

KETAHANAN POHON INDUK KOPI LIBERIKA TERHADAP PENYAKIT KARAT DAUN (*Hemileia vastatrix* B. et Br.) DI KEPULAUAN MERANTI

RESISTANCE OF LIBERICA COFFEE AGAINST LEAF RUST DISEASE (*Hemileia vastatrix* B. et Br.) IN KEPULAUAN MERANTI

* Rita Harni, Efi Taufiq, dan Budi Martono

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia

* rita_harni@yahoo.co.id

(Tanggal diterima: 5 Januari 2015, direvisi: 23 Januari 2015, disetujui terbit: 18 Maret 2015)

ABSTRAK

Penyakit karat daun yang disebabkan oleh *Hemileia vastatrix* merupakan penyakit yang sangat merugikan pada tanaman kopi karena dapat mematikan tanaman. Penelitian bertujuan mengetahui ketahanan pohon induk kopi Liberika Meranti terhadap penyakit karat daun kopi (*H. vastatrix*) yang akan digunakan sebagai varietas unggul komposit. Kegiatan penelitian telah dilakukan di Desa Kedabu Rapat, Kecamatan Rangsang Pesisir, Kabupaten Kepulauan Meranti pada tahun 2013 dan 2014. Observasi dilakukan di kebun petani dengan luas 170 ha, terhadap pohon induk kopi Liberika yang telah diseleksi sebelumnya. Ketahanan terhadap *H. vastatrix* diamati dengan melihat gejala serangan pada daun di setiap pohon. Parameter yang diamati adalah gejala serangan dan indeks intensitas penyakit (IIP). IIP mengacu pada skor tanaman terserang, yaitu 0 = kebal, 1%–29% = tahan, 30%–49% = agak tahan, 50%–69% = agak rentan, dan 70%–100% = rentan. Hasil observasi dari 106 pohon induk kopi Liberika Meranti terhadap *H. vastatrix* diperoleh 90 pohon (84,90%) tahan, 14 pohon (13,1%) agak tahan, dan 1 pohon (0,9%) agak rentan. Ketahanan kopi tersebut cukup stabil selama 2 tahun pengamatan.

Kata kunci: Kopi Liberika, *Hemileia vastatrix*, karat daun, ketahanan

ABSTRACT

Leaf rust disease caused by *Hemileia vastatrix* is considered as the most devastating disease in coffee plants due to it can kill the plants. The objective of this research was to determine the resistance of Liberica coffee derived from Kepulauan Meranti against leaf rust disease (*H. vastatrix*) that will be used as a composite variety. The research was conducted in Kedabu Rapat Village, Rangsang Pesisir Sub-district, Kepulauan Meranti in 2013 and 2014. Observations were carried out at farmer field in an area of 170 ha toward Liberica coffee that previously has been selected. Leaf rust resistance can be observed on the leaves of each selected Liberica coffee tree. The observed parameters were attack symptoms and disease intensity index (IIP). The disease intensity index (IIP) refers to the score of infected plants, i.e.: 0 = immune, 1%–29% = resistant, 30%–49% = moderate resistant, 50%–69% = moderate susceptible and 70%–100% = susceptible. The observation result on 106 selected Liberica coffee trees against *H. vastatrix* showed 90 trees (84.90%) were resistant, 14 trees (13.1%) were moderate resistant, and one tree (0.9%) was susceptible. The resistance of Liberica coffee is known quite stable during two years of observation.

Keywords: Liberica coffee, *Hemileia vastatrix*, leaf rust, resistance

PENDAHULUAN

Kopi Liberika (*Coffea liberica*) adalah kopi jenis Liberoid yang berasal dari Liberia (pantai barat Afrika), yang selama ini dianggap kurang memiliki nilai ekonomi dibanding dengan jenis Arabika dan Robusta karena rendemennya rendah. Meskipun demikian kopi ini mempunyai keunggulan di antaranya adalah lebih toleran serangan penyakit, dapat beradaptasi dengan

baik pada lahan gambut, sementara kopi jenis lain (Arabika dan Robusta) tidak bisa tumbuh serta berbuah sepanjang tahun. Ciri-ciri dari tanaman ini adalah pertumbuhan yang kekar sangat kuat, tajuk lebar, dan daun tebal (Hulupi, 2014).

Kopi Liberika merupakan salah satu komoditas unggulan Kabupaten Kepulauan Meranti di samping kelapa, pinang, dan karet. Kopi ini sudah dikembangkan sejak tahun 1970-an, dan telah menyebar luas di enam

kecamatan, yaitu Kecamatan Rangsang Pesisir, Rangsang Barat, Rangsang, Tebing Tinggi Barat, Tebing Tinggi Timur, dan pulau Merbau dengan luas mencapai 1.074,5 ha. Produksi kopi Liberika pada tahun 2012 sebesar 676,87 ton, 79,78% berasal dari kecamatan Rangsang Pesisir, sedangkan 20,22% berasal dari Kecamatan Rangsang Barat dan kecamatan lainnya (Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kepulauan Meranti, 2012). Harga jual kopi Liberika Meranti sebesar Rp32.000,00–Rp34.000,00, lebih tinggi dibanding dengan harga kopi Robusta, dan di Malaysia harga kopi Liberika mencapai Rp48.800,00–Rp51.200,00 (Martono, Rubiyo, Setiyono, & Udarno, 2013).

Pengembangan kopi Liberika akan terus dilakukan oleh Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kepulauan Meranti. Untuk pengembangan ini membutuhkan bibit yang berkualitas. Selama ini petani mengembangkan kopi melalui biji dari pohon yang berbuah lebat. Hal ini tidak dianjurkan karena kopi Liberika merupakan tanaman menyerbuk silang (*cross pollination*) sehingga buah yang dipanen dari pohon yang berbuah lebat belum tentu akan menghasilkan keturunan yang sama dengan induknya. Oleh karena itu, untuk pengembangan diperlukan benih yang berasal dari pohon-pohon terpilih hasil seleksi (Martono *et al.*, 2013).

Kriteria yang dilakukan dalam seleksi bahan tanaman unggul, di antaranya adalah produktivitas, serta ketahanan terhadap hama dan penyakit. Seleksi terhadap serangan penyakit diarahkan terhadap serangan penyakit utama pada tanaman kopi, yaitu penyakit karat daun. Penyakit karat daun yang disebabkan oleh *Hemileia vastatrix* merupakan penyakit yang sangat merugikan pada tanaman kopi (Semangun, 2000; Diola *et al.*, 2011; Rodrigues *et al.*, 2014). Penyakit ini sudah berkembang di Indonesia sejak tahun 1876 dan dalam perkembangannya mengakibatkan penurunan produksi kopi hingga 25% (Semangun, 2000) dengan tingkat kerusakan mencapai 58% (Rosmahani, Rachmawati, Sarwono, Soleh, & Jumadi 2003).

Gejala serangan penyakit karat daun dapat dilihat pada permukaan atas dan bawah daun, ditandai dengan bercak kuning-jingga seperti serbuk (*powder*) (Agrios, 2005). Jika diamati pada bagian bawah daun tampak bercak yang awalnya berwarna kuning muda, selanjutnya berubah menjadi kuning tua, pada bagian tersebut akan terlihat jelas tepung yang berwarna oranye atau jingga. Tepung yang berwarna oranye atau jingga tersebut adalah uredospora jamur *H. vastatrix*. Gejala lanjut, pada daun tampak bercak coklat saling bergabung, menjadi lebih besar, kemudian mengering dan gugur sehingga tanaman menjadi gundul (Semangun, 2000; Silva, 2006; Rodrigues *et al.*, 2014).

H. vastatrix dapat menginfeksi semua jenis kopi (*Coffea arabica*, *C. canephora*, *C. liberica*, *C. excelsa* dan *C. congensis*) (Semangun, 2000), dan mempunyai ras fisiologi yang banyak sehingga ketahanan kopi terhadap penyakit karat daun menjadi sangat kompleks. Menurut Rodrigues *et al.* (1975) *cited in* Silva *et al.* (2006) pada tanaman kopi terdapat gen-gen yang menentukan ketahanan terhadap karat daun yaitu, gen SH, sedangkan pada *H. vastatrix* terdapat gen-gen yang menentukan virulensi, yaitu gen v. Menurut Silva *et al.* (2006) dan Diola *et al.* (2011) pada kopi telah diidentifikasi 9 gen ketahanan yang bersifat dominan (*major gene*), yaitu SH1-SH9. Gen SH1-SH5 ditemukan pada kopi Arabika dari daerah Ethiopia, gen SH3 ditemukan pada kopi Liberika, sedangkan gen SH6-SH9 ditemukan pada kopi Hibrido de Timor (*C. arabica* × *C. canephora*).

Penelitian bertujuan mengetahui ketahanan pohon induk kopi Liberika Meranti terhadap penyakit karat daun kopi (*H. vastatrix*) yang akan digunakan sebagai varietas unggul komposit.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Desa Kedabu Rapat, Kecamatan Rangsang Pesisir, Kabupaten Kepulauan Meranti, Kepulauan Riau dari tahun 2013 sampai 2014. Ketinggian tempat 3 m dari permukaan laut (dpl), jenis tanah gambut dan posisi Lintang Utara (0° 08'37",9") serta Lintang Selatan (102' 45' 55,10'). Kopi Liberika yang diamati sebagian besar ditanam di bawah pohon kelapa dan telah berumur 15–25 tahun.

Intensitas Serangan Penyakit

Pohon induk kopi Liberika yang digunakan dalam penelitian ini adalah pohon-pohon induk yang sebelumnya sudah terpilih pada kebun-kebun petani di beberapa tempat di Desa Kedabu Rapat, yaitu Parit Besar, Parit Senang, Parit Kasan dan Parit Jang (daerah penghasil kopi Liberika terbesar, 79,78% di Kabupaten Kepulauan Meranti). Dari seluruh pohon yang ada terpilih 106 pohon yang diamati tingkat ketahanannya terhadap penyakit karat daun.

Pengamatan sifat ketahanan terhadap penyakit karat daun (*H. vastatrix*) pada pohon-pohon terpilih dilakukan dengan melihat gejala serangan pada daun di setiap pohon. Pengamatan dilakukan dengan mengukur tipe reaksi, kerapatan bercak, dan indeks gugur daun menurut Eskes & Toma-Braghini (1981). Kemudian dihitung besarnya indeks intensitas penyakit (IIP) seperti yang dilaporkan Mawardi (1996) *cited in* Hulupi, Mawardi, & Yusianto (2012), sedangkan sifat ketahanan diinterpretasikan berdasarkan skala ketahanan IIP, yaitu 0= kebal, 1%–29% = tahan, 30%–49% = agak tahan,

50%–69% = agak rentan, dan 70%–100% rentan. Indeks intensitas penyakit karat daun dihitung dengan rumus:

$$IIP = \frac{\sum(n_i \times i)}{(N \times V)} \times 100\%$$

Keterangan :

IIP = indeks intensitas penyakit

n_i = jumlah daun dengan skor serangan ke- i

i = skor tanaman terserang

V = nilai skor dari kategori serangan tertinggi

N = jumlah daun yang diamati

Pengamatan Iklim

Data iklim diperoleh dari Dinas Perkebunan dan Kehutanan Kabupaten Kepulauan Meranti, data ini digunakan sebagai data pendukung hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gejala Serangan

Hasil observasi terhadap tingkat serangan penyakit karat daun pada kopi Liberika di Kepulauan Meranti secara umum masih rendah dan tidak menimbulkan kerusakan yang berarti. Gejala serangan penyakit karat daun kopi Liberika ditemukan beberapa tipe gejala, yaitu (1) daun dipenuhi oleh bercak klorosis dengan berbagai ukuran (kecil sampai besar), berwarna kuning muda kemudian berubah menjadi kuning tua, pada bagian bawah daun ditemukan tepung yang

berwarna oranye. Tepung tersebut adalah uredospora jamur *H. vastatrix*. Gejala lanjut, pada daun tampak bercak cokelat saling bergabung, menjadi lebih besar, kemudian mengering (nekrosis), dan gugur (Gambar 1 a), tipe seperti tersebut hanya ditemukan pada 1 pohon, yaitu pohon nomor 20; (2) ditemukan beberapa bercak klorosis berukuran kecil dan sedang dengan uredospora, dan beberapa bercak mengalami nekrosis (Gambar 1 b); dan (3) ditemukan bercak klorosis berukuran kecil, tidak berkembang dan tidak dihasilkan uredospora, di sekitar bercak terjadi nekrotik seperti gejala hipersensitif reaksi (Gambar 1 c). Dari ketiga tipe gejala tersebut tipe ke-3 yang paling banyak ditemukan. Berbedanya tipe gejala karat daun pada kopi Liberika disebabkan oleh bervariasinya ketahanan dari pohon induk kopi Liberika terhadap serangan *H. vastatrix*. Bervariasinya ketahanan disebabkan sifat kopi Liberika yang menyerbuk silang sehingga ditemukan keragaman genetik yang luas, hal ini dapat dilihat dari keragaman morfologi di antaranya ukuran dan bentuk daun (Martono *et al.*, 2013), dan semua pohon induk yang diamati berasal dari biji.

Menurut Rodrigues *et al.* (2000), Varzea *et al.* (2002), dan Várzea, Rodrigues, Marques, & Silva (2004) bahwa *H. vastatrix* dapat menginfeksi semua tanaman kopi, dimulai dari uredospora menempel pada daun, berkecambah membentuk appressorium kemudian mempenetrasi daun melalui stomata dengan membentuk hifa penetrasi yang tumbuh ke ruang substomata, selanjutnya membentuk haustoria di sel-sel spon dan parenkim palisade sampai epidermis.

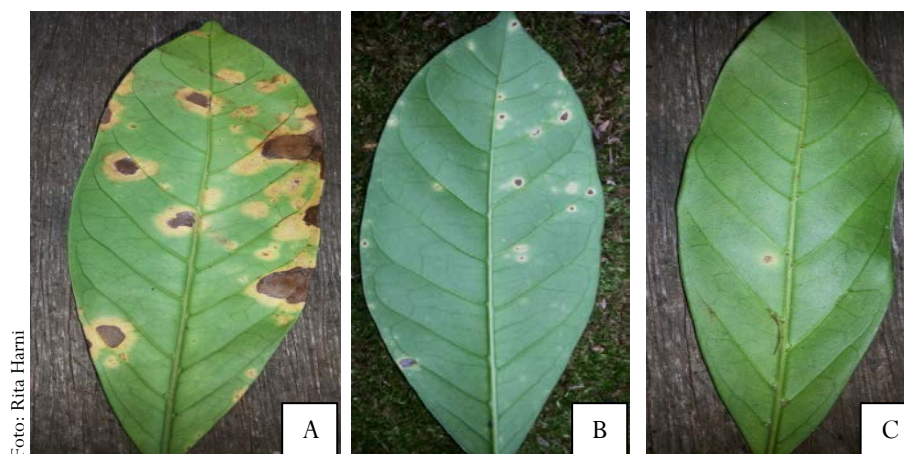


Foto: Rita Hami

Gambar 1. Tipe-tipe gejala serangan penyakit karat daun pada kopi Liberika di Kepulauan Meranti: (a) bercak kecil sampai besar dan nekrosis, (b) bercak kecil sampai sedang, dan (c) bercak kecil dan tidak berkembang

Figure 1. Symptom types of leaf rust disease found in Liberica coffee derived from Meranti Island: (a) small to large rusted spot and necrosis, (b) small to medium rusted spot, and (c) small rusted spot and did not outspread

Indeks Intensitas Penyakit (IIP)

Hasil pengamatan terhadap IIP karat daun pada pohon induk kopi Liberika Meranti selama 2 tahun sangat bervariasi. Besarnya IIP pada tahun 2013 adalah 0%–58,3%, IIP tertinggi ditemukan pada pohon induk No. 20, yaitu 58,3% dan IIP terendah pada No. 13, 66, 67, 81, 88, 89, 93, 94, dan 96, yaitu 0–0,6 % (tidak ada serangan). Pada tahun 2014, IIP 0–48,3%, IIP tertinggi pada pohon induk No. 20 dan terendah pada pohon induk No. 7, 8, 13, 22, 79, 89, 93, 96, dan 105 (Tabel 1). Jika dibandingkan IIP pada tahun 2013 dan 2014, secara umum terjadi penurunan IIP penyakit karat, hal ini mungkin disebabkan oleh pengaruh iklim di antaranya adalah curah hujan. Pada tahun 2013, rata-rata curah hujan 143,7 mm dan hari hujan 13,8 hari,

sedangkan pada tahun 2014 rata-rata curah hujan 66,6 mm dan hari hujan 10,4 hari. Hal ini sesuai dengan pendapat McCartney (1994) dan Brown, Whan, Kenny, & Merriman (1995) yang menyatakan bahwa perkembangan penyakit karat daun dipengaruhi oleh faktor lingkungan, yaitu suhu, kelembaban udara, curah hujan, dan sinar matahari. Suhu di atas 15 °C di sekitar tanaman kopi menghambat perkembangan penyakit (Brown *et al.*, 1995), sedangkan hujan berperan dalam meningkatkan kelembaban sehingga cocok bagi perkecambahan uredospora dan penyebaran jamur *H. vastatrix*. Sinar matahari langsung ke permukaan daun menghambat proses perkecambahan uredospora dan memperpanjang periode inkubasi penyakit karat daun (McCartney, 1994).

Tabel 1. Ketahanan pohon induk kopi Liberika Meranti terhadap penyakit karat daun (*H. vastatrix*)
Table 1. Resistance of Meranti Liberica coffee against leaf rust disease (*H. vastatrix*)

Nomor pohon	Lokasi	Indeks Intensitas Penyakit/IIP (%)		Rata-rata IIP	Kriteria ketahanan
		2013	2014		
01	Parit Besar	21,6	5,0	18,3	Tahan
02	Parit Besar	23,3	20,0	21,7	Agak tahan
03	Parit Besar	22,0	13,3	17,7	Tahan
04	Parit Besar	21,0	16,1	18,6	Tahan
05	Parit Besar	11,0	2,8	6,9	Tahan
06	Parit Besar	8,8	5,6	7,2	Tahan
07	Parit Besar	14,4	0,0	7,2	Tahan
08	Parit Besar	4,4	0,0	2,2	Tahan
09	Parit Besar	19,4	20,6	20,0	Tahan
10	Parit Besar	25,0	11,1	18,1	Tahan
11	Parit Besar	13,8	6,11	9,9	Tahan
12	Parit Senang	16,6	13,3	15,0	Tahan
13	Parit Senang	0	0	0	Tahan
14	Parit Besar	22,2	9,4	15,8	Tahan
15	Parit Besar	11,0	7,8	15,9	Tahan
16	Parit Besar	33,8	41,1	37,5	Agak tahan
17	Parit Besar	8,3	11,1	9,7	Tahan
18	Parit Besar	12,7	12,2	12,5	Tahan
19	Parit Besar	25,5	12,2	18,9	Tahan
20	Parit Besar	58,3	48,3	53,3	Agak rentan
21	Parit Besar	20,5	20,0	20,2	Tahan
22	Parit Besar	6,6	0	3,3	Tahan
23	Parit Besar	12,7	5,6	9,2	Tahan
24	Parit Besar	33,3	30,6	31,9	Agak tahan
25	Parit Besar	12,2	5,0	8,6	Tahan
26	Parit Besar	34,4	16,7	25,6	Tahan
27	Parit Besar	45,0	30,6	37,8	Agaktahan
28	Parit Besar	22,7	25,6	24,2	Tahan
29	Parit Besar	15,5	5	10,3	Tahan
30	Parit Besar	23,3	15,6	19,5	Tahan
31	Parit Besar	43,8	42,8	43,3	Agak tahan
32	Parit Besar	17,2	4,4	15,8	Tahan
33	Parit Besar	14,4	5,6	10,0	Tahan
34	Parit Besar	46,6	24,4	35,5	Agak tahan
35	Parit Besar	41,6	22,8	32,2	Agak tahan
36	Parit Kasan	28,8	11,7	20,3	Tahan

Tabel 1. (Lanjutan)
Table 1. (Continued)

Nomor pohon	Lokasi	Indeks Intensitas Penyakit/IIP (%)		Rata-rata IIP	Kriteria ketahanan
		2013	2014		
37	Parit Kasan	48,8	Layu	-	-
38	Parit kasan	26,6	20,6	23,6	Tahan
39	Parit Kasan	14,4	19,4	16,9	Tahan
40	Parit Kasan	29,4	13,3	21,4	Tahan
41	Parit kasan	20,0	22,8	21,4	Tahan
42	Parit Kasan	40,0	27,2	38,6	Agak tahan
43	Parit Kasan	32,7	18,3	25,5	Tahan
44	Parit kasan	42,7	21,1	36,9	Agak tahan
45	Parit Kasan	12,2	10,3	11,3	Tahan
46	Parit Kasan	19,4	16,7	18,1	Tahan
47	Parit kasan	17,2	18,9	18,1	Tahan
48	Parit Kasan	4,4	2,2	3,3	Tahan
49	Parit Kasan	16,1	18,9	17,5	Tahan
50	Parit kasan	14,4	9,4	11,9	Tahan
51	Parit Kasan	11,6	8,9	10,3	Tahan
52	Parit Kasan	1,6	2,2	1,9	Tahan
53	Parit Kasan	16,6	11,7	14,2	Tahan
54	Parit Kasan	2,2	2,8	2,5	Tahan
55	Parit Kasan	1,6	1,6	1,6	Tahan
56	Parit Kasan	13,8	5,0	9,4	Tahan
57	Parit Kasan	39,4	37,8	38,6	Agak tahan
58	Parit Kasan	16,6	7,2	11,9	Tahan
59	Parit kasan	31,1	21,7	26,4	Tahan
60	Parit Kasan	6,6	3,3	5,0	Tahan
61	Parit Besar	15,0	12,8	13,9	Tahan
62	Parit Besar	3,8	8,9	6,4	Tahan
63	Parit Besar	10,5	10,9	10,7	Tahan
64	Parit Besar	20,5	20,6	20,5	Tahan
65	Parit Besar	11,6	15,6	13,6	Tahan
66	Parit Besar	0,6	4,4	2,5	Tahan
67	Parit Besar	0,6	3,3	2,0	Tahan
68	Parit Besar	5,5	6,1	5,8	Tahan
69	Parit Jang	11,6	10,6	11,1	Tahan
71	Parit Jang	40,5	44,4	42,5	Agak tahan
72	Parit Jang	4,4	2,2	3,3	Tahan
73	Parit Jang	14,4	10,6	12,5	Tahan
74	Parit Jang	8,8	6,7	7,8	Tahan
75	Parit Jang	26,6	14,4	20,5	Tahan
76	Parit Jang	16,6	7,8	12,2	Tahan
77	Parit Jang	22,7	28,3	25,5	Tahan
78	Parit Kasan	25,0	16,1	25,6	Tahan
79	Parit kasan	1,6	0	0,8	Tahan
80	Parit Kasan	13,8	13,3	13,6	Tahan
81	Parit Besar	0,6	1,1	0,9	Tahan
82	Parit Besar	14,4	17,8	16,1	Tahan
83	Parit Besar	12,2	10,2	11,2	Tahan
84	Parit Besar	1,1	8,9	5,0	Tahan
85	Parit Besar	40,0	45,0	42,5	Agak tahan
86	Parit Besar	10,0	12,8	11,4	Tahan
87	Parit Senang	11,1	9,2	10,2	Tahan
88	Parit Senang	0	5,5	2,8	Tahan
89	Parit Senang	0,6	0	0,3	Tahan
90	Parit Senang	2,7	1,1	1,9	Tahan
91	Parit Senang	21,1	10	15,6	Tahan
92	Parit Senang	4,4	8,9	6,7	Tahan

Tabel 1. (Lanjutan)
Table 1. (Continued)

Nomor pohon	Lokasi	Indeks Intensitas Penyakit/IIP (%)		Rata-rata IIP	Kriteria ketahanan
		2013	2014		
93	Parit Senang	0	0,6	0,3	Tahan
94	Parit Senang	0,6	7,8	4,2	Tahan
95	Parit Senang	28,8	36,1	32,5	Agak tahan
96	Parit Senang	0	0,6	0,3	Tahan
97	Parit Senang	30,0	17,2	23,6	Tahan
98	Parit Senang	8,3	20,0	14,2	Tahan
99	Parit Senang	1,6	11,6	6,6	Tahan
100	Parit Senang	15,0	20,0	17,5	Tahan
101	Parit Senang	1,1	7,2	4,2	Tahan
102	Parit Senang	3,3	13,9	8,6	Tahan
103	Parit Senang	1,1	6,1	3,6	Tahan
104	Parit Senang	1,1	1,1	1,1	Tahan
105	Parit Senang	6,6	0,6	3,1	Tahan
106	Parit Senang	30,0	17,2	23,6	Tahan

Hasil analisis terhadap ketahanan pohon induk kopi Liberika Meranti selama 2 tahun (2013–2014) diperoleh 90 pohon (84,90%) dengan kriteria tahan, 14 pohon 13,14 % agak tahan dan hanya 1 pohon (0,96%) agak rentan. Secara umum pohon induk kopi Liberika di Kepulauan Meranti bersifat tahan. Menurut Mawardi, Sastrowinoto, Pusposendjojo, & Nasrullah (1994) bahwa kopi Liberika lebih tahan terhadap penyakit karat daun. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Sera *et al.* (2007) bahwa tanaman kopi yang membawa gen SH3 (kopi Liberika) lebih tahan terhadap beberapa ras *H. vastatrix*. Mekanisme ketahanan tanaman kopi terhadap penyakit karat daun (*H. vastatrix*) tidak ditemukan karakter yang spesifik sebelum terjadi infeksi (Silva *et al.*, 2006), hal ini karena mekanisme ketahanan baru terekspressi setelah infeksi. Mekanisme ketahanan tanaman kopi terhadap *H. vastatrix* dapat melalui reaksi hipersensitif (Silva *et al.*, 2000; Silva, Nicole, Guerra-Guimarães, & Rodrigues, 2002), lignifikasi pada daun (Semangun, 2000), terbentuknya kalose dan β 1-3 glukukanase (Silva *et al.*, 2002), dan peroksidase (Mawardi, Hartiko, Mojo, & Djojodirdjo, 1985; Silva *et al.*, 2003).

Reaksi hipersensitif (HR) merupakan salah satu mekanisme ketahanan tanaman terhadap patogen (Gozzo, 2003). HR adalah reaksi ketahanan tanaman terhadap serangan patogen dengan membentuk nekrosis (kematian sel) disekitar bagian yang terinfeksi untuk membatasi pergerakan patogen. Proses matinya sel dikenal dengan nama *programmed cell death* (PCD) yang dikendalikan secara genetik, ekspresinya dapat *pre-haustorial* atau *post-haustorial* tergantung pada kombinasi *gene for-gene* (Niks & Rubiales, 2002). Nekrosis pada reaksi HR umumnya efektif untuk mencegah serangan patogen biotropi (parasit obligat) seperti *H. vastatrix*.

Reaksi HR secara fisiologis diawali dengan pembentukan secara cepat spesies oksigen aktif seperti radikal superoksida atau senyawa H_2O_2 (Do *et al.*, 2003 cited in Pudjihartati, Ilyas, & Sudarsono, 2006). Pembentukan secara cepat spesies oksigen aktif memicu proses lignifikasi dinding sel (Deighton *et al.*, 1999 cited in Pudjihartati *et al.*, 2006). Pada tanaman kopi, proses HR dapat terjadi pada tanaman tahan dan rentan. Pada tanaman tahan setelah pembentukan haustoria, jamur *H. vastatrix* terhenti pertumbuhannya pada pembentukan haustoria pertama (Silva *et al.*, 2002) dan kematian sel terjadi 2 hari setelah inokulasi, bersamaan dengan itu jamur juga mati. Pada tanaman rentan kematian sel tanaman terjadi pada hari ketiga dengan persentase yang kecil (kurang dari 20%) dan jamur masih dapat berkembang.

Reaksi lain dari tanaman terhadap infeksi *H. vastatrix* adalah terbentuknya *callose* dan β -1,4 glukukanase. *Callose* adalah komponen utama dari papilla (*material heterogenous* yang didepositkan antara membran plasma dan dinding sel), yang merupakan respon tanaman terhadap gangguan penetrasi patogen. Komponen kimia dari papilla berbeda untuk setiap spesies tanaman, di antaranya *callose*, protein, karbohidrat dan senyawa fenolik. *Callose* merupakan polisakarida yang sebagian besar terdiri dari β -1,3 *glucan*, dapat dideteksi dengan pewarnaan *aniline blue*. β -1,3 *glucan* disintesis oleh β -1,3 *glucan (callose) synthase* (Agrios, 2005). Pada tanaman tahan terhadap penyakit karat daun, haustorium dibungkus oleh *callose*, *callose* kurang permeabel untuk molekul berukuran kecil yang membatasi nutrisi untuk pertumbuhan jamur sehingga mengakibatkan pertumbuhan jamur terhambat (Rijo & Vasconcelos, 1984).



Gambar 2. Stabilitas ketahanan pohon induk kopi Liberika Meranti terhadap penyakit karat daun (*H. vastatrix*) tahun 2013–2014
Figure 2. Resistance stability of Meranti Liberica coffee to leaf rust disease (*H. vastatrix*) in 2013–2014

Mekanisme ketahanan tanaman kopi terhadap *H. vastatrix* yang lain adalah ditemukannya prekursor lignin yang mampu membentuk lignifikasi sebagai reaksi terhadap infeksi. Induksi lignifikasi dinding sel pada jaringan yang terinfeksi jamur merupakan salah satu sistem pertahanan struktural tanaman. Peningkatan kandungan lignin ini dapat menghambat penetrasi dan invasi patogen secara fisik, memblokir penyebaran toksin dan enzim yang dikeluarkan oleh patogen, serta menghambat pasokan nutrisi yang dibutuhkan patogen (He, Hsiang, & Wolyn, 2002). Tanaman kopi yang tahan mengandung prekursor lignin tinggi sehingga mampu mengadakan lignifikasi. Lignifikasi dapat terjadi pada pembuluh kecambah *H. vastatrix* dan mulut kulit daun (Semangun, 2000; Silva *et al.*, 2006).

Infeksi jamur juga dapat menginduksi peroksidase, enzim ini mengkatalisis reaksi oksidasi senyawa fenolik menjadi senyawa kuinon dengan menghasilkan H_2O_2 yang toksik bagi patogen (Do *et al.*, 2003 cited in Pudjihartati *et al.*, 2006). Menurut Silva *et al.* (2006) terjadi peningkatan aktivitas peroksidase pada dinding sel, lamella tengah, sitoplasma, kloroplas, dan retikulum endoplasma tanaman kopi yang tahan setelah 7 hari terinfeksi *H. vastatrix*, dibandingkan tanaman yang rentan.

Sifat ketahanan pohon induk kopi Liberika terhadap penyakit karat daun (*H. vastatrix*) di Kepulauan Meranti diketahui cukup stabil selama dua periode pengamatan (2013 dan 2014). Pada tahun 2013, diperoleh 86 pohon (81,90%) bersifat tahan, 19 pohon (17,14%) bersifat agak tahan, dan 1 pohon (0,96%) agak rentan. Pada tahun 2014 sebagian besar, yaitu 95 pohon (89,6%) bersifat tahan dan 11 pohon (10,4%)

bersifat agak tahan (Gambar 2). Hasil penelitian ini sejalan dengan pendapat Silva *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa gen SH3 pada kopi Liberika merupakan *major gene* (gen mayor), dan gen ini diketahui lebih stabil di lapangan (Greigh de Brito *et al.*, 2010).

KESIMPULAN

Hasil observasi dari 106 pohon induk kopi Liberika Meranti terhadap *H. vastatrix* diperoleh 90 pohon (84,90%) tahan, 14 pohon (13,1%) agak tahan, dan 1 pohon (0,9%) agak rentan. Ketahanan kopi tersebut cukup stabil selama 2 tahun pengamatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setulusnya kepada Kepala Desa dan petani kopi di Desa Kedabu Rapat (Bapak Hakim dan Bapak Atam) atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian. Disampaikan juga terima kasih kepada Dinas Perkebunan dan Kehutanan Kabupaten Kepulauan Meranti atas bantuan dana dalam kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology* (p. 922) Fifth Edition. USA: Elsevier Academic Press.
- Brown, J.S., Whan, J. H., Kenny, M.K., & Merriman, P.R. (1995). The effect of coffee leaf rust on foliation and yield of coffee in Papua New Guinea. *Crop Prot.*, 14(7), 589–592.

- Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kepulauan Meranti. (2012). *Luas dan produksi kopi Liberika di Kepulauan Meranti*. Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kepulauan Meranti.
- Diola, V., de Brito, G.G., Caixeta, E.T., Maciel-Zambolim, E., Sakiyama, N.S., & Loureiro, M.E. (2011). High-density genetic mapping for coffee leaf rust resistance. *Tree Genetics & Genomes*. doi: 10.1007/s11295-011-0406-2.
- Eskes, A.B., & Toma-Braghini, M. (1981). Assessment methods for resistance to coffee rust (*Hemileia vastatrix* B et Br.). *Pl. Prot. Bull. FAO*, 29, 56–66.
- Gozzo, F. (2003). Systemic acquired resistance in crop protection: From nature to a chemical approach. *Agric Food Chem*, 51, 4487–4503.
- Greigh de Brito, G., Caixeta, E.T., Gallina, A.P., Zambolim, E. M., Zambolim, L., Diola, V., & Loureiro, M.E. (2010). Inheritance of coffee leaf rust resistance and identification of AFLP markers linked to the resistance gene. *Euphytica*, 173, 255–264.
- He, C.Y., Hsiang, T., & Wolyn, D.J. (2002). Induction of systemic disease resistance and pathogen defence responses in *Asparagus officinalis* inoculated with nonpathogenic strains of *Fusarium oxysporum*. *Plant Pathol.*, 51, 225–230.
- Hulupi, R. (2014). Libtukom: Varietas kopi Liberika anjuran untuk lahan gambut. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 26(1), 1–6.
- Hulupi, R., Mawardi, S., & Yusianto. (2012). Pengujian sifat unggul beberapa klon harapan kopi Arabika di Kebun Percobaan Andungsari, Jawa Timur. *Pelita Perkebunan*, 28(2), 62–71.
- Martono, B., Rubiyono, R.T., & Udarno, M.L. (2013). Seleksi pohon induk kopi Excelsa. In *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Kopi. Peran Inovasi Teknologi Kopi Menuju Green Economy Nasional* (pp. 43–46). Bogor, 28 Agustus 2013.
- Mawardi, S., Hartiko, H., Mojo, H.S., & Djojodirdjo, S. (1985). Aktivitas enzim peroksidase dalam daun kopi Arabika pada varietas tahan dan rentan terhadap karat daun (*Hemileia vastatrix*). *Paper presented at Kongres Nasional VIII PFI*. Cibubur, Jakarta, Oktober 1985.
- Mawardi, S., Sastrowinoto, S., Pusposendjojo, N., & Nasrullah. (1994). Evaluasi ketahanan tak sempurna kopi Arabika terhadap penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix* B et Br.) *Pelita Perkebunan*, 9, 135–147.
- McCartney, H.A. (1994). Spore dispersal: Environmental and biological factors. In *Ecology of Plant Pathogen* (pp. 172–181). Wallingford: CAB International.
- Niks, R.E., & Rubiales, D. (2002). Potentially durable resistance mechanisms in plant to specialised fungal pathogens. *Euphytica*, 124, 201–216.
- Pudjihartati, E., Ilyas, S., & Sudarsono. (2006). Aktivitas pembentukan secara cepat spesies oksigen aktif, peroksidase, dan kandungan lignin kacang tanah terinfeksi *Sclerotium rolfsii*. *Hayati*, 13(4), 166–172.
- Rijo, L., & Vasconcelos, M.I. (1984). Formacao de calose e lenhina em combinacoes incompativeis *Coffea* spp. *H. vastatrix*. *Simpósio sobre Ferrugens do Cafeeiro, Oeiras, Portugal* (pp. 269–279).
- Rodrigues Jr., C.J., Várzea, V., Silva, M.C., Guerra-Guimaraes, L., Rocheta, M., & Marques, D.V. (2000). Recent advances on coffee leaf rust. In *Proceedings of the International Scientific Symposium on Coffee* (pp.179–193). Bangalore, India,
- Rodrigues, W.N., Tomaz, M.A., Apostólico, M.A., Colodetti, T. V., Martins, L. D., Christo, L. F., ... Amaral, J. F. T. (2014). Severity of leaf rust and brown eyespot in genotypes of *Coffea arabica* L. cultivated with high plant density. *American Journal of Plant Sciences*, 5, 3702–3709.
- Rosmahani, L., Rachmawati, D., Sarwono, Soleh, M., & Jumadi. (2005). Pengkajian aplikasi PHT untuk meningkatkan produksi dan pengaruhnya terhadap pendapatan petani kopi arabika. *Agrosains*, 7(2), 77–85.
- Semangun, H. (2000). *Penyakit-penyakit tanaman perkebunan Indonesia* (p. 835). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sera, G.H., Sera, T., Ito, D.S., de Azevedo, J.A., da Mata, J.S., Dói, D. S., Filho, C.R., & Kanayama, F.S. (2007). Resistance to leaf rust in coffee carrying SH3 gene and others SH genes. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50(5), 753–757.
- Silva, M.C., Várzea, V., Marques, D.V., Guerra-Guimaraes, L., Nicole, M., Coelho, D., ... Rodrigues, Jr. C.J. (2000). The role of peroxidase activity in the hypersensitive reaction of *Coffea arabica* plants with complete resistance to orange rust (*Hemileia vastatrix*). In *International Symposium on Durable Resistance: Key to Sustainable Agriculture. Abstract* (p. 59) Holanda: Ede-Wageningen.
- Silva, M.C., Nicole, M., Guerra-Guimaraes, L., Rodrigues, Jr. C.J. (2002). Hypersensitive cell death and post-haustorial defense responses arrest the orange rust (*Hemileia vastatrix*) growth in resistant coffee leaves. *Physiol. Mol. Plant Pathol.*, 60, 169–183.
- Silva, M.C., Guerra-Guimaraes, L., Nicole, M., Loureiro, A., Fernandez, D., Ribeiro, A., ... Rodrigues, Jr. C.J. (2003). Involvement of peroxidases in the hypersensitive reaction of coffee (*Coffea arabica*) plants to orange rust (*Hemileia vastatrix*). *8th International Congress of Plant Pathology, Christchurch, New Zealand. Abstract*. (p.199).
- Silva, M.C., Varzea, V., Guimaraes, L.G., Azinheira, H.G., Fernandez, D., & Petitot, A.S., ... Nicole. (2006). Coffee resistance to the main diseases: Leaf rust and coffee berry disease. *Braz. J. Physiol.*, 18(1), 119–147.
- Varzea, V.M.P., Rodrigues, Jr. C.J., Silva, M.C., Gouveia, M., Marques, D.V., Guerra-Guimaraes, L., & Ribeiro, A. (2002). Resistencia do cafeeiro a *Hemileia vastatrix*. In Zambolim, L. (Ed.), *O Estado da Arte de Tecnologias na Producao de Cafe* (pp. 297–320). Brasil: Universidade Federal Vicosa, Departamento de Fitopatologia.
- Varzea, V.M.P., Rodrigues, Jr. C.J., Marques, D.V., Silva, M.C. (2004). International survey of coffee leaf pathotypes. Evolution of virulence in *H. vastatrix* detected in resistant coffee varieties. In *Proceedings of the 20th International Conference on Coffee Science (ASIC)*. Bangalore, India. (in press).