



PAPER – OPEN ACCESS

Serangan Karat Daun Kopi (*Hemileia vastatrix* B et Br) pada Tanaman Kopi Arabika di Perkebunan Rakyat Kabupaten Mandailing Natal Sumatera Utara

Author : Riza Kusuma Widia Siska
DOI : 10.32734/anr.v1i1.101
Electronic ISSN : 2654-7023
Print ISSN : 2654-7015

Volume 1 Issue 2 – 2018 TALENTA Conference Series: Agricultural & Natural Resources (ANR)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Serangan Karat Daun Kopi (*Hemileia vastatrix* B et Br) pada Tanaman Kopi Arabika di Perkebunan Rakyat Kabupaten Mandailing Natal Sumatera Utara

Riza Kusuma Widia Siska^{a*}, Lahmuddin Lubis^a, Lisnawita^a

Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia

itamuis@yahoo.com

Abstrak

Kabupaten Mandailing Natal merupakan daerah penghasil kopi di Sumatera Utara. Salah satu factor pembatas produksi kopi di kabupaten ini adalah adanya serangan penyakit karat daun yang disebabkan oleh *Hemileia vastatrix*. Namun informasi sebaran dan keparahan penyakit karat daun kopi di kabupaten ini belum ada. Padahal informasi ini diperlukan untuk menentukan strategi pengendalian yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keparahan penyakit dan pemetaan sebaran penyakit karat daun kopi pada perkebunan kopi rakyat di Kabupaten Mandailing Natal. Penelitian dilaksanakan dengan metode *purposive random sampling* (PRS) di tiga kecamatan masing-masing Kecamatan Pakantan, Puncak Sorik Marapi dan Ulu Pungkut dengan lokasi geografis $0^{\circ} 10' - 1^{\circ} 50' LU$ dan $98^{\circ} 50' - 100^{\circ} 10' BT$ dengan ketinggian tempat antara 861-1353 meter di atas permukaan laut. Hasil penelitian menunjukkan penyakit karat daun kopi telah tersebar pada letak geografis $0^{\circ} 10' - 1^{\circ} 50' LU$ dan $98^{\circ} 50' - 100^{\circ} 10' BT$ dengan keparahan penyakit karat daun kopi tertinggi yaitu 45% terdapat di Desa Huta Namale, Kecamatan Puncak Sorik Marapi, sebaliknya keparahan penyakit karat daun kopi yang terendah terdapat di Desa Huta Julu, Kecamatan Pakantan yaitu sebesar 1%. Faktor suhu, ketinggian tempat dan jarak tanam berkorelasi sangat rendah terhadap tingkat kejadian dan keparahan penyakit karat daun kopi.

Kata Kunci: *Hemileia vastatrix*; karat daun kopi; Kabupaten Mandailing Natal

1. Pendahuluan

Areal perkebunan kopi di Indonesia pada tahun 2010 mencapai lebih dari 1,210 juta hektar dengan total produksi sebesar 686.921 ton. Komoditi ini mengalami penurunan produksi signifikan pada tahun 2011 sebesar 50% dari tahun 2010, dikarenakan keterbatasan lahan dan serangan penyakit daun dan akar kopi [4].

Serangan pada daun kopi diduga mengambil porsi besar dalam penurunan produksi kopi. Masalah ini terjadi akibat gangguan pada fotosintesis yang sangat menurunkan hasil tanaman. Penyakit daun yang paling berat menyerang adalah karat daun (*Hemileia vastatrix*), yang menjadi penyakit paling merugikan usaha tani kopi di Indonesia. Gangguan penyakit ini tidak hanya mempengaruhi pertumbuhan tanaman, tetapi juga menurunkan hasil biji kopi [3]. Penyakit ini dapat menyebabkan kehilangan hasil sebesar 25% di Indonesia pada tahun 1896-1900 [8].

Berdasarkan data dari Mandailing Natal Dalam Angka (2010) [4] serangan karat daun kopi sangat fluktuatif berdasarkan ketinggian tempat dan suhu serta seluruh keadaan lingkungan yang bertanggung jawab terhadap

kejadian dan keparahan serangan karat daun kopi di Mandailing Natal. Hubungan keadaan lingkungan terhadap keparahan serangan karat daun kopi belum banyak diteliti sehingga peneliti sangat tertarik untuk melakukan observasi langsung untuk mengetahui hubungan faktor lingkungan terhadap serangan karat daun kopi di beberapa kecamatan Mandailing Natal.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di perkebunan kopi rakyat di tiga Kecamatan Mandailing Natal yaitu Pakantan, Puncak Sorik Marapi dan Ulu Pungkut dengan lokasi geografis $0^{\circ} 10' - 1^{\circ} 50' \text{ LU}$ dan $98^{\circ} 50' - 100^{\circ} 10' \text{ BT}$ serta ketinggian tempat sekitar 861-1353 m dpl mulai 17 Juni 2014 sampai dengan 25 Juni 2014. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Purposive Random Sampling* (PRS) dan analisa data dilakukan dengan analisis korelasi sederhana menggunakan SPSS 21. Pembuatan peta digital diolah melalui program GIS (*Geographic Information System*) menggunakan software *ArcView Gis 3.2a*.

2.1. Pemilihan Kebun

Pemilihan kebun berdasarkan data luas tanaman kopi Arabika perkebunan rakyat menurut kecamatan. Pekerjaan dimulai dengan survei atau pengecekan lapang. Pelaksanaan pengambilan data dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*) dengan berpedoman pada peta dasar.

2.2. Penetapan Sampel

Penetapan sampel tanaman dengan mengamati satu pohon yang produksinya paling tinggi pada setiap kebun. Lalu diamati sampel daun yang terserang penyakit karat bagian cabang bawah, cabang tengah dan cabang pucuk. Diambil sampel daun yang berpenyakit dan dimasukkan ke dalam kantong plastik untuk dilakukan perhitungan keparahan penyakit.

2.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil data keparahan penyakit dan kejadian penyakit. Serta data pendukung yaitu suhu, ketinggian tempat, jarak tanam dan produksi kopi di setiap tempat pengambilan sampel tanaman.

2.4. Paramater Pengamatan

- Identifikasi penyakit karat daun kopi di beberapa kecamatan Mandailing Natal dengan pengamatan langsung daun kopi terserang dibawah mikroskop.
- Perhitungan kejadian penyakit menurut menggunakan rumus:

$$KjP = \frac{a}{a + b} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan : KjP = Kejadian Penyakit, a = Jumlah ddaun terserang, b = Jumlah daun sehat

Perhitungan Keparahen Penyakit Karat (KpP) daun kopi adalah dengan memberi skoring pada daun yang diamati, dengan menggunakan nilai skala menurut (Ouders et al., 1983)[3] yaitu : 0= tidak ada serangan pada daun, 1 = terdapat 1 bercak pada tiap daun yang diamati, 2 = terdapat 2 bercak pada tiap daun yang diamati, 3 = terdapat 4-7 bercak pada tiap daun yang diamati, 4 = terdapat 8-14 bercak pada tiap daun yang diamati, 5 = terdapat 15-16 bercak pada tiap daun yang diamati, 6 = terdapat 29-49 bercak pada tiap daun yang diamati, 7= terdapat 50-84 bercak pada tiap daun yang diamati, 8 = terdapat 85 bercak pada tiap daun yang diamati dan 9 = >85 pada tiap daun yang diamati.

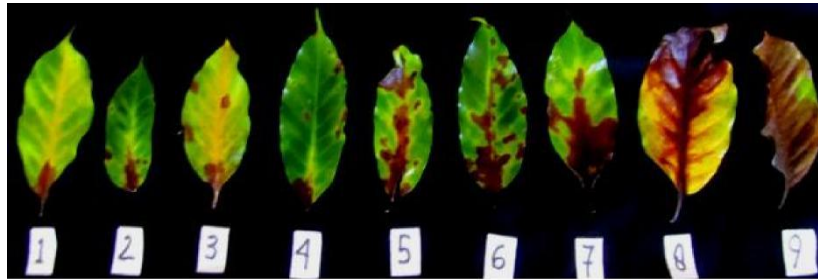


Figure 1. Skoring keparahan penyakit karat daun kopi skala 1-9.

Kemudian hasil pengamatan nilai skala disubstitusi ke dalam rumus :

$$KpP = \frac{\sum(n \times V)}{N \times Z} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan: KpP = Keparahan Penyakit, n = Jumlah daun untuk setiap kategori serangan, V = Nilai numerik untuk kategori serangan, Z = Kategori tertinggi (9), N = Jumlah daun yang diamati. Sumber: Townsend & Huebner (1948).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Identifikasi Penyakit Karat Daun Kopi

Hasil identifikasi dibawah mikroskop menunjukkan seluruh sampel yang diamati terserang penyakit karat daun kopi yang disebabkan oleh cendawan *Hemileia vastatrix*. Jamur ini mempunyai urediospora yang semula bulat, tetapi segera memanjang dan bentuknya mirip dengan juring buah jeruk. Setelah masak isinya berwarna jingga, sedang dindingnya tidak berwarna. Sisi luar yang cembung mempunyai duri – duri, sedang sisi lainnya tetap halus (hemi leious = setengah licin) urediospora berukuran 26-40 x 20-30 µm. Daun-daun yang terserang parah kemudian gugur dan tanaman menjadi gundul. Tanaman yang demikian menjadi kehabisan cadangan pati dalam akar-akar dan rantingnya, akhirnya tanaman mati. Gejala penyakit karat daun jarang tampak pada buah dan batang hanya terbatas pada daun. Secara khas penyakit ini dikenal seperti luka berwarna kuning dan ditutupi bedak atau noda yang tampak pada permukaan bagian bawah daun. Pada luka yang masih muda tampak noda kuning pucat dengan sporulasi jelas [9] (Figure 2A, B dan C).

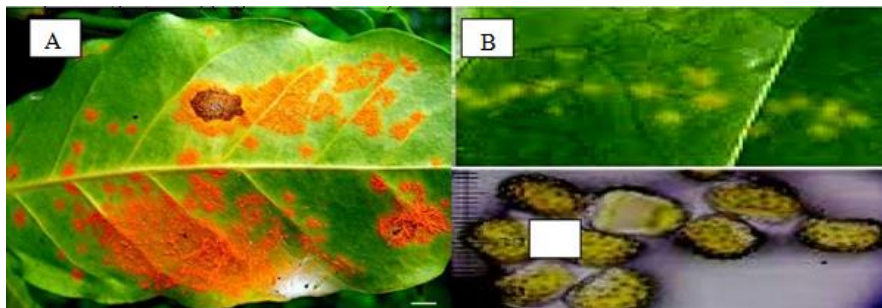


Figure 2. (A). makroskopis serangan daun kopi pada sampel daun terserang karat daun, (B). mikroskopis daun terserang di bawah mikroskop perbesaran 60x dan (C). mikroskopis urediospora cendawan *H. vastatrix* di bawah mikroskop perbesaran 1000x.

3.2. Sebaran Karat Daun Kopi di Beberapa Kecamatan Mandailing Natal

Berdasarkan pengambilan sampel di Beberapa Kecamatan Mandailing Natal diperoleh hasil peta lokasi pengambilan sampel disajikan pada Figure 3. Lokasi pengambilan sampel sebanyak 39 sampel yang tersebar di Kabupaten Mandailing Natal, 7 sampel diambil di kecamatan Pakantan, 10 sampel diambil di Kecamatan Ulu Pungkut, 22 sampel diambil di Kecamatan Puncak Sorik Marapi. Daerah kecamatan yang memiliki tingkat keparahan penyakit tertinggi terletak di Desa Huta Namale 9 Kecamatan Puncak Sorik Marapi yaitu sebesar 45 % dan tingkat keparahan penyakit terendah terletak di Desa Huta Julu 6 Kecamatan Pakantan sebesar 1% (Figure 3).

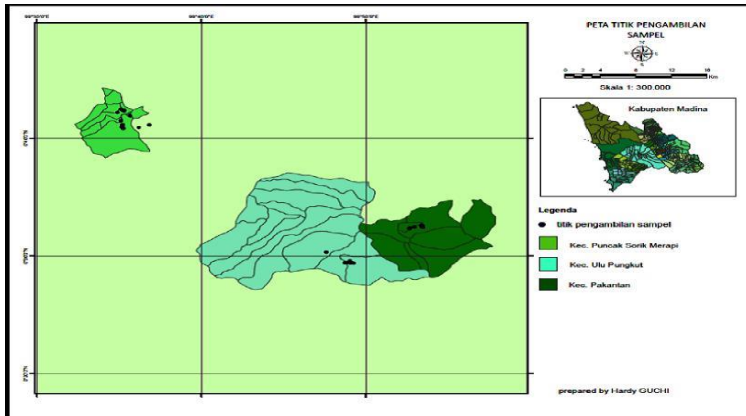


Figure 3. Peta sebaran serangan karat daun kopi berdasarkan titik pengambilan sampel di Kecamatan Mandailing Natal.

3.3. Hubungan Keadaan Lingkungan Terhadap Kejadian Dan Keparahan Serangan Karat Daun Kopi di Beberapa Kecamatan di Mandailing Natal

Tabel 1. Persentase kejadian dan keparahan penyakit karat daun kopi di beberapa kecamatan Mandailing.

Kecamatan	Desa	Latitude (x)	Longitude (y)	Keparahan Penyakit (%)	Kejadian Penyakit (%)	Rataan (%)
Pakantan	Huta Julu 1	0°32'18.9"	99°52'39.1"	37%	60%	48%
	Huta Julu 2	0°32'33.9"	99°53'23.1"	41%	71%	56%
	Huta Bargot	0°32'25.6"	99°53'26.9"	7%	17%	12%
	Huta Julu 3	0°32'27.6"	99°52'56.9"	13%	24%	18%
	Huta Julu 4	0°32'21.4"	99°52'39.9"	19%	36%	27%
	Huta Julu 5	0°32'22.3"	99°52'40.1"	7%	20%	13%
	Huta Julu 6	0°32'33.9"	99°53'25.6"	1%	3%	2%
Ulu Pungkut	Simpang Banyak1	0°30'19.5"	99°47'35.6"	17%	25%	21%
	Simpang Banyak2	0°30'18.7"	99°47'35.7"	3%	12%	7%
	Desa Genting1	0°29'35.4"	99°49'1.30"	22%	52%	37%
	Desa Genting2	0°29'26.4"	99°48'48.5"	3%	4%	3%
	Desa Genting3	0°29'25.2"	99°48'46.5"	5%	11%	8%
	Desa Genting4	0°29'25.6"	99°48'42.9"	19%	43%	31%
	Desa Genting5	0°29'24.5"	99°48'46.6"	10%	25%	17%

	Desa Genting6	0°29'23.3"	99°49'14.8"	23%	53%	38%
	Desa Genting7	0°29'24.2"	99°49'10.4"	22%	4%	31%
	Desa Genting8	0°32'23.2"	99°49'3.0"	33%	65%	49%
Puncak Sorik	Huta	0°42'21.7"	99°35'16.0"	2%	37%	28%
Marapi	Lombang1					
	Huta					
	Lombang2	0°42'20.5"	99°35'14.9"	10%	22%	16%
	Huta					
	Lombang3	0°42'22.2"	99°35'18.4"	8%	14%	11%
	Huta					
	Lombang4	0°42'17.5"	99°35'17.0"	16%	24%	20%
	Huta					
	Lombang5	0°42'19.6"	99°35'14.2"	12%	21%	16%
	Huta Namale1	0°42'21.0"	99°35'13.9"	7%	13%	10%
	Huta Namale2	0°42'11.2"	99°34'54.3"	13%	25%	19%
	Huta Namale3	0°41'54.1"	99°35'39.6"	10%	19%	14%
	Huta Namale4	0°41'53.1"	99°35'40.0"	9%	17%	13%
	Huta Namale5	0°42'26.9"	99°35'6.30"	13%	83%	48%
	Huta Namale6	0°41'28.6"	99°35'6.40"	12%	24%	18%
	Huta Namale7	0°41'7.60"	99°35'12.5"	10%	18%	14%
	Huta Namale8	0°41'7.30"	99°35'11.0"	14%	31%	22%
	Huta Namale9	0°41'8.60"	99°35'12.0"	45%	78%	61%
	Huta Namale10	0°41'7.90"	99°35'13.5"	19%	33%	26%
	Huta Baringin1	0°40'51.3"	99°35'14.7"	12%	37%	24%
	Huta Baringin2	0°40'51.7"	99°35'14.2"	22%	35%	28%
	Huta Baringin3	0°40'56.3"	99°35'11.0"	28%	47%	37%
	Huta Baringin4	0°40'56.4"	99°35'9.90"	18%	28%	23%
	Huta Baringin5	0°40'54.2"	99°36'12.0"	19%	44%	31%
	Huta Baringin6	0°40'48.5"	99°35'14.4"	18%	40%	29%
	Huta Baringin7	0°40'49.1"	99°35'15.1"	16%	36%	26%

Dari Tabel 1 diketahui bahwa keparahan penyakit minimal 1% terdapat pada di Desa Huta Julu 6 Kecamatan Pakantan dengan produksi 1088 gram/pohon. Dari data tersebut diketahui tingkat serangan minimal menjadikan produksi cukup tinggi. Pada Desa Huta Julu 6 tercatat data ketinggian tempat yaitu 783 m dpl dan suhu 22°C. Dimana kondisitersebut rentan serangan *H.vastatrix*. Namun pada sampel tersebut produksi kopi lebih tinggi dibandingkan Desa Huta Namale 9. Hal dapat terjadi karena beberapa faktor lain. Pemeliharaan tanaman yang baik adalah salah satu faktor sehingga perkembangan karat daun kopi dapat ditekan dan produksi menjadi maksimal. Pada Desa Huta Julu 6 terdapat pohon naungan lamtoro, dimana naungan tersebut berfungsi untuk mengatur intensitas cahaya, angin dan air hujan yang masuk sehingga pembungaan kopi menjadi maksimal dan karat daun kopi dapat dicegah pekembangannya sebab faktor pendukung perkembangan karat daun salah satunya adalah angin dan air. Nutman and Roberts [3] menyatakan bahwa angin yang terutama menyebarkan urediospora dari pohon ke pohon. Tetapi penelitian tahun 1950 membuktikan bahwa air memegang peranan penting dalam penyebaran penyakit sedangkan angin hanya sedikit terjadi.

Dari Tabel 1 diketahui bahwa kejadian penyakit maksimal 83,52 % di Desa Huta Namale 5 Kecamatan Puncak Sorik Marapi tercatat data ketinggian tempat yaitu 991 m dpl dengan suhu 27°C. Ketinggian tempat dan suhu tersebut adalah kondisi yang cocok untuk penanaman kopi Arabika, namun pada kondisi tersebut juga *H.vastatrix* berkembang dengan baik. Inilah salah satu faktor yang menyebabkan produksi kopi di sampel Huta Namale 4 tidak maksimal karena pada kondisi tersebut *H.vastatrix* berkembang dengan baik. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan (2010) [7] menyatakan kopi membutuhkan curah hujan 2000-3000 mm/tahun dengan suhu rata-rata 18-28°C. Selanjutnya Semangun [9] menyatakan bahwa penyakit karat daun kopi berkembang pada suhu optimum 15°C-28°C. Pada kebun tersebut pohon kopi tidak diberi naungan sehingga penyebaran penyakit karat daun di kebun menjadi cepat sebab air dan angin menjadi faktor penyebab berkembangnya karat daun kopi. Bock [2] menyatakan bahwa urediospora yang terlepas oleh lelehan air akan mengendap pada permukaan atas daun. Jika satu tetes jatuh pada permukaan daun, spora akan terbawa oleh percikan-percikan air sehingga dapat mencapai sisi bawah daun sebelah atasnya, dimana infeksi dapat terjadi.

Dari Tabel 1 diketahui bahwa kejadian penyakit minimal 1% terdapat pada di Desa Huta Julu 6 Kecamatan Pakantan dengan produksi 1088 gram/pohon. Dari data tersebut diketahui tingkat serangan minimal menjadikan produksi cukup tinggi. Pada Desa Huta Julu 6 tercatat data ketinggian tempat yaitu 783 m dpl dan suhu 22°C. Dimana kondisi tersebut rentan serangan *H.vastatrix*. Namun pada sampel tersebut produksi kopi lebih tinggi dibandingkan Desa Huta Namale 9. Hal dapat terjadi karena beberapa faktor lain. Pemeliharaan tanaman yang baik adalah salah satu faktornya sehingga perkembangan karat daun kopi dapat ditekan dan produksi menjadi maksimal. Pada kebun ini terdapat pohon lamtoro yang mampu mengurangi kecepatan angin disekitar kebun. Burdekin di Tanzania membuktikan adanya urediospora di udara meskipun cuaca kering. Martinez dapat menangkap spora dalam udara di atas kebun kopi Brazilia. Becker [1] juga membuktikan hal yang sama bahkan uerdiospora terdapat dalam lapisan setinggi 1000 m di atas kebun-kebun kopi di Kenya dan Brazil. Martinez mengatakan bahwa ada hubungan antara banyaknya spora terlepas dengan kecepatan angin dan kelembaban udara.

Tabel 2. Uji korelasi keparahan penyakit terhadap faktor yang mempengaruhi.

Korelasi	PD	KT	JT	SH	KJP	KPP
PD		0.48	-0.160	-0.134	0.403*	0.346*
KT			0.101	-0.446*	0.102	0.030
JT				-0.011	0.141	-0.038
SH					-0.076	-0.108
KJP						0.849**
KPP						

Keterangan : PD = Produksi, KJP = Kejadian Penyakit, KPP = Keparahen Penyakit, KT = Ketinggian Tempat, JT = Jarak Tanam, SH = Suhu

Kriteria nilai korelasi : 0.00 – 0.199 = sangat rendah
 0.20 – 0.399 = rendah
 0.40 – 0.599 = cukup
 0.60 – 0.799 = kuat
 0.80 – 1.00 = sangat kuat [10].

Berdasarkan hasil analisis korelasi antara produksi kopi dengan keparahan penyakit menunjukkan nilai korelasi sebesar 0,346 (Table 3) yang berarti hubungan antara keduanya adalah rendah. Selanjutnya hubungan antara produksi dengan kejadian penyakit sebesar 0,403 (Tabel 2) yang berarti sedang. Itu menunjukkan bahwa salah satu faktor yang dapat mempengaruhi produksi kopi adalah serangan dari *H.vastatrix*. Semangun [9] menyatakan banyaknya daun yang gugur adalah gejala lanjut dari penyakit karat daun yang menyebabkan jumlah bunga yang terbentuk berkurang, yang berdampak pada turunnya jumlah biji kopi yang dihasilkan. Dari Table 1 diketahui bahwa keparahan penyakit maksimal 45 % terdapat di Desa Huta Namale 9, Kecamatan Puncak Sorik Marapi dengan total

produksinya sebesar 783 gram/pohon. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa tingkat serangan maksimal menjadikan hasil produksi kopi tidak maksimal.

Berdasarkan hasil analisis korelasi antara produksi kopi dengan keparahan penyakit menunjukkan nilai korelasi sebesar 0,346 (Table 3) yang berarti hubungan antara keduanya adalah rendah. Selanjutnya hubungan antara produksi dengan kejadian penyakit sebesar 0,403 (Tabel 2) yang berarti sedang. Itu menunjukkan bahwa salah satu faktor yang dapat mempengaruhi produksi kopi adalah serangan dari *H.vastatrix*. Semangun [9] menyatakan banyaknya daun yang gugur adalah gejala lanjut dari penyakit karat daun yang menyebabkan jumlah bunga yang terbentuk berkurang, yang berdampak pada turunnya jumlah biji kopi yang dihasilkan. Dari Tabel 1 diketahui bahwa keparahan penyakit maksimal 45 % terdapat di Desa Huta Namale 9, Kecamatan Puncak Sorik Marapi dengan total produksinya sebesar 783 gram/pohon. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa serangan maksimal menjadikan hasil produksi kopi tidak maksimal.

Dari Tabel 2 di atas diketahui bahwa terjadi hubungan yang nyata antara kejadian dan keparahan penyakit dengan nilai korelasi yang kuat. Sedangkan antara produksi dengan Kejadian Penyakit terdapat korelasi linear positif dengan nilai korelasi 0.403 yaitu cukup atau sedang. Ini menunjukkan adanya hubungan antara *H.vastatrix* dengan produksi kopi di Beberapa Kecamatan Mandailing Natal yang bernilai positif atau searah artinya apabila *H.vastatrix* meningkat maka produksi kopi juga masih meningkat. Dan *H.vastatrix* menurun maka produksi kopi juga ikut menurun. Ini menandakan ada faktor lain yang menyebabkan produksi kopi meningkat atau menurun. Misalnya dari segi tanah maupun sistem penanamannya. Hal ini sesuai dengan literatur Wiryadiputra [12] yang menyatakan bahwa apabila pH tanah kurang dari 5,5-6,5 maka tanaman kopi masih dapat tumbuh, tetapi kurang bisa menyerap beberapa unsur hara sehingga tanahnya perlu diberi kapur. Sebaliknya, tanaman kopi tidak menghendaki tanah yang agak basa (pH lebih dari 6,5) sehingga pemberian kapur tidak boleh berlebihan.

4. Kesimpulan

Serangan penyakit karat daun kopi tersebar pada letak geografis $0^{\circ}10^{\circ}$ - $1^{\circ}50^{\circ}$ LU dan $98^{\circ}50^{\circ}$ - $100^{\circ}10^{\circ}$ BT, keparahan penyakit tertinggi terdapat di Kecamatan Puncak Sorik Marapi pada Desa Huta Namale 9 yaitu 45%, terendah di Kecamatan Pakantan pada desa Huta Julu 1 yaitu 1%. Pemberian pohon naungan yang tepat dapat dijadikan pengelolaan penyakit yang cukup baik. Faktor suhu, ketinggian tempat dan jarak tanam memiliki nilai korelasi sangat rendah terhadap tingkat kejadian dan keparahan karat daun kopi.

Referensi

- [1] Becker, S., Mulinge, S.K., Kranz, J. (1975) Evidence that Uredospore of *Hemileia vastatrix* are wind born. *Phytopath. Zeitschr.* 82, 359-360.
- [2] Bock K R. (1962). Dispersal of Uredospore of *Hemileia vastatrix* under field conditions. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 45, 63-74.
- [3] Brown, J.S., Whan, J.H., Kenny, M.K and Meriman, P.R. (1995). The Effect of Coffee Leaf Rust on Foliation and Yield of Coffee in Papua New Guinea. 14(7), 589-592.
- [4] Mandailing Natal Dalam Angka. (2010). Badan Pusat Statistik Kabupaten Mandailing Natal.
- [5] Nutman F J., Roberts, F.M. (1963). Studies Biology of *Hemileia vastatrix*. *Trans. Brit. Mycol.* 43, 27-48.
- [6] Ouders, A.M., Heloisa, P., Nanda, N. (1983). Incomplete Resistance to Coffee Leaf Rust (*Hemileia vastatrix*). A.B. Eskes. Landbouwschool. Wageningen.
- [7] Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 2010. Budidaya dan Pasca Panen Kopi. Bogor.
- [8] Semangun H. 1996. Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan. UGM Press. Yogyakarta.
- [9] Semangun 2000. Penyakit – Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia. UGM Press. Yogyakarta.
- [10] Sudjana. 1982. Metoda Statistika. Bandung. Tarsito.
- [11] Townsend & Hueberger. 1948. In Uenterstenhofer, G. 1976. The Basic Principles of Crop Protection Field Trials. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer AG, Leverskusen.
- [12] Wiryadiputra S., Jumianto, Y.D., Sulistyowati, E., Hulupi, R, Mahfud, M.C., and Rosmahani, L. (2007). Analisis Status Penelitian dan Pengembangan PHT pada Pertanaman Kopi. Risalah Simposium Nasional Penelitian PHT Perkebunan Rakyat. Bogor. pp 129 – 146.