo & Milantara, 2023).

Upaya peningkatan produksi tanaman kopi memerlukan pemahaman yang menyeluruh terhadap kondisi pertumbuhan tanaman, termasuk apakah tanaman mengalami gangguan akibat serangan penyakit. Informasi spesifik terkait keberadaan penyakit pada kopi Arabika di Koperasi Solok Radjo masih terbatas, padahal wilayah ini merupakan salah satu penghasil kopi unggulan Sumatera Barat. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi penyakit yang menyerang kopi Arabika di perkebunan Koperasi Solok Radjo melalui observasi gejala makroskopis di lapangan dan analisis mikroskopis di laboratorium. Melalui identifikasi ini, diharapkan dapat diperoleh informasi mengenai jenis penyakit dan patogen penyebabnya,

sehingga dapat ditentukan metode pengendalian penyakit yang sesuai untuk meningkatkan kesehatan dan produktivitas tanaman kopi.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di areal budidaya kopi yang dikelola Koperasi Solok Radjo berlokasi di Kabupaten Solok, Sumatera Barat. Penentuan lokasi pengamatan dilakukan secara acak menggunakan metode *Simple Random Sampling*. Sampel tanaman diambil secara acak dari 5 titik pengambilan. Setiap titik dipilih dan diambil 5 tanaman sebagai sampel. Pada setiap areal pengamatan, dilakukan identifikasi terhadap tanaman kopi yang menunjukkan gejala serangan penyakit oleh cendawan patogen. Pengamatan di lapangan mencakup identifikasi gejala penyakit yang muncul pada tanaman kopi, dengan fokus utama pada gejala yang ditimbulkan oleh infeksi cendawan patogen, baik pada bagian daun, batang, akar, maupun organ tanaman lainnya.

Gejala diamati secara makroskopis pada daun, batang, buah, dan bagian tanaman lainnya, meliputi bentuk, warna, dan pola sebaran bercak atau kerusakan. Bagian tanaman yang terinfeksi tersebut kemudian dikoleksi dan dibawa ke Laboratorium Program Studi Agroekoteknologi, Departemen Budidaya Tanaman Perkebunan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus III Dharmasraya, untuk dianalisis lebih lanjut secara mikroskopis. Identifikasi mikroskopis dilakukan dengan mikroskop cahaya untuk mengamati struktur reproduktif patogen yang terdapat pada jaringan tanaman. Hasil pengamatan ini dikonfirmasi dengan mencocokkan karakter morfologi cendawan menggunakan buku kunci identifikasi oleh Barnett dan Hunter (1998), yang menjadi referensi utama dalam penentuan taksonomi cendawan. Metode analisis data dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif gejala yang disebabkan oleh penyakit tanaman kopi. Pengamatan penyebab penyakit dilakukan secara mikroskopis dan difokuskan pada karakter morfologi cendawan serta keberadaan atau ketiadaan spora.

Hasil dan Pembahasan

Hasil observasi makroskopis terhadap gejala penyakit yang ditemukan pada tanaman kopi di areal perkebunan milik Koperasi Solok Radjo disajikan pada gambar berikut.

Gejala penyakit karat daun pada kopi



Gambar 1. Gejala penyakit karat daun pada tanaman kopi

Hasil pengamatan pada tanaman kopi menunjukkan gejala penyakit karat pada daun kopi dengan berupa bintik-bintik halus berwarna oranye kekuningan (Gambar 1). Gejala awal penyakit karat daun kopi ditandai dengan munculnya bintik-bintik halus berwarna oranye pada permukaan bawah daun. Sehingga akhirnya bintik tersebut membentuk bercak yang meluas dan mengurangi luas permukaan fotosintetik dan berdampak negatif terhadap pertumbuhan serta produktivitas tanaman kopi (Agrios, 2005).

Gejala penyakit karat daun dapat diamati pada kedua permukaan daun, baik atas maupun bawah, yang ditandai dengan munculnya bercak berwarna kuning hingga jingga menyerupai serbuk. Daun yang terinfeksi awalnya menunjukkan bercak kuning yang kemudian berkembang menjadi cokelat. Jika diamati dari bagian bawah daun, bercak yang semula berwarna kuning muda akan berubah menjadi kuning tua, disertai tampilan serbuk berwarna oranye atau jingga yang merupakan uredospora dari cendawan *Hemileia vastatrix*. Pada tahap lanjut, bercak-bercak cokelat pada daun dapat menyatu membentuk area nekrotik yang lebih luas, mengering, dan menyebabkan daun gugur (Harni *et al*, 2018).

Penyakit karat daun kopi ialah penyakit utama yang menyerang tanaman kopi Arabika, yang disebabkan oleh cendawan *Hemileia vastatrix*. Patogen ini bersifat spesifik terhadap kopi jenis Arabika. Penyakit karat daun berpotensi menyebar dengan cepat pada kondisi lingkungan yang ditandai oleh curah hujan tinggi, kelembapan tinggi, serta suhu yang hangat (Maryani & Zelika, 2022). Budidaya kopi arabika mengalami penurunan produktivitas akibat serangan penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*), yang pertama kali terdeteksi di Indonesia pada tahun 1876. Jenis kopi ini hanya mampu tumbuh secara optimal di daerah dengan ketinggian lebih dari 1000 meter di atas permukaan laut, di mana tingkat serangan patogen tersebut cenderung lebih rendah (Prastowo *et al*, 2010).

Pengendalian penyakit karat daun kopi dapat dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu dengan penggunaan varietas tahan, kultur teknis yaitu penyiangan, pemupukan, pemangkasan, dan pengelolaan naungan. Selain itu dapat pula dilakukan dengan penggunaan fungisida nabati. Salah satu fungisida yang sudah dimanfaatkan penggunaannya adalah ekstrak biji mahoni dengan konsentrasi 0,1-0,2 % yang efektif menekan perkembangan karat daun. Selain itu, bawang putih juga dikenal mampu menekan perkembangan penyakit karat daun. Kandungan flavonoid yang berada di dalam bawang putih bersifat sebagai anti cendawan sehingga mampu menurunkan intensitas serangan karat daun kopi (Astuti & Wibawanti, 2022).

Gejala penyakit bercak daun kopi



Gambar 2. Gejala penyakit bercak daun pada tanaman kopi

Gejala penyakit kedua yang didapat dari hasil pengamatan adalah gejala bercak daun. Gejala bercak berbentuk bulat panjang dan awalnya klorosis, kemudian gejala bercak meluas ke

tepian daun berwarna coklat dan berkembang. Penyakit bercak daun pada tanaman kopi disebabkan oleh cendawan *Cercospora coffeicola*. Gejala yang muncul berupa bercak-bercak bulat berwarna cokelat kemerahan hingga cokelat tua pada permukaan daun, dengan tepi yang jelas dan sedikit cekung. Pada bercak yang sudah tua, bagian tengahnya tampak berwarna putih keabu-abuan, sering kali disertai serbuk hitam yang merupakan kumpulan konidium cendawan tersebut (Agrios, 2005). Bercak ini paling mudah diamati dari permukaan atas daun, dengan diameter umumnya kurang dari 5 mm. Namun, dalam kondisi lingkungan yang lembap atau basah, ukuran bercak cenderung membesar dan jumlahnya dapat meningkat secara signifikan. Perkembangan bercak yang lebih luas dalam kelembapan tinggi disebabkan oleh kondisi yang mendukung pertumbuhan dan penyebaran patogen, sehingga mempercepat proses infeksi dan kerusakan jaringan daun (Rizwan, 2021). Kondisi iklim di berperan penting dalam perkembangan penyakit *Cercospora*, mengingat patogen ini memiliki preferensi terhadap lingkungan dengan kelembapan tinggi. Penyakit bercak daun yang disebabkan oleh *Cercospora* memerlukan pemantauan secara berkesinambungan karena tingginya kerentanan tanaman kopi terhadap infeksi tersebut (Luthfia *et al*, 2024).

Gejala penyakit bercak daun dapat ditemukan pada organ daun maupun buah tanaman. Pada daun yang terinfeksi, muncul bercak yang awalnya berwarna kuning, dengan tepian bercak dikelilingi oleh halo berwarna kuning. Jaringan yang mengalami bercak dapat mengalami pembusukan hingga mencapai biji, sehingga berpotensi menurunkan mutu hasil panen (Mawardi *et al*, 2008). Upaya pengendalian diperlukan mengingat penyakit bercak daun dapat menyebar melalui spora yang terbawa oleh angin, percikan air hujan, maupun serangga. Pengendalian yang efektif meliputi penerapan metode biologis yang bertujuan memperlambat perkembangan patogen (Luthfia *et al*, 2024).

Gejala penyakit busuk buah kopi



Gambar 3. Buah kopi yang terserang penyakit busuk buah

Penyakit busuk buah pada tanaman kopi merupakan salah satu permasalahan penting dalam budidaya kopi yang disebabkan oleh cendawan patogen dari genus *Fusarium*. Patogen ini dikenal bersifat parasitik dan mampu menginfeksi berbagai bagian tanaman, khususnya buah dan biji, yang berakibat pada penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen. Menurut Soertoningsih *et al*. (1989), *Fusarium sp.* sering ditemukan sebagai penyebab utama infeksi pada jaringan buah dan biji-bijian, serta mampu menimbulkan berbagai gejala seperti kelayuan tanaman, *damping-off* pada bibit, dan pembusukan pada buah serta biji. Cendawan ini tidak hanya merusak secara fisik, tetapi juga menghasilkan senyawa toksik seperti asam fusarat (*fusaric acid*) dan *fumonisin*, yang

berperan dalam memperparah tingkat keparahan penyakit. Senyawa toksin ini memiliki efek merugikan pada tanaman inang, salah satunya adalah mengganggu stabilitas membran plasma sel tanaman. Hal ini menyebabkan tanaman menjadi lebih rentan terhadap stres lingkungan dan mempercepat proses kerusakan jaringan.

Infeksi *Fusarium* sp. umumnya meningkat selama musim hujan, khususnya di wilayah dengan kelembaban tinggi dan iklim basah, yang merupakan kondisi ideal bagi pertumbuhan dan penyebaran patogen. Mekanisme penularan utamanya terjadi melalui percikan atau aliran air yang telah terkontaminasi oleh spora cendawan, sehingga memungkinkan penyebaran penyakit dalam skala yang lebih luas.

Salah satu agen hayati yang telah banyak dimanfaatkan untuk mengendalikan penyakit layu yang disebabkan oleh *Fusarium* sp. adalah cendawan antagonis *Trichoderma* sp. Cendawan ini termasuk kelompok dekomposer saprofitik yang hidup di dalam tanah dan berfungsi dalam proses dekomposisi bahan organik. Selain perannya dalam memperbaiki kesuburan tanah, *Trichoderma* sp. juga dikenal sebagai agen pengendali hayati yang efektif terhadap berbagai jenis patogen tular tanah. Kemampuan antagonistik *Trichoderma* didasarkan pada sifat hiperparasitismenya, yaitu kemampuannya untuk menyerang dan menghambat pertumbuhan cendawan patogen lain.

Hasil pengamatan mikroskopis patogen penyebab penyakit tanaman kopi di Laboratorium Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Andalas ditemukan terdapat tiga jenis cendawan patogen. Setelah diidentifikasi, cendawan tersebut diduga adalah sebagai berikut.

Cendawan patogen *Hemileia* sp.



Gambar 4. Konidia cendawan *Hemileia vastatrix*

Penyebaran penyakit ini sangat bergantung pada uredospora, yaitu spora asexual yang diproduksi dalam jumlah besar oleh patogen. Spora atau konidiospora *Hemileia vastatrix* terlihat pada gambar 2. Infeksi terjadi ketika spora mendarat pada permukaan daun dan berkecambah, kemudian menembus jaringan tanaman melalui stomata yang terletak di bagian bawah daun. Penularan spora dapat terjadi melalui berbagai perantara, seperti percikan air hujan, hembusan angin, serangga, burung, bahkan aktivitas manusia di lahan perkebunan. Perkecambahan spora sangat dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan lingkungan, dengan suhu optimum berkisar antara 21–25°C serta keberadaan air bebas yang memfasilitasi infeksi. Daun yang terletak pada buku ke-2 dan ke-3 dari pucuk tanaman diketahui memiliki kerentanan lebih tinggi terhadap infeksi, karena umumnya berada pada fase fisiologis yang lebih muda dan aktif secara metabolik, sehingga lebih mudah ditembus oleh patogen (Prastowo *et al*, 2010). Pemahaman mengenai siklus

hidup dan mekanisme penyebaran *H. vastatrix* menjadi dasar penting dalam merancang strategi pengendalian yang tepat dan berkelanjutan terhadap penyakit karat daun kopi.

Perkembangan penyakit karat daun pada tanaman kopi dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban udara, curah hujan, kecepatan angin, dan intensitas cahaya matahari. Suhu yang lebih tinggi cenderung menghambat peningkatan intensitas penyakit ini. Hal ini sejalan dengan temuan dari Waller *et al.* (2007), Semangun (2000), dan Arneson (2000), yang menyatakan bahwa infeksi patogen *Hemileia vastatrix* pada daun kopi terjadi pada rentang suhu antara 15°C hingga 28°C. Suhu optimal untuk pertumbuhan penyakit berkisar antara 21–25°C, sementara suhu di atas 15°C di sekitar tanaman kopi dapat memperlambat perkembangan patogen. Curah hujan juga berkontribusi dalam meningkatkan kelembapan lingkungan, yang mendukung proses perkecambahan uredospora serta memfasilitasi penyebaran cendawan *Hemileia vastatrix*. Sebaliknya, paparan sinar matahari langsung pada permukaan daun dapat menghambat perkecambahan uredospora dan memperpanjang masa inkubasi penyakit karat daun. Uredospora menyebar melalui berbagai media, termasuk percikan air hujan, aliran angin, serangga seperti thrips, burung, serta aktivitas manusia (Harni *et al.*, 2018).

Cendawan patogen *Cercospora* sp.



Gambar 5. Konidia cendawan *Cercospora* sp.

Cendawan ini membentuk konidia yang bersel banyak (multiseluler) dengan bentuk memanjang dan ramping. Warna konidia bervariasi dari tidak berwarna (hialin) hingga gelap, serta memiliki bentuk yang lurus hingga sedikit melengkung. Konidia tersebut dihasilkan pada konidiofor yang berukuran pendek dan berwarna gelap (Agrios, 2005). Cendawan dapat bertahan hidup di sisa-sisa tanaman pada permukaan atau di dalam tanah dan konidium disebarkan oleh hujan, infeksi awal terjadi pada daun di dekat tanah. Kelembapan dan suhu tinggi memicu pembentukan spora. Dedauan yang lebat meningkatkan kelembapan relatif tinggi juga meningkatkan penyakit (Soesanto, 2020).

Cendawan patogen *Fusarium sp.*



Gambar 6. Konidia cendawan *Fusarium sp.*

Penyakit busuk buah kopi yang disebabkan oleh cendawan *Fusarium sp.* umumnya muncul pada musim hujan, khususnya di wilayah dengan kelembapan tinggi dan kondisi iklim yang basah. Lingkungan yang lembap menjadi faktor pendukung utama bagi pertumbuhan dan penyebaran patogen ini. Penyakit ini biasanya menyebar melalui media air, di mana aliran air yang telah terkontaminasi spora cendawan menjadi jalur utama penularannya, sehingga cakupan penyebarannya dapat menjadi sangat luas. Gejala awal infeksi yang ditimbulkan oleh *Fusarium sp.* biasanya ditandai dengan munculnya bercak hitam di sekitar area lubang buah kopi. Seiring waktu, bercak ini akan berkembang dan meluas hingga menutupi seluruh permukaan buah. Dalam banyak kasus, permukaan buah yang terinfeksi juga tampak ditumbuhi spora berwarna putih, yang merupakan ciri khas dari keberadaan cendawan tersebut (Munawaroh *et al.*, 2021).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada tanaman kopi di perkebunan kopi milik Koperasi Solok Radjo, Kabupaten Solok, Sumatera Barat, dapat disimpulkan bahwa terdapat tiga jenis cendawan penting yang berhasil diidentifikasi sebagai penyebab penyakit pada kopi Arabika, yaitu:

1. *Hemileia vastatrix* sebagai penyebab penyakit karat daun kopi
2. *Phoma sp.* sebagai penyebab penyakit bercak daun kopi
3. *Fusarium sp.* sebagai penyebab penyakit busuk buah kopi

Temuan ini memberikan gambaran awal mengenai penyakit yang berpotensi menurunkan produktivitas kopi Arabika di Solok Radjo. Informasi tersebut dapat dijadikan dasar bagi petani dan pengelola kebun dalam memilih strategi pengendalian yang tepat, seperti penggunaan varietas tahan, pengelolaan sanitasi kebun, dan penerapan pemangkasan selektif untuk mengurangi sumber inokulum. Untuk mendukung pengendalian yang berkelanjutan, penelitian lanjutan disarankan mencakup evaluasi efektivitas berbagai metode pengendalian, baik secara hayati maupun kimiawi, serta analisis keterkaitan antara faktor lingkungan dengan tingkat keparahan penyakit.

Daftar Pustaka

Agrios, G. (1999). *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

- Astuti, Y., Wibawanti, R. (2022). *Efektivitas Pengendalian OPT pada Tanaman Kopi dengan Pestisida Nabati di Kabupaten Tanjng Jabung Barat Provinsi Jambi*. Direktorat Perlindungan Perkebunan Kemneterian Pertanian.
- BPS. (2024). *Statistik Kopi Indonesia (Sub Direktorat Statistik Tanaman Perkebunan (ed.))*. Badan Pusat Statistik/BPS-Statistics Indonesia.
- Harni, R., Samsudin, Amaria, W., Indriati ,G., Soesanthy, F., Khaerati, Taufiq, E., Hasibuan, A.M., Hapsari, A.D. (2018). *Teknologi Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Kopi*. IAARD Press. Jakarta
- Leonardo, V & Milantara, N. (2023). Hama dan Penyakit Kopi Arabika (*Coffea arabika*) di HKM Solok Radjo, Aie Dingin, Kecamatan Lembah Gumanti, Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat. *SYLVA: Jurnal penelitian ilmu-ilmu kehutanan* 12(1), 12-20.
- Luthfia, I.S., Ibrahim, Y., & Rahmat, A. (2024). Identification pests and diseases of coffee plant on Mount Puntang as a basis for integrated pest management to support sustainable development goals. *Jurnal Mangifera Edu* 9 (1), 46-55.<https://doi.org/10.31943/mangiferaedu.v9i1.203>.
- Maryani, S. & Zelika, S. A. (2022). Tingkat Keparahan Penyakit Karat Daun Tanaman Kopi Liberika Pada Lahan Gambut Kebun Raya Sriwijaya Provinsi Sumatera Selatan. *Publikasi Penelitian Terapan dan Kebijakan*, 5(2).
- Mawardi, S., Hulupi, R., Wibawa, A., Wiryadiputra, S., & Yusianto. (2008). *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika Gayo*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia
- Munawaroh, A. Z., Alfarisi, A. I., Diani, C. M., Desinta, R., & Nurazizah, S. (2021). Penyakit yang menyerang buah kopi (*Coffea* spp). *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 1(2), 1284-1291.
- Nurhidayah, Parawansa, A.K., Suherah. (2025). Intensitas Serangan Penyakit Karat Daun (*Hemileia vastatrix*) pada Tanaman Kopi Kabupaten Gowa. *Jurnal AGrotekMAS* 6 (1) : 80-85.
- Prastowo, B., Karmawati, E., Rubiyo, Siswanto, Indrawanto, C., Munarso. (2010). *Budidaya dan Pasca Panen Kopi*. Eska Media: Pusat Penelitian dan Perkembangan Perkebunan.
- Semangun, H. (2000). *Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. p. 835
- Soertoningsih, Yulianto & Tryni, S.K. (1989). Pengaruh Suhu dan Fungisida Terhadap Pertumbuhan Jamur *Fusarium* sp pada Media Biji-bijian. Pertemuan Tahunan V. Perhimpunan Entomology Indonesia Cabang Ujung Pandang dan Fitopatologi Indonesia Komisariat Sulawesi Selatan.
- Soesanto, L. (2020). *Kompendium Penyakit-Penyakit Kopi*. Lily Publisher. Yogyakarta
- Wintgens, J. N. (2009). *Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production: A Guidebook for Growers, Processors, Traders, and Researchers*. 2nd edition, Wiley-VCH