

**INTENSITAS SERANGAN PENYAKIT KARAT DAUN
(*Hemileia vastatrix*) PADA BERBAGAI VARIETAS KOPI DI
DESA LUMBAN RUHAP KECAMATAN HABINSARAN
KABUPATEN TOBA**

SKRIPSI

OLEH:

AMRIL SYAHPUTRA PANE

218210021



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 22/4/26

Access From (repositori.uma.ac.id)22/4/26

**INTENSITAS SERANGAN PENYAKIT KARAT DAUN
(*Hemileia vastatrix*) PADA BERBAGAI VARIETAS KOPI DI
DESA LUMBAN RUHAP KECAMATAN HABINSARAN
KABUPATEN TOBA**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelara Sarjana di Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Medan Area*

OLEH

AMRIL SYAHPUTRA PANE

NPM : 218210021

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 22/4/26

Access From (repositori.uma.ac.id)22/4/26

HALAMAN PENGESAHAN

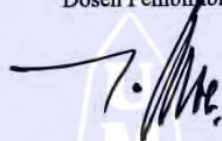
Judul Skripsi : INTENSITAS PENYAKIT KARAT DAUN (*Hemileia vastatrix*) PADA BERBAGAI VARIETAS KOPI DI DESA LUMBAN RUHAP KECAMATAN HABINSARAN KABUPATEN TOBA

Nama : AMRIL SYAHPUTRA PANE

NPM : 218210021

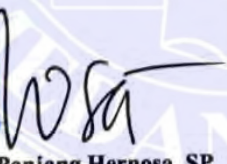
Prodi / Fakultas : AGROTEKNOLOGI/PERTANIAN

Disetujui Oleh:
Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Zulheri Noer, MP
Pembimbing

Diketahui Oleh :



Dr. Siswa Panjang Hernosa, SP., M.Si
Dekan



Angga Ade Sahfitra, SP., M.Sc
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus : 14 Agustus 2025

HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini dikutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 27 Oktober 2025



Amril Syahputra Pane

218210021

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Amril Syahputra Pane
NPM : 218210021
Program Studi : Agroteknologi
Fakultas : Pertanian
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: Intensitas Serangan Penyakit Karat Daun (*Hemileia vastatrix*) Pada Berbagai Varietas Kopi Di Desa Lumban Ruhap Kecamatan Habinsaran Kabupaten Toba. Dengan hak bebas royalti noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media atau formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*) merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat : Medan

Pada tanggal : 27 Oktober 2025

Yang menyatakan



(Amril Syahputra Pane)

ABSTRAK

Kopi (*Coffea*) merupakan komoditas perkebunan yang memegang peranan penting dalam perekonomian Indonesia. Komoditas ini diperkirakan menjadi sumber pendapatan utama tidak kurang dari 1,84 juta keluarga yang sebagian besar mendiami kawasan pedesaan di wilayah-wilayah terpencil. Penyakit karat daun yang disebabkan oleh *Hemileia vastatrix* merupakan Penyakit yang sering menyerang tanaman kopi. Hal ini menyebabkan penularan penyakit karat daun ini hanya menginfeksi tanaman sekitar inang penyakit. Hampir 20 -70% kerugian tanaman kopi Arabika, Robusta dan Sigarar Utang yang disebabkan oleh kehilangan hasil produksi karena penyakit karat daun. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data Intensitas penyakit karat daun pada Desa Lumban Ruhap Kecamatan Habinsaran Kabupaten Toba. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas penyakit karat daun pada tanaman kopi di Desa Lumban Ruhap Kecamatan Habinsaran Kabupaten Tobasa sangat bervariasi, antara 15%-50%. Untuk Intensitas serangan tertinggi terdapat pada Kopi Robusta yang ditanam diketinggian 1200 mdpl yaitu dengan rata-rata Intensitas Penyakit 57.6% dan Kejadian Penyakit 100%. Dari pengamatan tersebut maka rata-rata serangan penyakit karat daun pada tanaman Kopi Robusta masih relatif sedang, belum sampai ke tahap keparahan. Hal ini disebabkan karena faktor lingkungan yang mendukung untuk menghambat perkembangan uredospora bagi penyakit karat daun. Diposisi kedua terdapat serangan penyakit karat daun pada Tanaman Kopi Arabika yang ditanam diketinggian 1300 mdpl yaitu dengan rata-rata Intensitas Penyakit 45.8% dan Kejadian Penyakit 100%. Dari pengamatan tersebut maka rata-rata serangan penyakit karat daun pada tanaman Kopi Arabika masih relatif sedang, belum mencapai ambang keparahan. Dan untuk diposisi terakhir yaitu varietas Kopi Sigarar Utang/Ateng yang ditanam diketinggian 1200 mdpl dengan serangan penyakit karat daun yaitu rata rata Intensitas Penyakit 34.6% dan Kejadian Penyakit 100%. Dari hasil pengamatan tersebut dapat disimpulkan penyakit karat daun pada tanaman Kopi Sigarar Utang masih relatif sedang, belum mencapai tingkat keparahan.

Kata Kunci : Arabika, Robusta, Sigarar Utang, *Hemileia vastatrix*.

ABSTRACT

Coffee (Coffea) is a plantation commodity that plays an important role in the Indonesian economy. This commodity is estimated to be the main source of income for no less than 1.84 million families, most of whom live in rural areas in remote areas. Leaf rust disease caused by Hemileia vastatrix is a disease that often attacks coffee plants. This causes the transmission of this leaf rust disease only infects plants around the disease host. Nearly 20-70% of losses in Arabica, Robusta, and Sigarar Utang coffee plants are caused by production losses due to leaf rust disease. This study aims to obtain data on the intensity of leaf rust disease in Lumban Ruhap Village, Habinsaran District, Toba Regency. The results showed that the intensity of leaf rust disease in coffee plants in Lumban Ruhap Village, Habinsaran District, Tobasa Regency varies greatly, between 15%-50%. The highest attack intensity was found in Robusta coffee planted at an altitude of 1200 meters above sea level, with an average disease severity of 57.6% and a disease incidence of 100%. From these observations, the average leaf rust disease attack on Robusta coffee plants is still relatively moderate, not yet reaching the severity stage. This is due to environmental factors that support inhibiting the development of uredospores for leaf rust disease. In second place is the leaf rust disease attack on Arabica coffee plants planted at an altitude of 1300 meters above sea level, with an average disease severity of 45.8% and a disease incidence of 100%. From these observations, the average leaf rust disease attack on Arabica coffee plants is still relatively moderate, not yet reaching the severity threshold. And in the last position is the Sigarar Utang/Ateng coffee variety planted at an altitude of 1200 meters above sea level with a leaf rust disease attack, namely an average disease severity of 34.6% and a disease incidence of 100%. From these observations, it can be concluded that leaf rust disease on Sigarar Utang coffee plants is still relatively moderate, not yet reaching the severity level.

Keywords : Arabica, Robusta, Sigarar Utang, *Hemileia vastatrix*.

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di PO Manduamas, Sibolga, Sumatera Utara pada tanggal 10 Juni 2003. Lahir dari orang tua bernama Dapot Pane (Ayah) dan Lisbeth Simanjuntak (Ibu). Merupakan anak bungsu dari tiga bersaudara. Menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD ROM KATHOLIK Kota Tanjung Balai, lulus pada tahun 2015. Setelah itu melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Kota Tanjung Balai, lulus pada tahun 2018. Kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 2 Kota Tanjung Balai dan lulus pada tahun 2021. Pada tahun 2021 melanjutkan pendidikannya dan menjadi mahasiswa di Fakultas Pertanian Universitas Medan Area pada Program Studi Agroteknologi.

Selama menjalani perkuliahan, penulis mengikuti kegiatan berprestasi seperti Young Agropreneur pada tahun 2022 dan menjadi Asisten Dosen pada mata kuliah Praktikum Biologi Pertanian pada tahun 2022. Juga aktif mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Agroteknologi (Himagro) serta sangat aktif menjadi peserta beberapa seminar seperti Seminar Hai Sawit dan Seminar Pengembangan Kewirausahaan Nasional. Pada tahun 2024 melaksanakan kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) yang dilaksanakan di PT Socfin Indonesia Kebun Bangun Bandar, Kec. Dolok Masihul, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan kasih karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “Intensitas Serangan Penyakit Karat Daun (*Hemileia vastatrix*) Pada Berbagai Varietas Kopi Di Desa Lumban Ruhap Kecamatan Habinsaran Kabupaten Toba” yang merupakan salah satu syarat kelulusan strata satu pada program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.

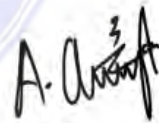
Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Siswa Panjang Hernosa, SP., M.Si selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.
2. Angga Ade Sahfitra, SP., M.Sc Selaku Ketua Prodi Agroteknologi Universitas Medan Area
3. Bapak Dr. Ir. Zulheri Noer, MP selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan memberikan saran dan motivasi serta yang telah banyak membantu saya selama masa penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Ir. Magdalena Saragih, MP yang telah banyak membantu saya dalam analisis lab dan memberikan masukan seputaran skripsi karat daun.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh staf dan pegawai Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.
6. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah banyak memberikan dorongan semangat maupun material kepada penulis.

7. Annisa 218210045 yang selalu memberikan semangat dan dorongan kepada saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Seluruh rekan-rekan pertanian khususnya Mahasiswa/Mahasiswi program studi Agroteknologi angkatan 21 yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan proposal ini ini.
9. Semua pihak yang telah membantu selama penyusunan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Penulis berharap agar para pembaca dan pihak lain yang membutuhkan dapat mengambil manfaat dari skripsi ini.

Penulis



Amril Syahputra Pane

Medan, 27 Oktober 2025

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	iv
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
I.PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
II.TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Tanaman Kopi.....	7
2.2. Jenis jenis Tanaman Kopi	9
2.2.1. Kopi Robusta	9
2.2.2. Kopi Arabika.....	10
2.2.3. Kopi Sigarar Utang	11

2.3. Teknik Budidaya Kopi.....	12
2.3.1. Syarat Tumbuh Tanaman Kopi.....	12
2.3.2. Bercocok Tanam Tanaman Kopi.....	14
2.3.3. Pemupukan	15
2.4. Penyakit Karat Daun (<i>Hemileia Vastatrix</i>)	16
III.METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.2. Bahan dan Alat Penelitian.....	22
3.3. Metode Penelitian.....	22
3.4. Metode Pengambilan Data	22
3.5. Pelaksanaan Penelitian.....	23
3.5.1. Penentuan Lokasi Penelitian.....	23
3.5.2. Penentuan Lokasi Tanaman Sampel	24
3.5.3. Penentuan Tanaman Sampel	24
3.5.4. Prosedur Penelitian.....	24
3.6. Parameter Pengamatan	26
3.7. Isolasi dan Identifikasi Cendawan <i>H. vastatrix</i>	28
3.8. Hubungan Epidemiologi dan Agroklimatologi untuk Perkembangan Karat Daun	29
IV.HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1. Keadaan Lokasi Penelitian.....	30
4.2.Intensitas Penyakit Tanaman Kopi.....	30
4.2.1.Kopi Arabika.....	30
4.2.2.Kopi Robusta.....	32
4.2.3. Kopi Sigarar Utang	34

4.3. Gejala Serangan <i>H. vastatrix</i>	35
4.4. Identifikasi Penyakit Karat Daun	38
4.5. Hubungan Epidemiologi dan Agroklimatologi terhadap Perkembangan Karat Daun pada Tanaman Kopi	40
4.5.1 Naungan.....	43
4.5.2 Jarak Tanam.....	43
4.5.3 Pemupukan	44
4.5.4 Ketinggian Tempat	44
V. PENUTUP	45
5.1. Kesimpulan	45
5.2. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	51

DAFTAR TABEL

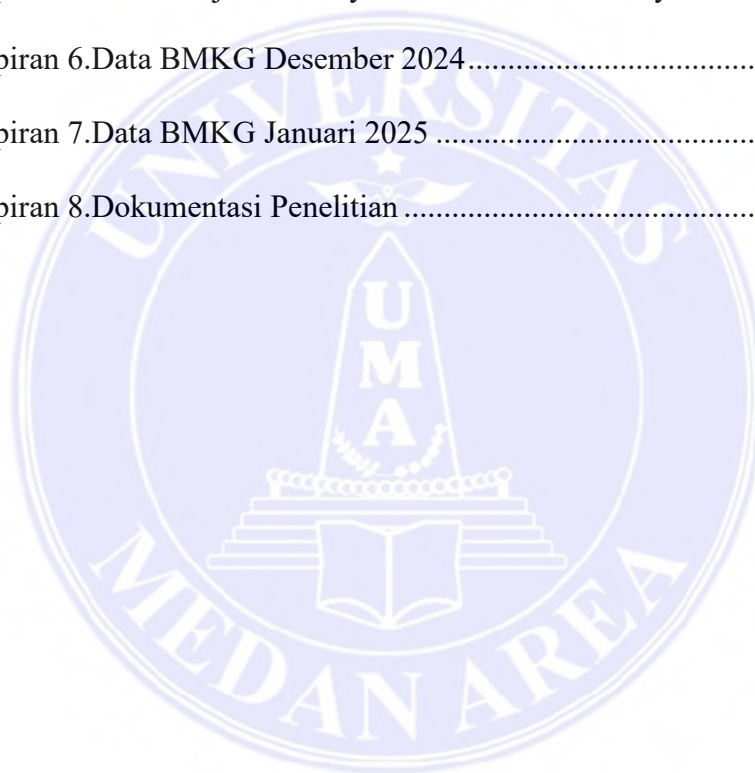
No	Keterangan	Halaman
1.	Tabel 1. Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Kopi Kabupaten Toba Tahun 2021	3
2.	Tabel 2. Model Skoring	27
3.	Tabel 3. Skala Tingkat Kerusakan Tanaman	28
4.	Tabel 4. Lokasi dan Ketinggian Tempat di Desa Lumban Ruhap Kecamatan Habinsaran Kabupaten Toba	30
5.	Tabel 5. Intensitas Penyakit dan Kejadian Penyakit Kopi Arabika	31
6.	Tabel 6. Intensitas Penyakit dan Kejadian Penyakit Kopi Robusta.....	33
7.	Tabel 7. Intensitas Penyakit dan Kejadian Penyakit Kopi Sigarar Utang	34
8.	Tabel 8. Data Agroklimat Desa Lumban Ruhap.....	41
9.	Tabel 9. Jenis naungan, jarak tanam, ketinggian tempat dan pupuk pada tanaman kopi desa Lumban Ruhap	43

DAFTAR GAMBAR

No	Keterangan	Halaman
1.	Gambar 1 Kopi Robusta.....	10
2.	Gambar 2 Kopi Arabika	11
3.	Gambar 3 Kopi Sigarar Utang.....	12
4.	Gambar 4 Gejala Penyakit Karat Daun	19
5.	Gambar 5 Peta Lokasi Penelitian	24
6.	Gambar 6 Teknik Purposive Sampling secara Diagonal	26
7.	Gambar 7 Areal Kebun Kopi Arabika	30
8.	Gambar 8 Areal Kebun Kopi Robusta	32
9.	Gambar 9 Areal Kebun Kopi Sigarar Utang	34
10.	Gambar 10 Daun Kopi yang terserang penyakit karat	36
11.	Gambar 11 Skala skoring untuk menilai tingkat Intensitas Penyakit karat daun	36
12.	Gambar 12 1.Daun kopi terserang penyakit karat daun, 2.Isolasi daun kopi terserang, 3.Perbanyak cendawan <i>H. vastatrix</i> (a) Kopi Robusta, (b) Kopi Sigarar Utang, (c) Arabika, 4.(a) urediospora <i>H. vastatrix</i> , (b) Hypha <i>H. vastatrix</i>	39

DAFTAR LAMPIRAN

No	Keterangan	Halaman
1.	Lampiran 1.Denah Pengambilan Sampel	52
2.	Lampiran 2.Jadwal Kegiatan Penelitian	53
3.	Lampiran 3.Kuesioner Penelitian	54
4.	Lampiran 4.Hasil Pengamatan Sampel Tanaman Kopi	57
5.	Lampiran 5. Tabel Kejadian Penyakit dan Intensitas Penyakit	60
6.	Lampiran 6.Data BMKG Desember 2024	65
7.	Lampiran 7.Data BMKG Januari 2025	66
8.	Lampiran 8.Dokumentasi Penelitian	67



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk salah satu dari empat negara penghasil kopi terbesar di dunia, setelah Brazil, Vietnam, dan Kolombia. Kopi menjadi komoditas penting yang berperan sebagai sumber pendapatan masyarakat, devisa negara, serta penyerapan tenaga kerja di Indonesia (Purnamasari dkk, 2014). Perkebunan kopi di Indonesia terdiri atas kebun yang dikelola oleh masyarakat kecil serta perkebunan besar yang berada di bawah pengelolaan swasta dan pemerintah. Jenis kopi yang dibudidayakan di Indonesia meliputi kopi Robusta dan Arabika, dengan sekitar 80 hingga 90 persen produksinya diekspor ke pasar Internasional.

Sebagai produsen kopi terbesar keempat di dunia, posisi Indonesia mulai tergeser oleh Vietnam. Hal ini disebabkan oleh rendahnya produktivitas kopi di Indonesia yang berdampak pada daya saingnya, dengan hasil hanya mencapai 539 kg biji kering per hektar per tahun. Produktivitas tersebut jauh lebih rendah dibandingkan dengan negara produsen utama lainnya, seperti Vietnam yang menghasilkan 1.540 kg/ha/tahun, Kolombia dengan 1.220 kg/ha/tahun, dan Brasil sebanyak 1.000 kg/ha/tahun (Ditjenbun, 2009 *dalam* Mahfud, M.C, 2012).

Berdasarkan laporan Badan Statistik Indonesia, produksi kopi Indonesia mengalami kenaikan pada tiga tahun terakhir yaitu 2020 – 2022, produksi kopi meningkat dari 762,20 ribu ton (2020) kemudian 774,60 ribu ton pada tahun 2021 dan naik menjadi 794,8 ribu ton pada tahun 2022. Provinsi Sumatera Utara merupakan provinsi penghasil kopi terbaik ke 3 di Indonesia setelah Provinsi Sumatra Selatan dan Provinsi Lampung. BPS melaporkan bahwa produksi kopi di

Sumatra Utara pada tahun 2023 mengalami kenaikan mencapai 87,9ribu ton nilai tersebut merupakan produksi tertinggi dari tahun sebelumnya yaitu 71,5 ribu ton.

Provinsi Sumatera Utara dikenal sebagai salah satu daerah penghasil utama komoditas kopi di Indonesia. Beberapa wilayah yang menjadi pusat budidaya kopi di provinsi ini antara lain Kabupaten Dairi, Tapanuli Utara, Toba, dan Humbang Hasundutan, dengan jenis kopi yang dibudidayakan meliputi Arabika, Robusta, dan kopi Ateng (BPS, 2021). Menurut data Badan Pusat Statistik (2022), luas lahan perkebunan kopi arabika milik rakyat di Sumatera Utara mencapai 8.002 hektar, dengan total produksi sebesar 71.588 ton. Lima kabupaten di provinsi ini memiliki areal tanam kopi yang cukup luas, yakni Kabupaten Toba seluas 5.700 hektar, Humbang Hasundutan 12.180 hektar, Dairi 12.130 hektar, Simalungun 8.460 hektar, dan Karo 9.240 hektar (BPS, 2022). Di Kabupaten Toba, lokasi utama budidaya kopi berada di Desa Motung, Kecamatan Ajibata, serta Desa Sionggang Utara, Kecamatan Lumban Julu (BPS, 2020).

Desa Lumban Ruhap, yang merupakan salah satu sentra produksi kopi di Kabupaten Toba, Sumatera Utara, turut mengalami penurunan hasil produksi kopi. Salah satu faktor utama yang menyebabkan hal tersebut adalah serangan penyakit karat daun yang disebabkan oleh *Hemileia vastatrix* (Damanik dkk, 2022). Meskipun demikian, hingga saat ini belum terdapat kajian ilmiah yang mengungkap secara rinci tingkat penyebaran penyakit karat daun akibat infeksi *H. vastatrix* di wilayah perkebunan kopi Desa Lumban Ruhap.

Tabel 1. Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Kopi Kabupaten Toba Tahun 2021

Kecamatan	Luas Panen (Ha)	Produksi (Ton)
Balige	314,61	154,95
Tampahan	342,80	226,32
Laguboti	111,82	50,34
Habinsaran	1.573,28	1.597,78
Borbor	425,15	267,71
Nassau	493,54	380,76
Silaen	378,99	239,48
Sigumpar	41,64	23,53
Porsea	69,78	30,70
Pintu Pohan		
Meranti	268,62	202,47
Siantar Narumonda	123,91	46,20
Parmaksian	62,97	35,77
Lumban Julu	534,60	409,47
Uluan	276,64	177,51
Ajibata	446,04	302,68
Bonatua Lunasi	218,96	108,62
Jumlah	5.683,35	4.254,29

Sumber : Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sumatera Utara 2021

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (Tabel 1) total produksi kopi Kabupaten Toba tahun 2021 yaitu 4.254,29 ton dan jumlah luasan panen 5.683,35 ha. Kecamatan Habinsaran merupakan produsen kopi terbesar di Kabupaten Toba produksinya mencapai 1.597.78 ton. Kemudian produksi kopi terbesar lainnya yaitu Kecamatan Lumban Julu, Kecamatan Nassau, Kecamatan Ajibata, Kecamatan Borbor dengan masing masing produksi yaitu 409,47 ton, 380,76 ton, 302,68 ton, dan 267,71 ton. Sedangkakan produksi kopi terendah di Kabupaten Toba yaitu 23,53 ton pada tahun 2021 di Kecamatan Sigumpar.

Penurunan produktivitas tanaman kopi dipengaruhi oleh keberadaan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) serta serangan berbagai jenis serangga

hama. Salah satu hama yang menyerang bagian buah kopi dikenal sebagai hama penggerek, yang umumnya berukuran sangat kecil dan memiliki daya tahan hidup yang relatif singkat. Selain itu, terdapat pula sejumlah jenis serangga hama lainnya yang turut menyerang tanaman kopi. Beberapa OPT yang secara spesifik menyerang buah kopi antara lain adalah hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*), yang menyebabkan penyakit bubuk buah, serta kutu putih (*Planococcus citri*) yang dapat mengakibatkan rontoknya buah muda dan menyusutnya buah kopi yang berukuran besar (Hayata dkk, 2016).

Penurunan produksi kopi dalam beberapa tahun terakhir dipengaruhi oleh sejumlah faktor, salah satunya adalah infeksi penyakit yang menyerang tanaman. Salah satu penyakit yang paling berdampak negatif adalah karat daun, yang disebabkan oleh jamur *H. vastatrix*. Penyakit ini menginfeksi daun tanaman kopi, ditandai dengan munculnya bercak berwarna kuning pada permukaan daun yang kemudian berubah menjadi bercak cokelat dan merusak jaringan daun. Dampaknya, kemampuan tanaman untuk melakukan fotosintesis menjadi terganggu, sehingga menurunkan produktivitas secara signifikan. Selain itu, infeksi karat daun juga melemahkan ketahanan tanaman terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem, yang pada akhirnya memperparah penurunan hasil panen. Karat daun yang disebabkan oleh *H. vastatrix* termasuk salah satu penyakit utama yang menyebabkan kerugian besar dalam budidaya kopi. (Semangun, 2000 dalam Harni, 2015). Penyakit ini sudah berkembang di Indonesia sejak tahun 1876 dan dalam perkembangannya mengakibatkan penurunan produksi kopi hingga 25 % (Semangun, 2000 dalam Harni 2015).

Tanda-tanda awal infeksi penyakit karat daun umumnya muncul di kedua sisi permukaan daun, baik bagian atas maupun bawah, ditandai dengan munculnya bercak berwarna kuning hingga jingga yang menyerupai butiran serbuk. Jika diperhatikan secara detail, bagian bawah daun menunjukkan bercak kekuningan yang kemudian berubah menjadi kuning tua. Di area tersebut, tampak serbuk berwarna jingga atau oranye yang merupakan uredospora dari jamur *H. vastatrix*. Seiring perkembangan penyakit, bercak-bercak ini membesar, berubah menjadi warna cokelat, saling bergabung, dan menyebabkan daun mengering serta gugur. Akhirnya, tanaman kehilangan sebagian besar daunnya akibat kerontokan yang parah (Semangun 2000 dalam Harni 2019).

Menilai tingkat Intensitas serangan karat daun pada tanaman kopi merupakan langkah penting untuk memahami manifestasi gejala dan pola penyebaran penyakit tersebut. Hal ini disebabkan oleh perbedaan tingkat ketahanan antar varietas kopi terhadap infeksi jamur *H. vastatrix*. Berdasarkan pertimbangan tersebut, dilakukan sebuah studi mengenai tingkat intensitas serangan penyakit karat daun (*H. vastatrix*) pada berbagai varietas kopi yang dibudidayakan di Desa Lumban Ruhap, Kecamatan Habinsaran, Kabupaten Toba.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, pertanyaan penelitian yang diajukan adalah apakah tingkat serangan penyakit karat daun yang disebabkan oleh *H. vastatrix* bervariasi tergantung pada varietas tanaman kopi yang terserang?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tingkat intensitas serangan *H. vastatrix* pada beragam varietas tanaman kopi yang dibudidayakan di Desa Lumban Ruhap, Kecamatan Habinsaran, Kabupaten Toba.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yaitu:

1. Untuk mengetahui gejala serta Intensitas Serangan Penyakit Karat Daun yang disebabkan cendawan *H. vastatrix* pada berbagai varietas kopi.
2. Sebagai bahan informasi kepada petani kopi untuk mengetahui gejala intensitas serangan terhadap *H. vastatrix* penyebab penyakit karat pada kopi.
3. Sebagai syarat untuk dapat meraih gelar sarjana di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kopi

Kopi (*Coffea* sp.) adalah salah satu jenis tanaman yang tumbuh di wilayah tropis. Minuman hasil olahan biji kopi dikenal tidak mengandung alkohol dan memiliki kandungan kafein. Konsumsi kopi memberikan berbagai manfaat, salah satunya adalah kemampuannya dalam meningkatkan laju metabolisme tubuh berkat kandungan kafein tersebut. Bagi individu yang menjalani aktivitas pada malam hari, kopi dapat menjadi pilihan minuman yang efektif untuk membantu mengurangi rasa kantuk. Selain itu, kopi juga diketahui memiliki sifat antibakteri yang cukup baik, sehingga berpotensi membantu dalam menangani berbagai gangguan kesehatan (Panggabean, 2012).

Terdapat dua jenis kopi yang umum dikenal, yaitu Arabika dan Robusta. Kandungan kafein pada kopi robusta cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kopi Arabika. Di Indonesia, produksi kopi didominasi oleh jenis robusta, yang menyumbang sekitar 87,1% dari total produksi kopi nasional. Produk kopi di Indonesia dipasarkan dalam berbagai bentuk, seperti biji kopi, kopi sangrai, bubuk kopi, kopi instan, serta berbagai produk pangan yang mengandung unsur kopi (Aak, 2002).

Kedua jenis kopi tersebut memiliki tingkat permintaan yang relatif tinggi dibandingkan dengan varietas kopi lainnya. Namun demikian, masih terdapat kendala yang dihadapi, khususnya terkait dengan aspek produktivitas. Saat ini, produktivitas kopi arabika di Indonesia baru mencapai sekitar 800 kg per hektar, sedangkan kopi robusta sekitar 700 kg per hektar. Angka ini masih tertinggal jauh

jika dibandingkan dengan Vietnam, yang mampu mencapai tingkat produktivitas hingga 1.500 kg per hektar (Hartono 2013). Selain tantangan terkait produktivitas, permasalahan lain yang dihadapi dalam budidaya kopi di Indonesia meliputi serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), mutu biji, dan cita rasa. Kopi arabika tergolong rentan terhadap penyakit karat daun yang disebabkan oleh patogen *H. vastatrix*, terutama di daerah dengan ketinggian 600–700 meter di atas permukaan laut (mdpl). Kerentanan ini menjadi kendala dalam produksi, karena tanaman arabika hanya dapat tumbuh optimal pada ketinggian ≥ 1000 mdpl. Sebaliknya, kopi robusta memiliki ketahanan lebih baik terhadap *H. vastatrix*, sehingga lebih cocok dibudidayakan pada daerah dengan ketinggian di bawah 1000 mdpl, khususnya di kisaran 600–700 mdpl. Namun demikian, cita rasa robusta dinilai kurang unggul dibandingkan arabika (Indrawanto dkk, 2010).

Selain itu, hama penggerek buah kopi (PBKo) juga menjadi salah satu ancaman serius dalam produksi kopi. Serangan PBKo berpengaruh langsung terhadap kuantitas hasil panen, mutu biji, serta karakteristik cita rasa kopi (Wiryadiputra, 2006). Menurut Sulistyowati dalam Susilo (2008), serangan PBKo dapat menyebabkan penurunan hasil hingga 30%–80%. Biji yang diserang hama ini umumnya mengalami kerusakan fisik yang memengaruhi kualitas sensori seperti aroma smoky, earthy, musty, dan chemical (Kirom, 2005). Di samping penyakit karat daun dan serangan PBKo, masih terdapat beberapa OPT lain yang turut menjadi tantangan dalam budidaya kopi. Oleh karena itu, diperlukan langkah strategis untuk meningkatkan produktivitas dan mutu kopi di Indonesia.

Kopi adalah salah satu komoditas perkebunan yang berasal dari Afrika, tepatnya dari wilayah Ethiopia, dan telah dikenal sejak abad ke-9. Masyarakat suku di Ethiopia pada masa itu menggunakan biji kopi sebagai bagian dari konsumsi harian mereka, dengan cara mencampurkannya bersama bahan makanan pokok lainnya seperti daging dan ikan. Tanaman ini mulai diperkenalkan di dunia pada abad ke-17 di India. Selanjutnya, tanaman kopi menyebar ke Benua Eropa oleh seorang yang berkebangsaan Belanda dan terus dilanjutkan ke negara lain termasuk ke wilayah jajahannya yaitu Indonesia (Panggabean, 2011).

Tanaman kopi mulai diperkenalkan dan dibudidayakan di Indonesia sejak awal tahun 1700-an, dengan pulau Jawa sebagai wilayah pertama pengembangannya. Setelah berhasil dibudidayakan di Jawa, penyebaran kopi kemudian meluas ke wilayah lain seperti Sumatera dan Sulawesi. Jenis kopi yang pertama kali dikembangkan di Indonesia adalah kopi Arabika. Namun, menyusul merebaknya penyakit karat daun di Sri Lanka pada tahun 1869, pemerintah kolonial Belanda mengimpor varietas kopi baru, yaitu liberika. Varietas ini dipilih karena diketahui memiliki ketahanan terhadap penyakit karat daun yang disebabkan oleh patogen *H. vastatrix* (Manastas, 2017).

2.2 Jenis jenis Tanaman Kopi

2.2.1 Kopi Robusta

Kopi *Canephora* yang lebih dikenal dalam perdagangan sebagai kopi Robusta, merupakan salah satu jenis kopi yang berasal dari kawasan Afrika khususnya mulai dari wilayah pantai barat hingga Uganda. Nama "Robusta" digunakan secara komersial, sementara "Canephora" merujuk pada klasifikasi

botanisnya. Salah satu keunggulan utama kopi robusta adalah tingkat produktivitasnya yang lebih tinggi dibandingkan dengan kopi arabika maupun liberika. Jenis kopi ini merupakan hasil dari persilangan beberapa spesies kopi, termasuk *Coffea canephora*. Robusta tumbuh optimal pada ketinggian 400–700 meter di atas permukaan laut, dengan suhu ideal antara 21–24°C (Agustini S, 2020).



Gambar 1. Kopi Robusta
(Sumber: Martin Sitohang 2023)

2.2.2 Kopi Arabika

Kopi Arabika (*Coffea arabica*) yang juga dikenal dengan sebutan kopi Arab, kopi semak Arab, atau kopi gunung, merupakan salah satu spesies dalam genus *Coffea*. Spesies ini dianggap sebagai jenis kopi pertama yang dibudidayakan dan menjadi kultivar utama dalam produksi kopi di seluruh dunia. Kopi Arabika bersama dengan kopi Robusta adalah dua jenis kopi yang paling populer dan paling banyak dikonsumsi secara global (Azizah dkk, 2019).



Gambar 2 .Kopi Arabika
(Sumber: LPEI 2022).

2.2.3 Kopi Sigarar Utang

Kopi Sigarar Utang merupakan salah satu varietas baru dari jenis kopi Arabika yang namanya telah ditetapkan oleh Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor : 205/IPts/SR.120/4/2005 tentang pelepasan Varietas Kopi Sigarar Utang sebagai Varietas unggul. Sejarah Kopi Arabika Sigarar Urang bermula dari penemuan beberapa tanaman kopi yang tumbuh di antara tanaman milik Opung Sopan Boru Siregar di Desa Batu Gajah, Paranginan, Lintong Humbang Hasundutan, yang ditanam pada tahun 1988. Lokasi kebun tersebut berada pada ketinggian sekitar 1.400 meter di atas permukaan laut. Saat dilakukan observasi antara tahun 2000 hingga 2004, hanya tersisa tiga pohon yang masih hidup. Berdasarkan analisis karakteristik morfologi keturunan segregasinya, tanaman tersebut diduga merupakan hasil persilangan alami antara varietas typical BLP dengan Catimor yang tumbuh di sekitar area penanaman (Lubis, S. 2017).



Gambar 3. Kopi Sigarar Utang
(Sumber: Weninggalih 2014)

2.3 Teknik Budidaya Tanaman Kopi

2.3.1 Syarat Tumbuh Tanaman Kopi

a. Sifat Fisik Tanah untuk Tanaman Kopi

Sifat fisik pada tanah meliputi tekstur, struktur, air dan udara di dalam tanah. Tanaah untuk tanaman kopi berbeda beda sesuai keadaan dari mana asal tanaman itu. Pada umumnya tanaman kopi menghendaki tanah yang lapisan atasnya dalam, gembur, subur, banyak mengandung humus, dan permeable, atau dengan kata lain tekstur tanah harus baik. Tanah dengan tekstur yang ideal untuk pertumbuhan tanaman biasanya berasal dari abu vulkanik atau memiliki kandungan pasir yang cukup tinggi. Jenis tanah seperti ini memungkinkan sirkulasi udara dan aliran air di dalam tanah berlangsung secara optimal. Tanaman kopi tidak cocok ditanam di daerah dengan muka air tanah yang terlalu dangkal, karena kondisi tersebut dapat menyebabkan pembusukan pada sistem perakarannya. Kedalaman air tanah yang disarankan minimal 3 meter dari permukaan. Akar kopi memerlukan pasokan oksigen yang cukup tinggi, sehingga tanah dengan sistem drainase buruk, seperti tanah liat berat, tidak sesuai. Selain sulit ditembus oleh akar, tanah jenis ini juga menghambat pergerakan udara dan air di dalamnya (Manastas, 2017).

b. Sifat Kimia Tanah untuk Tanaman Kopi

Karakteristik kimia tanah mencakup tingkat kesuburan dan nilai pH tanah. Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, tanaman memerlukan tanah yang dalam, gembur, serta kaya akan kandungan humus. Kondisi tersebut sangat berkaitan erat dengan aspek kimia tanah, karena keduanya saling memengaruhi. Tanah yang subur mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk mendukung pertumbuhan dan produktivitasnya. Kopi umumnya memerlukan kondisi tanah dengan reaksi sedikit asam, yaitu pada kisaran pH 5,5 hingga 6,5. Namun demikian, hasil produksi yang optimal terkadang justru diperoleh pada pH yang lebih rendah, asalkan kondisi fisik tanah baik dan kandungan ion kalsium (Ca^{2+}) pada daun mencukupi untuk mendukung proses fisiologis penyerapan hara. Pada tanah dengan tingkat keasaman tinggi, kondisi tersebut dapat diperbaiki melalui aplikasi bahan pengapuran seperti kapur tohor atau dengan pemberian pupuk yang mengandung kalsium, seperti serbuk tulang atau $Ca(PO_2)$ (Manastas, 2017).

c. Iklim

Tanaman kopi idealnya tumbuh di wilayah yang berada di antara 20° Lintang Utara (LU) hingga 20° Lintang Selatan (LS). Berdasarkan letak geografis, Indonesia berada di kisaran 5° LU hingga 10° LS, yang menjadikan wilayah ini sangat sesuai dan memiliki potensi besar untuk pengembangan budidaya kopi.

Di Indonesia, dua jenis kopi yang umum dibudidayakan secara komersial adalah Arabika dan Robusta. Kedua varietas ini memiliki kebutuhan iklim yang berbeda secara fisiologis. Kopi Arabika membutuhkan daerah dengan ketinggian

lebih tinggi dibandingkan Robusta. Jika ditanam di dataran rendah, Arabika cenderung mengalami penurunan pertumbuhan dan hasil panen, serta menjadi lebih rentan terhadap serangan penyakit karat daun (Manastas, 2017).

2.3.2 Bercocok Tanam Tanaman Kopi

a. Pembibitan Tanaman Kopi

Bibit yang akan ditanam dapat berasal dari biji (zaaling), yaitu pembiakan secara generative. Atau melalui sambungan atau stek, yaitu pembiakan secara vegetatif. Cara memperoleh biji kopi adalah sebagai berikut:

1. Dari kebun sendiri, biji diambil dari pohon yang telah diketahui mutunya. Pohon induk yang produksinya cukup tinggi, tahan terhadap nematode, bubuk buah maupun bubuk batang, atau dengan kata lain yang tahan terhadap hama penyakit.
2. Balai penelitian perkebunan biji telah teruji keunggulannya.

b. Persemaian Tanaman Kopi

Persyaratan tempat persemaian biji kopi, sebagai berikut:

1. Tanah sedapat mungkin dipilih yang agak datar, subur, dan banyak mengandung bunga tanah.
2. Dekat perumahan dan sumber air, agar memudahkan pengamatan dan pemeliharaan pada musim kemarau, terutama dalam melakukan penyiraman.
3. Ada pohon pelindung, agar dapat menahan terik matahari dan percikan air hujan yang lebat, sehingga tidak merusakkan bibit.

4. Terhindar dari bibit penyakit dan hama, tempat tempat yang akan dipergunakan sebagai persemaian sebaiknya diselidiki terlebih dahulu terhadap kemungkinan adanya infeksi penyakit dan hama. Sehingga apabila ada bibit penyakit atau hama harus diadakan pencegahan dan pemberantasan.
5. Larutan MiG-6PLUS (10ml MiG-6PLUS :1 liter air) dapat disemprot tipis pada permukaan lahan persemaian. Untuk lahan persemaian dengan luas $10m^2$.

c. Tanaman Penaung Tanaman Kopi

Ditanam minimal satu tahun sebelum penanaman tanaman kopi. Syarat syarat pohon penaung adalah sebagai berikut.

1. Memiliki perakaran yang dalam
2. Memiliki percabangan yang mudah diatur
3. Ukuran daun relative kecil tidak mudah rontok dan memberikan cahaya diffuse
4. Termasuk leguminisa dan berumur panjang
5. Menghasilkan banyak bahan organik
6. Tidak menjadi inang hama penyakit kopi.

2.3.3 Pemupukan

Pemupukan pada tanaman kopi dilakukan dua kali dalam setahun, yakni pada awal dan akhir musim hujan, dengan menggunakan dosis yang telah direkomendasikan. Teknik pemupukan dilakukan dengan cara membuat lubang-lubang kecil di sekeliling tanaman, pada jarak sekitar $\frac{3}{4}$ dari lebar tajuk. Pupuk

kemudian dimasukkan ke dalam lubang tersebut dan ditutup kembali dengan tanah. Penggunaan tambahan pupuk organik seperti Supernasa sangat disarankan, dengan dosis 2 botol untuk sekitar 200 tanaman. Satu botol Supernasa diencerkan dalam 2 liter air untuk dijadikan larutan induk. Selanjutnya, setiap 1 liter air dicampur dengan 10 ml larutan induk tersebut untuk digunakan sebagai larutan penyiraman per tanaman. Alternatif lainnya adalah mencampurkan satu sendok makan Supernasa ke dalam 10 liter air, yang kemudian disiramkan setiap 3 hingga 6 bulan sekali.

Saat tanaman mulai memasuki fase produksi, disarankan untuk menambahkan pupuk khusus pembuahan, seperti Power Nutrition, yang merupakan pupuk organik dengan formulasi khusus guna merangsang pertumbuhan optimal dan meningkatkan hasil buah pada tanaman kopi (Manastas, 2017).

2.4 Penyakit Karat Daun (*Hemileia vastatrix*)

Penyakit karat daun yang disebabkan oleh *Hemileia vastatrix* merupakan penyakit yang sering menyerang tanaman kopi. *H. vastatrix* merupakan fungi yang bersifat parasit obligat, yang berarti bahwa fungi tersebut tidak dapat hidup pada raringan abiotik. Hal ini menyebabkan penularan penyakit karat daun ini hanya menginfeksi tanaman sekitar inang penyakit. Hampir 20 -70% kerugian yang disebabkan oleh kehilangan hasil produksi karena penyakit karat daun (Mahfud, 2012). Saat ini keberadaan penyakit karat daun di Indonesia sudah lebih dari satu abad dan berdampak cukup besar pada penurunan hasil produksi, tetapi sampai saat ini belum ditemukannya cara yang efektif dalam

penaggulangannya. Selain dipengaruhi oleh kondisi iklim dan teknik budidaya, keberadaan ras *H. vastatrix* juga diduga menjadi salah satu penyebab utama krisis yang melanda perkebunan kopi di Kolombia dan wilayah Amerika Tengah pada periode 2008 hingga 2013 (Avelino dkk, 2015).

Klasifikasi ilmiah *Hemileia vastatrix*:

Kerajaan : *Fungi*
Divisi : *Basidiomycota*
Kelas : *Pucciniomycetes*
Ordo : *Puccinales*
Genus : *Hemileia*
Spesies : *H. vastatrix*

Penggunaan fungisida dalam pengendalian penyakit dinilai kurang efisien karena biayanya yang tinggi serta potensi meninggalkan residu berbahaya bagi lingkungan. Salah satu alternatif yang dapat diterapkan adalah penanaman varietas kopi Arabika seperti Andung Sari 2 K (AS 2K) dan Komnasti, yang memiliki ketahanan terhadap penyakit tertentu. Namun, varietas-varietas ini hanya cocok dibudidayakan pada ketinggian lebih dari 1.000 meter di atas permukaan laut. Saat ini, dengan semakin terbatasnya lahan, banyak petani kopi Arabika terpaksa menanam di wilayah dengan elevasi 700–1.000 mdpl, yang berada di luar zona adaptasi optimal varietas tersebut (Ibrahim dkk 2017). Perhitungan Intensitas Serangan Penyakit Karat Daun pada tanaman kopi diperlukan untuk menemukan pohon induk sebagai upaya penyediaan benih dan bibit kopi berkualitas yang

memiliki tingkat ketahanan yang baik tersedap serangan penyakit, khususnya penyakit karat daun yang disebabkan oleh *H. vastatrix*. Seleksi ketahanan terhadap penyakit merupakan salah satu kriteria untuk mendapatkan bibit unggul (Subroto dkk,2020) dan (Mawardhi & Setiadi, 2018).

Berdasarkan Penelitian (Mario Pani dkk, 2023) tingginya tingkat kejadian Penyakit Karat Daun mencerminkan banyaknya tanaman yang terinfeksi oleh patogen *H. vastatrix*. Defitri (2016) menyatakan bahwa air dan angin merupakan dua faktor utama dalam penyebaran spora patogen ini. Keduanya memiliki peran yang saling berkaitan, di mana air diperlukan untuk proses perkecambahan spora, sementara angin membantu memperluas area penyebaran dengan membawa spora menjauh dari sumber infeksi. Suhu lingkungan yang semakin tinggi cenderung menghambat perkembangan Intensitas Penyakit Karat Daun pada tanaman kopi. Hal ini sejalan dengan temuan Waller dkk (2007), yang menyebutkan bahwa infeksi *H. vastatrix* pada daun kopi terjadi dalam kisaran suhu 15–28°C, dengan suhu optimal infeksi berada pada 22°C.

Penyakit ini disebabkan oleh cendawan *H. vastatrix*, dengan gejala awal yang muncul berupa bercak kuning pada permukaan atas daun yang seiring waktu berubah menjadi cokelat. Sementara itu, pada bagian bawah daun biasanya terlihat banyak spora berwarna jingga atau oranye. Hal ini sejalan dengan penjelasan Harni dkk (2015), yang menyatakan bahwa tanda-tanda serangan karat daun dapat diamati di kedua sisi daun, ditandai dengan munculnya bercak kuning jingga menyerupai serbuk. Daun yang terinfeksi akan menunjukkan bercak kuning di permukaan atas yang kemudian menggelap menjadi cokelat. Pada sisi bawah daun, bercak awal tampak berwarna kuning muda lalu berubah menjadi kuning

tua, dan di area tersebut terlihat jelas serbuk berwarna oranye atau jingga, yang merupakan uredospora dari jamur *H. vastatrix*.



Gambar 4. Gejala Penyakit Karat Daun (*H. vastatrix*)
(Sumber: *Katama Coffee* 2024).

Perkembangan penyakit pada tanaman ini dipengaruhi oleh tiga komponen utama, yaitu patogen, tanaman inang, dan lingkungan (Mahfud, 1991). Di wilayah tropis, *H. vastatrix* dapat bertahan hidup dalam bentuk uredospora (spora dari jamur karat), uredium (struktur penghasil uredospora), serta miselium (jaringan hifa jamur karat) yang terdapat pada daun yang terinfeksi, dan ketiganya berkontribusi dalam kelanjutan siklus infeksi pada tanaman. Di antara struktur tersebut, uredospora merupakan elemen yang paling berperan dalam penyebaran dan perkembangan penyakit karat daun. Spora ini memiliki warna oranye, berukuran panjang 25–35 mikrometer dan lebar 12–28 mikrometer, berbentuk menyerupai ginjal, serta memiliki permukaan berduri pada sisi yang menonjol. (Kushalappa, 1989). Tingkat kerusakan tanaman kopi pada perkebunan rakyat di Indonesia yang mencapai 58% mengindikasikan lingkungan pertanaman kopi mendukung perkembangan penyakit karat daun (Rosmahani dkk, 2003).

Gejala serangan penyakit karat daun dapat dilihat pada permukaan atas dan bawah daun, ditandai dengan bercak kuning jingga seperti serbuk (powder) (Agrios, 2005). Pada bagian bawah daun yang terinfeksi, bercak awal biasanya tampak berwarna kuning muda, yang kemudian berubah menjadi kuning tua. Di area tersebut akan terlihat serbuk berwarna jingga atau oranye yang merupakan uredospora dari jamur *H. vastatrix*. Seiring perkembangan infeksi, bercak-bercak coklat mulai tampak pada daun dan saling menyatu, membentuk area nekrotik yang lebih luas. Akibatnya, jaringan daun mengering dan rontok, menyebabkan tanaman kehilangan tajuk daunnya secara signifikan (Semangun 2000 dalam Harni 2015).

Pada tahap lanjut infeksi, bercak-bercak coklat pada daun akan saling menyatu dan membesar, kemudian mengering hingga akhirnya daun mengalami kerontokan. Jika serangan berlangsung parah, hampir seluruh daun dapat gugur sehingga tanaman terlihat botak. Faktor-faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan udara, curah hujan, dan intensitas sinar matahari sangat mempengaruhi perkembangan penyakit ini. Suhu ideal bagi perkembangan penyakit berada pada rentang 21–25°C. Curah hujan berperan meningkatkan kelembapan, yang mendukung perkecambahan uredospora dan penyebaran *H. vastatrix* (Manastas, 2017).

Paparan sinar matahari langsung pada daun dapat menghambat proses perkecambahan spora serta memperpanjang masa inkubasi penyakit karat daun. Penyebaran uredospora dapat terjadi melalui media hujan, angin, serangga seperti thrips, burung, dan manusia. Kondisi ranting dan daun yang terlalu lebat juga meningkatkan risiko infeksi karena menimbulkan kelembapan tinggi di sekitar

tanaman, sehingga mendukung pertumbuhan jamur *H. vastatrix*. Sebaiknya selalu dilakukan pemangkasan ranting dan daun yang tidak berfungsi agar sinar matahari bisa masuk optimum pada tanaman. Selain pemangkasan berkala, pemeliharaan tanaman yang baik dapat menekan perkembangan penyakit karat daun tersebut (Manastas, 2017).



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian berada di Desa Lumban Ruhap, Kecamatan Habinsaran, Kabupaten Toba, Provinsi Sumatera Utara, yang terletak pada ketinggian 1.200 meter di atas permukaan laut (mdpl) dengan kondisi topografi berbukit atau bergunung. Kegiatan penelitian ini berlangsung dari bulan Desember 2024 hingga Januari 2025.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan yaitu tanaman kopi dari beberapa varietas yang terserang penyakit karat daun, tali rafia, plastik sampel.

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini ialah kaca pembesar, alat tulis, kalkulator, kamera, higrometer, termometer, dan altimeter

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel secara non-probabilistik yang dilakukan berdasarkan pertimbangan atau kriteria tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya.

3.4 Metode Pengambilan Data

1. Wawancara

Wawancara merupakan salah satu metode pengumpulan data yang dilakukan dengan mengajukan pertanyaan langsung kepada responden, baik melalui tanya jawab maupun diskusi, untuk memperoleh informasi yang lebih mendalam terkait pengetahuan atau pengalaman yang dimiliki

responden. Dalam pelaksanaannya, wawancara menggunakan instrumen berupa panduan pertanyaan yang disusun berdasarkan tujuan penelitian.

2. Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengamati secara langsung serta mencatat kondisi atau perilaku objek yang menjadi fokus penelitian.

3. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan menghimpun informasi atau data dari berbagai sumber yang berkaitan dengan topik penelitian, serta menelaah dokumen-dokumen tertulis, baik berupa data numerik maupun deskriptif, yang berfungsi sebagai bukti pendukung yang valid dan akurat.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Penentuan Lokasi Penelitian

Pemilihan lokasi penelitian dilakukan di Desa Lumban Ruhap. Desa Lumban Ruhap terletak di Kecamatan Habinsaran. Desa Lumban Ruhap terletak pada ketinggian 1200 mdpl dengan total luas lahan 20,19 km² dengan titik koordinat 2°20'38.400"N 99°18'54.000"E. Menurut laporan dari sebuah dokumen terkait klasifikasi lahan, Desa Lumban Ruhap tercatat memiliki luas sekitar 442,04 hektar dalam kerangka klasifikasi "habitat" atau bagian lahan non-sawah di Kecamatan Habinsaran. Peta lokasi dapat dilihat pada gambar 6:



Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian
(Sumber: BPS Habinsaran 2024)

3.5.2 Penentuan Lokasi Tanaman Sampel

Lokasi Tanaman sampel ditentukan secara *purposive sampling* berdasarkan profil tanaman, luas lahan, dan umur tanaman. Kriteria lahan tanaman kopi memiliki lahan tanam monokultur dan polikultur dengan luas lahan untuk Arabika 2 rantai, Robusta 3 rantai dan Sigarar Utang 4 rantai, dan umur tanaman yang relative 6-10 tahun yang telah berbuah dan masih produktif. Wawancara dilakukan dengan petani kopi untuk mendapatkan informasi mengenai umur tanaman, varietas tanaman, pola tanam, pemupukan dan lain lain.

3.5.3 Penentuan Tanaman Sampel

Sampel penelitian ini diambil pada Desa Lumban Ruhap dengan total 27 sampel tanaman dan luas areal masing masing varietas beragam. Dengan masing masing 9 sampel pada 1 varietas dengan kebun Arabika berjumlah 30 pokok, Kebun Robusta berjumlah 45 pokok dan Kebun Sigarar Utang berjumlah 45 pokok.

3.5.4 Prosedur Penelitian

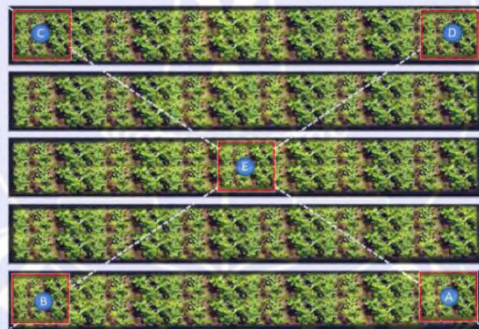
Penghitungan Intensitas Penyakit pada tanaman kopi dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap daun-daun tanaman kopi dari beberapa pohon

yang mewakili berbagai varietas, yang ditanam di lahan perkebunan milik masyarakat di Desa Lumban Ruhap, Kecamatan Habinsaran, Kabupaten Toba. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode *purposive sampling*, berdasarkan kriteria tertentu yang telah ditetapkan.

Pengambilan sampel tanaman dilakukan secara *purposive sampling* dengan menerapkan metode penarikan sampel berbentuk silang pada lahan perkebunan kopi milik masyarakat di Desa Lumban Ruhap, Kecamatan Habinsaran, Kabupaten Toba. Sampel diambil dari berbagai varietas kopi yang berbeda, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti umur tanaman, kondisi topografi, tingkat naungan, pemupukan, jarak tanam, iklim, serta asal benih, guna memperoleh data yang akurat dalam penelitian ini. Pengamatan daun yang terinfeksi penyakit karat daun dilakukan pada cabang bagian tengah, yang dianggap dapat mewakili seluruh bagian tanaman. Proses observasi terhadap infeksi karat daun yang disebabkan oleh jamur *H. vastatrix* dilakukan setiap minggu selama empat minggu berturut-turut. Sebanyak sembilan tanaman dipilih sebagai sampel dari masing-masing varietas Arabika, Robusta, dan Sigarar Utang. Tiap tanaman sampel ditandai menggunakan tali raffia yang diikat pada bagian cabang tengah sebagai penanda bahwa tanaman tersebut digunakan dalam penelitian ini.

Setelah dilakukannya penempatan sampel pada setiap varietas tanaman masing masing, selanjutnya ialah menghitung Intensitas Penyakit dengan Kejadian Penyakit dan Intensitas Penyakit pada setiap sampel tanaman yang dilakukan selama 4 minggu. Untuk mengetahui jenis pada tingkat Intensitas

Penyakit telah disediakan tabel 8 yaitu tabel skala untuk melihat kategori Intensitas Penyakit pada masing masing varietas tanaman kopi tersebut. Kemudian setelah dilakukannya penghitungan selama 4 minggu, diambil daun dari setiap varietas tanaman kopi tersebut yang telah terkena serangan penyakit karat daun yang disebabkan oleh cendawan *H. vastatrix* dengan cara dibungkus menggunakan koran dan diletakkan ditempat yang lembab serta dibawa menuju laboratorium agar dilakukannya uji lab pada ke tiga jenis daun pada berbagai varietas tersebut. Tujuan dilakukannya uji lab pada daun kopi tersebut yakni untuk melihat secara mikroskopis perkembangan spora pada daun tanaman kopi Arabika, Robusta dan Sigarar Utang yang mewakili dari populasi tanaman kopi yang ada pada daerah Desa Lumban Ruhap Kecamatan Habinsaran Kabupaten Toba.



Gambar 6 .Teknik Purposive Sampling secara Diagonal
(Sumber: MPLT Kupang, 2019)

3.6 Parameter Pengamatan

Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil data intensitas serangan. Serta data pendukung yaitu suhu, ketinggian tempat, jarak tanam curah hujan dan produksi kopi di setiap tempat pengambilan sampel tanaman.

a) Persentase Kejadian Penyakit

Penghitungan kejadian penyakit dilakukan dengan menghitung jumlah daun yang terserang *H. vastatrix* menggunakan rumus (Siska dkk, 2018) :

$$K_{jp} = \frac{a}{b} \times 100\%$$

- K_{jp} = Kejadian penyakit
 a = Jumlah tanaman terserang
 b = Jumlah tanaman yang diamati

b) Persentase Intensitas Penyakit

Penghitungan Intensitas Penyakit dilakukan dengan menghitung jumlah daun yang terserang penyakit *H. vastatrix* menggunakan rumus:

$$I = \frac{\sum(n \times V)}{N \times Z} \times 100\%$$

- I = Intensitas Penyakit
 n = Jumlah daun untuk setiap kategori serangan
 V = Nilai numerik untuk kategori serangan
 Z = Kategori serangan tertinggi yang ditetapkan
 N = Jumlah daun yang diamati

Tabel 2. Model Skoring Penyakit Karat Daun

Skoring (Modifikasi)	Luasan bercak (%)	Kriteria
0	0	Tidak ada gejala
1	1 – 5	Ada bercak, tidak berspora
2	6 – 20	Ada bercak, berspora 0-50%
3	21 – 40	Ada bercak, berspora 51-75%
4	>40	Ada bercak, bersporulasi >76% dan ada nekrosis

Tabel 3. Skala Tingkat Kerusakan Penyakit Karat Daun

Nilai Skala	Tingkat Kerusakan Tanaman %
Sehat	0
Ringan	1-20
Sedang	21-70
Berat	70>

Sumber : Lologau, 2006.

3.7 Isolasi dan Identifikasi Cendawan *Hemileia vastatrix*

Langkah langkah dan Prosedur Identifikasi Makroskopis Cendawan *H. vastatrix* dari Kultur PDA:

1. Pengambilan sampel daun terinfeksi, pilih daun kopi dengan gejala pustula jingga di bawah daun. Setelah itu potong bagian daun ± 1x1 cm yang menunjukkan gejala jelas.
2. Bersihkan daun dengan aquades steril, lalu lakukan desinfeksi ringan dengan 70% alcohol selama 30 detik, kemudian bilas kembali dengan aquades steril.
3. Isolasi dan penanaman di media PDA, dengan meletakkan potongan daun bergejala (pustule menghadap bawah) di atas media PDA dalam cawan petri.
4. Selanjutnya inkubasi pada suhu kamar (± 25-28 derajat celcius) selama 5-7 hari. Kemudian mengamati pertumbuhan koloni jamur, dengan mengambil subkultur koloni tunggal yang muncul (dengan jarum ose) ke media PDA baru untuk mendapatkan isolate murni.

5. Identifikasi makroskopis dari Kultur media PDA setelah koloni tumbuh di PDA (3-7 hari) dengan perbesaran 10x40, dilakukan pengamatan sebagai berikut:
 - a. Warna koloni umumnya berwarna orange kekuningan sampai coklat muda.
 - b. Bentuk tepi koloni tidak rata dan bisa bergelombang
 - c. Tesktur beludru hingga sedikit berbulu
 - d. Kecepatan tumbuh relatif lambat dibandingkan dengan jamur kontaminan lain.

3.8 Hubungan Epidemiologi dan Agroklimatologi untuk Perkembangan Karat Daun.

Dalam penanganan penyakit ini, metode yang mengintegrasikan epidemiologi dan agroklimatologi dimanfaatkan untuk merancang sistem peringatan dini. Sistem ini memanfaatkan data iklim secara langsung serta model prediktif guna mengidentifikasi potensi risiko infeksi karat daun sebelum munculnya tanda-tanda di lapangan. Dengan demikian, petani dapat melakukan langkah pengendalian secara lebih cepat dan efektif.

Selain itu, perubahan iklim global juga memberikan tantangan baru terhadap dinamika karat daun kopi. Peningkatan curah hujan yang tidak menentu dan pergeseran suhu harian dapat memperluas area sebaran patogen dan mengubah pola epidemi penyakit. Oleh karena itu, pemantauan jangka panjang terhadap data agroklimat menjadi langkah penting dalam adaptasi sistem pertanian kopi yang berkelanjutan (Lestari, N., & Wahyuni, S. (2022).

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan:

1. Penyakit karat daun yang disebabkan cendawan *H. vastatrix* pada tanaman Kopi dilokasi Desa Lumban Ruhap Kecamatan Habinsaran Kabupaten Tobasa menunjukkan gejala serangan, berupa bercak kuning hingga coklat, ditandai dengan adanya uredospora berbentuk tepung (powder).
2. Intensitas penyakit karat daun yang disebabkan cendawan *H. vastatrix* di Desa Lumban Ruhap Kecamatan Habinsaran Kabupaten Tobasa cukup bervariasi, yaitu varietas Kopi Arabika 50%, Robusta 58.3%, dan Sigarar Utang 41.6%.
3. Faktor-faktor seperti **ketinggian tempat, tingkat naungan, jarak tanam, pemupukan, serta kultur teknis seperti pemangkasan dan sanitasi kebun** menjadi penentu utama dalam dinamika serangan *Hemileia vastatrix*. Kopi Sigarar Utang menunjukkan tiap serangan yang rendah terhadap infeksi, dan dapat menjadi alternatif varietas yang lebih adaptif di lingkungan basah pegunungan Sumatera Utara. Upaya pengendalian yang efektif perlu diarahkan pada **manajemen kebun terpadu**, yaitu dengan mengatur jarak tanam, pemangkasan rutin, sanitasi daun terinfeksi, dan pemberian pupuk secara seimbang. Selain itu, edukasi kepada petani tentang pengaruh kelembaban mikro dan pentingnya rotasi tanaman atau diversifikasi varietas tahan penyakit perlu ditingkatkan guna menekan dampak penyakit karat daun dalam jangka panjang.

5.2. Saran

Sebaiknya sistem budidaya tanaman kopi di wilayah Desa Lumban Ruhap Kecamatan Hambinsaran Kabupaten Tobasa lebih memperhatikan kelembapan tanaman kopi untuk mencegah pertumbuhan dan perkembangan dari penyakit karat daun yang disebabkan cendawan *H. vastatrix*.



DAFTAR PUSTAKA

- AAK. 2002. *Budidaya Tanaman Kopi*. Kanisius. Yogyakarta
- Agustini, S. 2020. Perubahan Sifat Fisika Kimia Kopi Robusta Asal Semendo Pada Berbagai Level Penyangraian. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* 31 (1): 79 – 86.
- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology*. Fifth Edition. USA : *Elsevier Academic Press*. 922 p.
- Azizah, M., Sutamihardja, R. T. M., & Wijaya, N. 2019. Karakteristik Kopi Bubuk Arabika (*Coffea arabica* L) Terfermentasi *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Sains Natural*, 9(1), 37-46. Universitas Nusa Bangsa. Bogor.
- Avelino, J., Cristancho, M., Georgiou, S., Imbach, P., Aguilar, L., Bornemann, G., Morales, C. 2015. *The coffee rust crises in Colombia and Central America (2008–2013): impacts, plausible causes and proposed solutions*. *Food Security*, 7(2), 303–321.
- Brown et al. 1995. The Effect of Coffe Leaf Rust on Foliation and Yield of Coffe in Papua New Guinea. *Crop Prot.* 14 (7). 589-592.
- Carvalho, P.D., et al. (2011) Prevalência e fatores associados a indicadores negativos de saúde mental em adolescentes estudantes do ensino médio em Pernambuco. *Brasil. Rev. Bras. Saúde Matern. Infant.*, 11, 227-238.
- Defitri Y. 2016. Pengamatan beberapa penyakit yang menyerang tanaman kopi (*Coffea* sp) di Desa Mekar Jaya Kecamatan Betara Kabupaten Tanjung Jabung Barat. *Jurnal Media Pertanian*. 1(2): 78-84.
- Ditjenbun (Direktorat Jenderal Perkebunan). 2006. Arah Kebijakan Pengembangan Kopi di Indonesia. Makalah Simposium Kopi 2006, Surabaya, 2-3 Agustus 2006. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember. 8 Hlm.
- Ditjenbun (Direktorat Jenderal Perkebunan). 2009. Statistik Perkebunan Kopi 2008-2010. Ditjenbun, Jakarta. 79 hlm.
- Dirjenbun. 2014. Kopi (*Coffea*). Jakarta: Direktorat Jendral Perkebunan
- Damanik Franto Edward, Alnopri & Gonggo M. Bambang (2024)” “Penampilan Pertumbuhan Tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica* L) Sumatera Utara Fase Tanaman Belum Menghasilkan 1 Pada Kawasan Pesisir”
- Gunawan, A., & Hartati, R. (2022). Implikasi Perubahan Iklim terhadap Epidemi Penyakit Karat Daun pada Tanaman Kopi di Indonesia. *Jurnal Agroklimat dan Lingkungan*, 12(1), 31–39.

- Harni Rita, dkk. 2015. Teknologi Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Kopi. Jakarta: IAARD Press.
- Hartono. 2013. Produksi Kopi Nusantara Ketiga Terbesar di Dunia. Siaran Pers.
- Harni, R., Dono, W., dan Trisawa, I. M. 2019. Penyakit Vascular Streak Dieback (VSD) pada Tanaman Kakao, Perkembangan Teknologi Pengendalian dan Strategi Penerapannya. *Perspektif* Vol. 18 No. 2 ISSN: 1412-8004.
- Hayata., A. Meilin, dan T. Rahayu. 2016. Uji Efektivitas Pengendalian Gulma Secara Kimiawi dan Manual pada Lahan Replanting Karet (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.) di Dusun Suku Damai Desa Pondok Meja Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Media Pertanian*. 1 (1): 36-44.
- Ibrahim, M. S. D., Wahyuno, D., & Hartati, R. S. 2017. Ketahanan Genotipe Unggul Beberapa Spesies Kopi Terhadap Penyakit Karat Daun (*Hemileia vastatrix*) Asal Cisaat Sukabumi. *Prosiding Seminar Nasional Agroinovasi Spesifik Lokasi Untuk Ketahanan Pangan Pada Era Masyarakat Ekonomi ASEAN*, 1, 865–874.
- Indrawanto, Prastowo B, E Karmawati, S Rubijo. 2010. *Budidaya dan Pascapanen Kopi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor.
- Irawan, N. C. 2023. Pengembangan Budidaya Kopi Berkelanjutan. In *Budidaya Tanaman Kopi dan Olahannya Untuk Kesehatan* (Issue April). https://www.researchgate.net/publication/370041833_Pengembangan_Budidaya_Kopi_Berkelanjutan
- Kirom, M. 2005. Nikmat kopi hilang karena cacat biji. *Iptek/Kesehatan. Kopi Indonesia*. 124: 25.
- Kushalappa. 1989. Rust Management; An Epidomologi Approach and Chemical Control, p 84-94. In *Coffe Rust : Epidomoligy, Resistance and Management*. CRC Press, Inc. Florida.
- Lestari, N. & Dewi,. (2022). Potensi Simpanan Karbon pada Beberapa Tipe Agroforestri Berbasis Kopi Robusta di Desa Rowosari, Jember. *Journal of Tropical Silviculture*, 14(02), 150–157
- Lubis, A.R., Mawarni, L., dan Sipayung, R. 2017. "*Respon Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta (Coffea robusta L.) Terhadap Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Pupuk Organik Cair*". Dalam *Agroekoteknologi FP USU*. Vol.5.No.3, Hal. 692- 696
- Mahfud, M.C. 1991. Ketahanan Beberapa Jenis Jeruk Terhadap Penyakit Embun Tepung. *Jurnal Hortikultura* 1 (2) 54-57.

- Mahfud, M.C., L.Rosmahani., D. Rachmawati., Handoko., dan Sarwono. 2000. Kajian Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) Pada Tanaman Kopi. Prosiding Seminar Hasil Penelitian/ Pengkajian Teknologi Pertanian Mendukung Ketahanan Pangan Berwawasan Agribisnis, Malang 8- 9 Agustus 2000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian, Bogor. 507-518.
- Mahfud, M. C. 2012. Teknologi dan strategi pengendalian penyakit karat daun untuk meningkatkan produksi kopi nasional. In Pengembangan Inovasi Pertanian (Vol. 5, Issue 1).
- Mahfud, M. C. 2012. Teknologi dan strategi pengendalian penyakit karat daun untuk meningkatkan produksi kopi nasional. Pengembangan Inovasi Pertanian, 5(1), 44-57
- Manastas, L. 2017. *Teknik Budidaya Tanaman Kopi*. Yogyakarta: Trans Idea Publishing.
- Mawardhi, A. D., & Setiadi, D. 2018. Strategi Pemanfaatan Lahan Gambut melalui Pengembangan Agroforestri Kopi Liberika (*Coffea liberica*) Strategy on Peatland Utilisaton through Development of Coffea Liberica Agroforestry. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2018, October 2018, 43 51.
- Muhibuddin, A., Addina, L., Abadi, A. L., & Ahmad, A. 2011. Biodiversity of Soil Fungi on Integrated Pest Management Farming System. *Agrivita*, 33(2), 111–118.
- Panggabean, E. 2012. *Buku Pintar Kopi*. Jakarta: PT Wahyumedia
- Patridge, J.E. 1997. Coffe Rust, <http://plantpath.unl.edu/peartree/homer/diseas.sIP/hort/trees/cofferst.html> 6 April 2004
- Prasetyo, R. D., & Widodo, L. (2022). Studi Epidemiologi Penyakit Karat Daun Kopi di Kawasan Dataran Tinggi. *Jurnal Fitopatologi Tropika*, 20(1), 15–22.
- Priyo, D. 2014. Penyakit Karat Daun Tanaman Kopi. www.agronomer.com/2014/08/penyakit-karat-daun-hemileia.html Diakses 11 Agustus 2017
- Purnamasari, D. 2014. Diagnosis dan Klasifikasi Diabetes Melitus. In Setiati dkk (ed). *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam Jilid II Edisi VI*. Jakarta: FKUI, pp: 2323-7.
- Ravillas Osorio, C. A., Serna Giraldo, C. A., Cristancho Ardila, M. A., & Gaitán Bustamante, A. L. 2011. La Roya del Cafeto en Colombia Impacto, manejo y costos del control. *Cenicafé*, 1, 53.

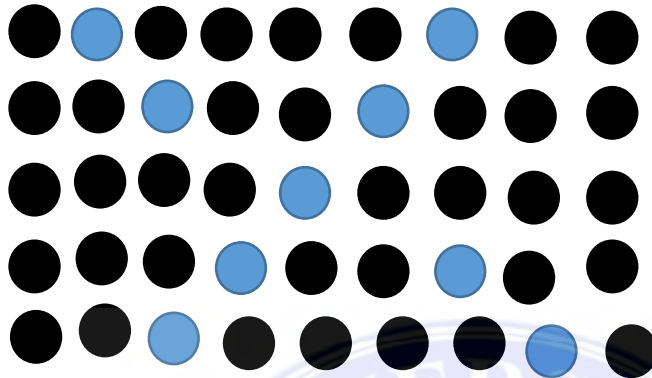
- Rodrigues, C. J., Bettencourt, A. J., & Rijo, L. 1975. Races of the Pathogen and Resistance to Coffee Rust. *Annual Review of Phytopathology*, 13(1),49–70.
- Rosmahani, L. MC, Mahfud, Handoko, D. Rahmawati, Sarwono, M. Soleh dan H. Subagio. 2003. Uji Penerapan Teknologi PHT Tingkat Petani Oleh Petani Pada Kopi Arabika Rakyat di Dataran Tinggi. Prosiding Seminar dan Ekspose Teknologi BPTP Jatim, Malang, 9-10 Juli 2002. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian, Bogor. Hlm 441-453.
- Silva-Acuña, R., dkk (2013). *Epidemiological modeling of coffee leaf rust: implications for management*. *Plant Disease*, 97(6), 733–738
- Siska, Agustin, Putra, F., & Atma, P.B. 2018. “Pengaruh Terapi Bekam Kering Terhadap Penurunan Tekanan Darah Pada Penderita Hipertensi Di Desa Wara Kecamatan Kusun Hulu Kabupaten Tanah Bumbu Tahun 2018.” 2(July): 1–23.
- Subroto, Gatot, Dwi Erwin Kusbianto, Slameto, S. A. 2020. Seleksi Genotipe Bibit Kopi Arabika Terhadap Ketahanan Penyakit Karat Daun Berdasarkan Kandungan Flavonoid. Digital Repository Universitas Jember.
- Semangun, H. 2002. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Siregar, D., dkk. (2022). Pengaruh Faktor Iklim terhadap Intensitas Serangan *Hemileia vastatrix* pada Kopi Arabika. *Agroklimatologi Indonesia*, 10(2), 44–53.
- Sugiarti, L. 2019. Analisis Tingkat Intensitas Penyakit Karat Winaya Mukti Tanjungsari. *Jagros*, 1(2), 80–89.
- Sukanto, Sri. 1998. Pengelolaan Penyakit Tanaman Kopi. Kumpulan Materi Pelatihan Pengelolaan Organisme Pengganggu Tanaman Kopi. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Jember, 15 hlm.
- Susilo, A.W. 2008. Ketahanan Tanaman Kopi (*Coffea* spp.) Terhadap Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei* Ferr.). *Review Penelitian Kopi dan Kakao*. 24(1): 1-14
- Talhinhas, P., Azinheira, H., Vieira, B., Loureiro, A., Tavares, S., Batista, D., Morin, E., Petitot, A.S., Paulo, O.S., Poulain, J., Da Silva, C., Duplessis, S., Silva, M.C. and Fernandez, D. (2017) Overview of the functional virulent genome of the coffee leaf rust pathogen *Hemileia vastatrix* with an emphasis on early stages of infection. *Front. Plant Sci.* 5, 88.
- Wang, Z., dkk. (2023). *Identification of Stripe Rust and Leaf Rust on Different Wheat Varieties Based on Image Processing Technology*. *Agronomy*, 13(1), 260.

- Waller, J. M., Bigger, M. dan Hillocks. 2007. Coffee Pest, Diseases, dan Their Management. CAB International. p. 387.
- Wiryadiputra, S. 2006. Penggunaan Perangkat Dalam Pengendalian Hama Penggerek Buah Kopi (PBKo, *Hypothenemus hampei*). Pelita Perkebunan Jember. Jawa Timur. hal. 101-118.
- Yunafsi. 2002.. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Perkembangan Penyakit Dan Penyakit Yang Disebabkan Oleh Jamur. USU Digital Library., 1, 1–12.
- Yusianto, Hulupi, R., Sulistyowati, Mawardi, S., & Ismayada, C. 2005. Sifat Fisiko-Kimia dan Cita Rasa Beberapa Varietas Kopi Arabika Physical, Chemicals and Flavors of Some Varieties of Arabica Coffee. Pelita Perkebunan, 21(3)(3), 200–222.



LAMPIRAN

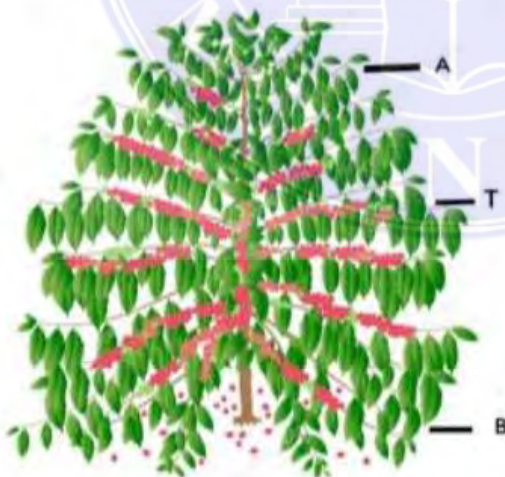
Lampiran 1. Gambar Denah Pengambilan Sampel Tanaman Kopi di Setiap Lokasi Pengamatan



Tanaman Non Sampel

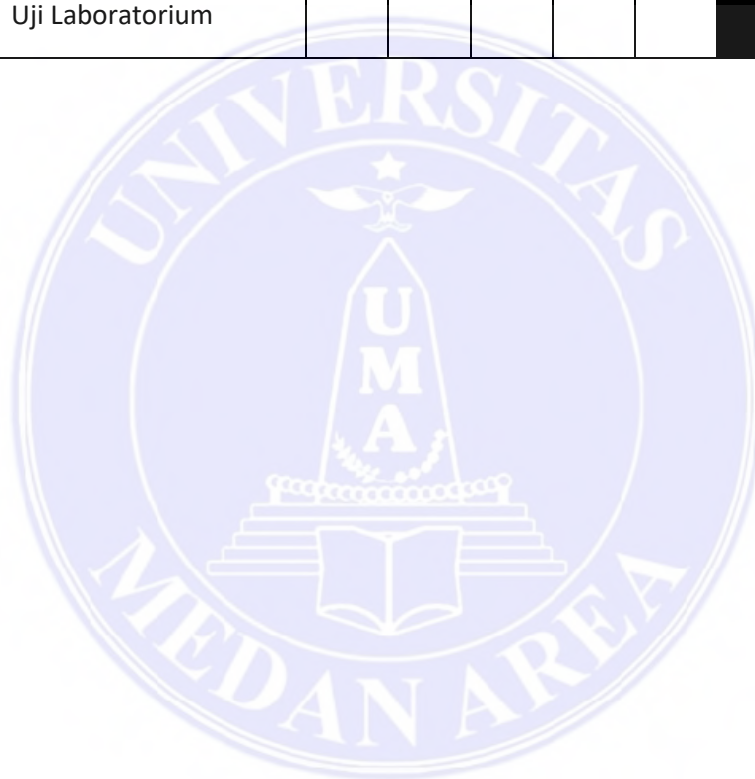


Tanaman Sampel



Lampiran 2. Jadwal Kegiatan Penelitian

NO	URAIAN KEGIATAN	BULAN							
		DESEMBER				JANUARI			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengambilan Data & Penentuan Lokasi Pengamatan								
2	Penentuan Tanaman Sampel								
3	Pengamatan Tanaman Tersedang								
4	Uji Laboratorium								



Lampiran 3. Kuesioner Penelitian

KUEISIONER PENELITIAN

No.Kuesioner 01

Tanggal Wawancara : 28 Januari 2025

I. Identitas Responden

1. Nama Responden :Eva Br. Silaen
2. Jenis Kelamin :Perempuan
3. Usia :33 tahun

II. PERTANYAAN

1.Jenis varietas apa yang ditanam?

Jawab:Arabika

2.Berapa umur tanaman kopi?

Jawab:10 Tahun

3.Berapa luas kebun kopi?

Jawab:2 rantai(809m²)

4.Berapa jarak tanam tanaman kopi?

Jawab:1 x 1,5 m

5.Berapa tinggi tanaman kopi?

Jawab:2-3 meter

6.Apa jenis tanaman pelindung untuk tanaman kopi?

Jawab:-

7.Bagaimana proses pemangkasan yang dilakukan?

Jawab:Manual

8.Apa jenis pupuk yang digunakan?

Jawab:Urea dan Poska

9.Berapa kali dilakukan pemanenan?

Jawab:2 kali sebulan

10.Pola tanam apa yang digunakan?

Jawab:Monokultur

11.Apa pestisida yang digunakan?

Jawab:Gromoxon

12.Berapa hasil produksi setiap dilakukannya pemanenan?

Jawab:5-10 kaleng

KUEISIONER PENELITIAN

No.Kuesioner 02

Tanggal Wawancara : 29 Januari 2025

I. Identitas Responden

4. Nama Responden :Evalina Sianipar
5. Jenis Kelamin :Perempuan
6. Usia :52 tahun

II. PERTANYAAN

1.Jenis varietas apa yang ditanam?

Jawab:Robusta

2.Berapa umur tanaman kopi?

Jawab:7 tahun

3.Berapa luas kebun kopi?

Jawab:3 rantai(1214m²)

4.Berapa jarak tanam tanaman kopi?

Jawab:2 x 1,5 m

5.Berapa tinggi tanaman kopi?

Jawab:3 m

6.Apa jenis tanaman pelindung untuk tanaman kopi?

Jawab:Dadap

7.Bagaimana proses pemangkasan yang dilakukan?

Jawab:Manual

8.Apa jenis pupuk yang digunakan?

Jawab:TSP dan Urea

9.Berapa kali dilakukan pemanenan?

Jawab:1 x 2 minggu

10.Pola tanam apa yang digunakan?

Jawab:Monokultur

11.Apa pestisida yang digunakan?

Jawab:Gromoxon

12.Berapa hasil produksi setiap dilakukannya pemanenan?

Jawab:2-3 kaleng

KUEISIONER PENELITIAN

No.Kuesioner 03

Tanggal Wawancara : 30 Januari 2025

I. Identitas Responden

7. Nama Responden :Toni Marlon Pane

8. Jenis Kelamin :Laki-laki

9. Usia :42 tahun

II. PERTANYAAN

1.Jenis varietas apa yang ditanam?

Jawab:Sigarar utang atau Ateng

2.Berapa umur tanaman kopi?

Jawab:6 tahun

3.Berapa luas kebun kopi?

Jawab:4 rantai(1618m²)

4.Berapa jarak tanam tanaman kopi?

Jawab:1,5 x 2 m

5.Berapa tinggi tanaman kopi?

Jawab:2 meter

6.Apa jenis tanaman pelindung untuk tanaman kopi?

Jawab:Dadap dan Jagung

7.Bagaimana proses pemangkasan yang dilakukan?

Jawab:Manual

8.Apa jenis pupuk yang digunakan?

Jawab:Urea dan Phonska

9.Berapa kali dilakukan pemanenan?

Jawab:1 x 2 minggu

10.Pola tanam apa yang digunakan?

Jawab:Polikultur (Cabai dan Jagung)

11.Apa pestisida yang digunakan?

Jawab:Coffepass dan Gromoxon

12.Berapa hasil produksi setiap dilakukannya pemanenan?

Jawab:4 kaleng

Lampiran 4. Tabel Hasil Pengamatan Sampel Tanaman Kopi

a. Data Pengamatan Pohon Kopi Arabika diDesa Lumban Pea Kecamatan Habinsaran Toba

MINGGU	SAMPEL POHON	LUASAN BERCAK (%)	SKORING
I	1	1-5	1
	2	6-20	2
	3	1-5	1
	4	1-5	1
	5	1-5	1
	6	21-40	3
	7	6-20	2
	8	6-20	2
	9	1-5	1
II	1	1-5	1
	2	6-20	2
	3	1-5	1
	4	21-40	3
	5	1-5	1
	6	6-20	2
	7	1-5	1
	8	1-5	1
	9	21-40	3
III	1	1-5	1
	2	6-20	2
	3	1-5	1
	4	21-40	3
	5	1-5	1
	6	6-20	2
	7	1-5	1
	8	1-5	1
	9	21-40	3
IV	1	1-5	1
	2	6-20	2
	3	1-5	1
	4	21-40	3
	5	1-5	1
	6	6-20	2
	7	1-5	1
	8	1-5	1
	9	21-40	3

b. Tabel Data Pengamatan Pohon Kopi Robusta diDesa Bange Kecamatan Habinsaran Toba

MINGGU	SAMPEL POHON	LUASAN BERCAK (%)	SKORING
I	1	6-20	2
	2	6-20	2
	3	6-20	2
	4	21-40	3
	5	6-20	2
	6	21-40	3
	7	21-40	3
	8	6-20	2
	9	1-5	1
II	1	6-20	2
	2	6-20	2
	3	6-20	2
	4	21-40	3
	5	6-20	2
	6	21-40	3
	7	21-40	3
	8	6-20	2
	9	6-20	2
III	1	6-20	2
	2	6-20	2
	3	6-20	2
	4	21-40	3
	5	6-20	2
	6	21-40	3
	7	21-40	3
	8	6-20	2
	9	6-20	2
IV	1	6-20	2
	2	6-20	2
	3	6-20	2
	4	21-40	3
	5	6-20	2
	6	21-40	3
	7	21-40	3
	8	21-40	3
	9	6-20	2

c. Tabel Data Pengamatan Pohon Kopi Sigarar Utang diDesa Lumban Ruhap Kecamatan Habinsaran Toba

MINGGU	SAMPEL POHON	LUASAN BERCAK (%)	SKORING
I	1	1-5	1
	2	1-5	1
	3	6-20	2
	4	1-5	1
	5	1-5	1
	6	6-20	2
	7	1-5	1
	8	1-5	1
	9	1-5	1
II	1	6-20	2
	2	6-20	2
	3	6-20	2
	4	21-40	3
	5	6-20	2
	6	21-40	3
	7	21-40	3
	8	6-20	2
	9	6-20	2
III	1	1-5	1
	2	1-5	1
	3	6-20	2
	4	1-5	1
	5	6-20	2
	6	6-20	2
	7	1-5	1
	8	1-5	1
	9	1-5	2
IV	1	6-20	2
	2	6-20	2
	3	6-20	2
	4	1-5	1
	5	6-20	2
	6	6-20	2
	7	1-5	1
	8	1-5	1
	9	6-20	2

Lampiran 5. Tabel Kejadian Penyakit dan Intensitas Penyakit
 Hasil Pengamatan IP dan KJP Kopi Arabika

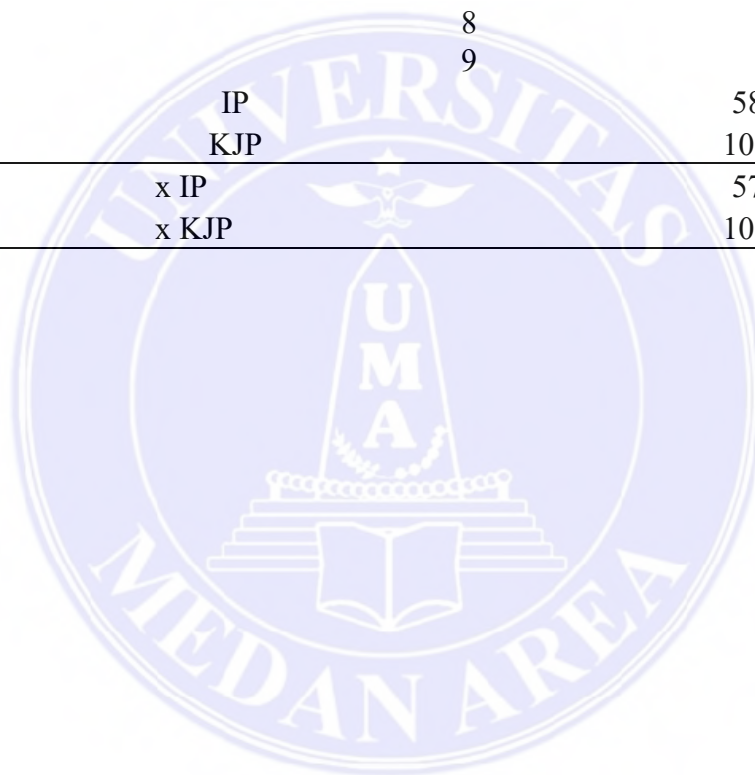
Varietas	Minggu	Sampel	Skoring	
Arabika	I	1	1	
		2	2	
		3	1	
		4	1	
		5	1	
		6	3	
		7	2	
		8	2	
		9	1	
	IP			38.8%
	KJP			100%
	II	1	1	
		2	2	
		3	1	
		4	3	
		5	1	
		6	2	
		7	2	
		8	2	
		9	3	
	IP			47.2%
	KJP			100%
	III	1	1	
		2	2	
		3	1	
		4	3	
		5	1	
		6	2	
		7	2	
		8	2	
		9	3	
	IP			47.2%
	KJP			100%
	IV	1	1	
		2	2	
		3	1	
4		3		

	5	2
	6	2
	7	2
	8	2
	9	3
IP		50%
KJP		100%
x IP		45.8%
x KJP		100%

Tabel Hasil Pengamatan IP dan KJP Kopi Robusta

Varietas	Minggu	Sampel	Skoring
Robusta	I	1	2
		2	2
		3	2
		4	3
		5	2
		6	3
		7	3
		8	2
		9	1
	IP		55.5%
	KJP		100%
	II	1	2
		2	2
		3	2
		4	3
		5	2
		6	3
		7	3
8		2	
9		2	
IP		58.3%	
KJP		100%%	
III	1	2	
	2	2	
	3	2	
	4	3	
	5	2	
	6	3	

	7	3
	8	2
	9	2
IP		58.3%
KJP		100%%
IV	1	2
	2	2
	3	2
	4	3
	5	2
	6	3
	7	3
	8	3
	9	2
IP		58.3%
KJP		100%%
x IP		57.6%
x KJP		100%%



Tabel Hasil Pengamatan IP dan KJP Kopi Sigarar Utang

Varietas	Minggu	Sampel	Skoring
Sigarar Utang	I	1	1
		2	1
		3	2
		4	1
		5	1
		6	2
		7	1
		8	1
		9	1
	IP		30.5%
	KJP		100%%
	II	1	1
		2	1
		3	2
		4	1
		5	1
		6	2
		7	1
8		1	
9		1	
IP		30.5%	
KJP		100%%	
III	1	1	
	2	1	
	3	2	
	4	1	
	5	2	
	6	2	
	7	1	
	8	1	
	9	2	
IP		36.1%	
KJP		100%	
IV	1	2	
	2	2	
	3	2	
	4	1	
	5	2	
	6	2	
	7	1	

	8	1
	9	2
IP		41.6%
KJP		100%
x IP		34.6%
x KJP		100%



Lampiran 6 Data Suhu, Kelembapan, Curah Hujan dan Kelembapan pada Bulan Desember 2024

ID WMO :96073
 Nama Stasiun :Stasiun Meterologi Kecamatan Habinsaran
 Lintang : 1.55000
 Bujur : 98.88000
 Elevasi :10 Meter

TANGGAL	Suhu minimum	Suhu maksimum	Kelembapan rata rata	Curah hujan (mm)	Kecepatan angin max	Arah angin kecepatan max
01-12-2024	22.1	32.6	85	15.4	5	320
02-12-2024	22.8	29	94	25	3	360
03-12-2024	21.3	30.2	90	25.5	4	200
04-12-2024	21.2	29	90	2	4	350
05-12-2024	20.2	32.2	86	9.9	4	220
06-12-2024	21.2	33.2	78	-	4	320
07-12-2024	21	32.6	80	0	3	310
08-12-2024	22	33.2	79	0	5	300
09-12-2024	22.1	31	86	-	0	0
10-12-2024	22.3	30.6	82	-	4	40
11-12-2024	22	33.4	84	2	4	300
12-12-2024	22.4	28.6	94	7.5	5	280
13-12-2024	22	30	94	76.9	4	320
14-12-2024	21.6	33.6	80	5	3	300
15-12-2024	22	33.4	84	0	4	220
16-12-2024	23.2	34	80	0.2	4	340
17-12-2024	23	33.4	85	0	4	340
18-12-2024	22.3	34.4	84	9.7	5	270
19-12-2024	22	30	93	2.2	2	110
20-12-2024	21.8	31.8	83	8.5	3	260
21-12-2024	21.4	32.4	84	0	3	280
22-12-2024	23	34.2	84	12.5	4	340
23-12-2024	23	27	96	12	4	320
24-12-2024	22.3	28.5	92	78.2	3	320
25-12-2024	21.8	32.4	83	5.3	3	140
26-12-2024	22	33.2	83	0	4	220
27-12-2024	22.2	32.8	83	0	6	230
28-12-2024	23.3	33.4	81	0	4	260
29-12-2024	22.3	33.4	83	1	5	240
30-12-2024	23.4	33	86	0	3	270

Lampiran 7 Data Suhu, Kelembapan, Curah Hujan dan Kelembapan pada Bulan Januari 2025

ID WMO :96073

Nama Stasiun :Stasiun Meterologi Kecamatan Habinsaran

Lintang : 1.55000

Bujur : 98.88000

Elevasi :10 Meter

TANGGAL	Suhu minimum	Suhu maksimum	Kelembapan rata-rata	Curah hujan (mm)	Kecepatan angin max	Arah angin kecepatan max
01-01-2025	23.3	33.2	83	0	5	210
02-01-2025	23.1	33.6	80	0	4	280
03-01-2025	23	33.6	80	0	4	230
04-01-2025	22.1	33.4	85	0	4	250
05-01-2025	22	33.5	83	2.5	2	340
06-01-2025	23.4	29	95	10.7	6	250
07-01-2025	22	32.8	80	58.1	4	130
08-01-2025	22.2	33.6	84	0	5	330
09-01-2025	22.4	33.2	82	0	4	320
10-01-2025	21.3	33.1	82	13.4	5	320
11-01-2025	22.3	32.9	84	0	6	160
12-01-2025	22.1	33	83	0	4	330
13-01-2025	22	32	90	0	7	310
14-01-2025	23	31	88	-	5	330
15-01-2025	22.2	32	89	7.8	4	340
16-01-2025	22.8	32.8	89	34.8	4	360
17-01-2025	23.2	32.8	91	8.2	4	340
18-01-2025	22.1	32.2	90	14	8	40
19-01-2025	21.3	32.2	88	25.4	5	360
20-01-2025	22	32.2	84	0.5	4	320
21-01-2025	23.2	33	88	-	4	270
22-01-2025	22.8	31.6	86	21.7	3	320
23-01-2025	22.4	33.2	87	0.6	6	200
24-01-2025	22.4	29.8	91	53.2	5	260
25-01-2025	22	30.2	91	4.1	4	230
26-01-2025	20.3	31.6	83	194.4	3	170
27-01-2025	21.7	32.6	83	0	2	260
28-01-2025	22.2	32.6	83	3.5	4	290
29-01-2025	21.2	33.2	82	0	3	290
30-01-2025	21.3	33	86	0	5	320
31-01-2025	22	33	83	43.3	4	310

Sumber: BMKG 2024-2025

Lampiran 8 Lampiran Dokumentasi



Gambar 1. Penentuan Sampel



Gambar 2. Penyakit Karat Daun (*Hemileia vastatrix*)



Gambar 3. Pengamatan Mingguan



Gambar 4. Foto Bersama Petani Kopi