

**KETAHANAN GENOTIPE UNGGUL BEBERAPA SPESIES KOPI TERHADAP
PENYAKIT KARAT DAUN (*Hemileia vastatrix*)
ASAL CISAAT SUKABUMI**

***Meynarti Sari Dewi Ibrahim*¹⁾, *Dono Wahyuono*²⁾ dan *RR. Sri Hartati*³⁾**

¹⁾Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi. 43357, Jawa Barat – Indonesia

²⁾Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3. Bogor. 16111. Jawa Barat –Indonesia

³⁾Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan
Jalan Tentara Pelajar No. 1. Bogor. 16111. Jawa Barat –Indonesia

email: *meynartisaya@yahoo.com*

ABSTRAK

Keterbatasan informasi jenis ras *H. vastatrix* yang ada di Indonesia, menjadikan pengetahuan mengenai kompatibilitas dan ketahanan antar varietas kopi yang akan ditanam di suatu daerah menjadi penting. Penelitian bertujuan untuk mengetahui variasi tingkat ketahanan, dan informasi mengenai kompatibilitas varietas kopi terhadap *H. vastatrix* yang berada di Cisaat (Sukabumi), sehingga dapat digunakan sebagai referensi dalam menguji genotipe kopi unggul baru. Penelitian dilaksanakan di Desa Kadung Dampit, Kecamatan Cisaat, Kabupaten Sukabumi dan rumah kaca proteksi tanaman Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor. Species kopi yang digunakan adalah ; kopi Arabika (varietas Kartika 1, Kartika 2, S-795, AS2K, Sigarar Utang, Kopyol, Arabusta dan mengening [lokal Bali]), kopi Robusta [BP308] dan kopi Excelsa [lokal Parung Kuda]. Penularan penyakit di lapangan dilakukan secara alami, sementara penularan di rumah kaca dilakukan dengan cara buatan. Hasil penelitian memperlihatkan kopi yang diuji memiliki tingkat ketahanan yang berbeda terhadap *H. vastatrix*. Kopi Arabika varietas Kartika 1 dan Sigarar Utang termasuk agak rentan, Kartika 1, Excelsa (lokal Parung Kuda) dan Robusta (BP308) termasuk tahan, sedangkan yang lainnya termasuk kebal. Urediniospora asal Cisaat kompatibel dengan kopi Arabika varietas Kartika 1, Kartika 2, Sigarar Utang, Excelsa (lokal Sukabumi) dan Robusta (BP308) sementara untuk yang lainnya tidak.

Kata kunci : Coffea spp, kompatibilitas, varietas, Hemileia vastatrix.

ABSTRACT

Information on the compatibility and resistance of the cultivated coffee varieties against the existing race of *H. vastatrix* on the respective area becomes crucial, since the knowledge on the presence race of *H. vastatrix* in Indonesia is not available. The objective of the present study was to evaluate the compatibilities and resistance of several coffee varieties against *H. vastatrix* an endemic rust of coffee plantation in Cisaat, Sukabumi District. The obtained informations will be a critical step in designing new coffee varieties in the future. The study was carried out in Kadung Dampit Village, Cisaat of Sukabumi District for field observation, and in green house of plant protection of Indonesian Spice and Medicinal Crops Research Institute in Bogor for in vitro study. Three coffee species, namely: (1) *Coffea arabica* (Kartika 1, Kartika 2, S-795, AS2K, Sigarar Utang, Kopyol, Arabusta and Mengening (locally Bali)), (2) *Coffea caenophora* (Robusta BP 308), and *Coffea liberica* (Excelsa, locally Parung Kuda) seedlings were

prepared for the current study. Natural inoculation of *H. vastatrix* was performed for the field experiment, and artificial inoculation for green house experiment by dusting the urediniospores onto the third and fourth leaves of respective tested coffee varieties. The results showed, Arabika Coffee var Kartika 1 and Sigarar Utang categorized as moderately resistant. Kartika 2, Excelsa and Robusta were resistant, and the other were immune. The *H. vastatrix* of Cisaat was able to infect Kartika 1, Kartika 2, Sigarar Utang varieties of *C. arabica*, but failed to infect other varieties belong to arabica species. The *H. vastatrix* of Sukabumi also infected Robusta BP308 variety of *C. caenophora* and Excelsa variety of *C. liberica*.

Key words : *Coffea spp*, *compatibility*, *variety*, *Hemileia vastatrix*.

PENDAHULUAN

Rendahnya produktivitas tanaman kopi di Indonesia antara lain disebabkan oleh tingginya gangguan hama penyakit sebagai akibat belum diterapkannya praktik kultur teknis yang secara benar, termasuk pengendalian penyakit karat daun yang disebabkan oleh *Hemileia vastatrix* (Semangun, 2000; Mahfud, 2012). Penyakit yang masuk ke Indonesia sejak tahun 1876, pernah melumpuhkan produksi kopi Arabika (*Coffea arabica* L.). Pada saat itu, akibat penyakit ini kopi Arabika hanya dapat bertahan di dataran tinggi (di atas 1000 m dpl), dimana serangan penyakit ini tidak begitu hebat (Prastowo *et al.*, 2010).

Penyakit karat daun tidak hanya menyerang jenis kopi Arabika saja, tetapi kopi Robusta (*C. canephora*), *C. racemosa*, *C. congensis* dan kopi Excelsa (*C. liberica*) juga terserang dengan tingkat serangan yang bervariasi (Kilambo *et al.*, 2013; Harni *et al.*, 2015). Meskipun keberadaan penyakit karat daun di Indonesia sudah lebih dari satu abad dan menimbulkan kerugian yang cukup besar, tetapi sampai saat ini belum ditetapkan cara yang efektif untuk menanggulangnya. Avelino *et al.* (2015) selain disebabkan oleh faktor iklim dan cara budidaya, keberadaan ras *H. vastatrix* juga diduga sebagai salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya krisis pada pertanaman di Colombia dan Amerika Tengah, yang terjadi antara 2008-2013. Selama ini, pengendalian penyakit karat daun dilakukan dengan cara, menanam varietas kopi yang tahan atau agak tahan, kultur teknis, penggunaan agens hayati dengan pemanfaatan jamur antagonis *Verticillium*, dan pestisida kimia baik secara tunggal maupun paket teknologi belum dapat menurunkan intensitas serangan secara signifikan (Ginting dan Mujim, 2007; Ginting, 2008; Amaria dan Harni, 2012).

Di Indonesia, varietas kopi yang agak tahan seperti ; S 795, USDA 230762, dan Kartika dilaporkan turun ketahanannya sehingga perkebunan lebih tertarik mengendalikan penyakit ini dengan fungisida (Sarwono *et al.*, 2012). Pengendalian menggunakan fungisida sangat tidak efisien, karena mahal dan juga dapat meninggalkan residu yang membahayakan lingkungan. Penggunaan kopi Arabika seperti varietas Andung Sari 2 K (AS 2K) dan Komnasti merupakan salah satu alternatif, namun daerah adaptasinya hanya pada ketinggian di atas 1000 m dpl, sementara saat ini karena terbatasnya lahan, banyak petani kopi Arabika yang menanam kopinya di ketinggian antara 700-1000 m dpl.

Jamur *H. vastatrix* bersifat obligat parasit, mempunyai sebaran inang yang terbatas, dan ketahanan tiap varietas atau aksesori kopi terhadap ras-ras tertentu *H. vastatrix* juga tergantung pada kesesuaian gen-gen tertentu yang dimiliki terhadap gen virulen dari populasi *H. vastatrix* yang ada. Penciptaan varietas kopi tahan atau toleran merupakan cara pengendalian yang efisien dan efektif untuk menekan kehilangan hasil akibat karat daun kopi. Mawardi (1996) menyatakan bahwa kendala dalam menciptakan varietas kopi tahan karat daun adalah keberadaan gen tahan di dalam tanaman, kesesuaian dengan gen virulen dari *H. vastatrix* dan juga pengaruh dari lingkungan. Informasi terakhir menunjukkan bahwa di dunia ada sekitar 49 ras dari *H. vastatrix* (Gichuru *et al.*, 2012). Gen tahan dari tanaman kopi apabila sesuai dengan ras dari *H. vastatrix* yang ada akan menghasilkan tanaman kopi yang tahan atau toleran terhadap penyakit karat daun. Keterbatasan keragaman plasma nutfah dan pengetahuan mengenai jumlah dan jenis ras *H. vastatrix* yang ada di Indonesia, penting guna mengetahui kompatibilitas antar ras *H. vastatrix* dengan genotipe atau varietas kopi yang akan diuji atau dikembangkan di suatu daerah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi tingkat ketahanan, dan informasi mengenai kompatibilitas varietas kopi terhadap *H. vastatrix* yang berada di Cisaat (Sukabumi), sehingga dapat digunakan sebagai referensi dalam menguji genotipe kopi unggul baru.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di kebun kopi di Desa Kadung Dampit, Kecamatan Cisaat, Kabupaten Sukabumi, Propinsi Jawa Barat dan di rumah kaca proteksi Balai Penelitian

Tanaman Rempah dan Obat (BALITTRO). Rumah kaca BALITTRO berada pada ketinggian tempat 240 m dpl, sementara Desa Kadung Dampit 750 m dpl.

Penelitian di Lapangan

Setek berakar tanaman kopi dari 3 species kopi yang terdiri dari; Kopi Arabika (varietas Kartika 1, Kartika 2, S-795, AS2K, Sigarar Utang, Arabusta, Kopyol dan genotipe mengening [Lokal Bali]), kopi Robusta (varietas BP 308) dan kopi Excelsa (lokal Parung Kuda) ditanam dalam polibag hingga berumur enam bulan sejak dipindah tanam ke polibag. Tanaman-tanaman kopi tersebut dibawa ke lokasi penelitian di Desa Kadung Dampit, Cisaat, Sukabumi, pada September 2013. Setiap aksesori atau varietas yang diuji terdiri dari sepuluh polibag, satu polibag sebagai ulangan.

Lokasi penelitian merupakan perkebunan kopi milik petani yang telah terserang oleh penyakit karat daun, dengan keragaan morfologi tanaman yang relatif seragam dan memiliki ciri deskripsi yang terdapat pada varietas Kartika. Bibit tanaman kopi yang diuji diletakkan di bawah kanopi tanaman kopi yang telah terserang penyakit karat daun. Pada penelitian ini penularan (inokulasi) penyakit karat daun dari tanaman sakit ke tanaman yang diuji terjadi secara alami. Pemilihan tanaman kopi yang terserang diusahakan seragam dengan memperhatikan kesamaan intensitas sinar matahari yang masuk ke bagian bawah dan meminimalis adanya pengaruh arah angin dengan memilih tanaman-tanaman yang terdapat di tengah kebun.

Parameter yang diamati adalah; kejadian penyakit, intensitas penyakit, jumlah bercak warna kuning, jumlah bercak berspora, dan jumlah nekrosis pada daun. Kejadian penyakit dihitung dengan cara persentase tanaman terinfeksi *H. vastatrix* dibagi jumlah tanaman yang tidak terserang untuk tiap jenis (aksesori) tanaman yang diuji. Insidensi penyakit dihitung dari jumlah daun yang menunjukkan gejala khas terinfeksi *H. vastatrix* nilai dari tiap kategori skoring (Skoring dilakukan sampai daun ke 5). Nilai skoring yang digunakan merupakan modifikasi dari skoring yang dibuat oleh Eskes and Toma-Braghini (1981) (Tabel 1). sedangkan sifat ketahanan diinterpretasikan berdasarkan skala ketahanan insidensi penyakit yaitu 0= kebal (*Immune*), 1%–29% = tahan (*Resistant*), 30%–49% = agak tahan (*Moderately resistant*), 50%–69% = agak rentan (*Moderately susceptible*), dan 70%–100% rentan (*Susceptible*). Indeks insidensi penyakit karat daun dihitung dengan rumus:

$$\text{Insidensi penyakit} = \frac{\sum ((n_i \times v_j))}{(z \times v)} \times 100\%$$

Keterangan . n_i = Jumlah daun terserang dengan skor tertentu
 v_j = Nilai skor ke j (0, 1, 2, 3, & 4)
 z = Jumlah daun yang diamati
 v = Skor tertinggi

Tabel 1. Model skoring modifikasi dari skoring Eskes and Toma-Braghini 1981

Skoring (Eskes & Toma-Braghini, 1981)	Skoring (Modifikasi)	Luasan bercak (%)	Kriteria
0	0	0	Tidak ada gejala
1-2	1	1-5	Ada bercak, tidak berspora
3-5	2	6-20	Ada bercak , berspora < 50%
6-7	3	21-40	Ada bercak, berspora < 75%
8-9	4	>40	Ada bercak, bersporulasi > 75% & ada nekrosis

Penelitian di Rumah Kaca

Pengujian di rumah kaca dilakukan dengan cara melakukan inokulasi secara buatan dengan menggunakan urediniospora dari daun tanaman yang sakit ke tanaman yang akan diuji. Daun tanaman kopi yang telah terserang penyakit karat daun, dan menghasilkan urediniospora dipetik dan dibawa dari Desa Kadung Dampit, Cisaat, Sukabumi ke rumah kaca di Bogor. Daun dibawa dalam kotak plastik tertutup dan dijaga kelembapannya sehingga tetap terjaga kesegarannya karena inokulasi buatan dilakukan kurang dari 24 jam sejak pengambilan daun. Keberadaan urediniospora dan viabilitasnya dikonfirmasi dengan melakukan sayatan tipis dan pengamatan di bawah mikroskop disertai dengan uji perkecambahan pada media air (Gambar 1B, 1C, dan 1D).

Inokulasi buatan dilakukan dengan menaburkan urediniospora pada permukaan bawah daun dari masing helaian daun varietas kopi yang diuji, dengan cara menyapukan kuas cat air pada permukaan uredinia yang telah menghasilkan urediniospora (Cabral *et al.*, 2009). Helaian daun yang digunakan dan diinokulasi merupakan daun ketiga dan keempat dari ujung titik tumbuh. Bibit kopi yang sudah

diinokulasi diinkubasi di rumah kaca (25-29 °C) dan ternaungi dari sinar matahari langsung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

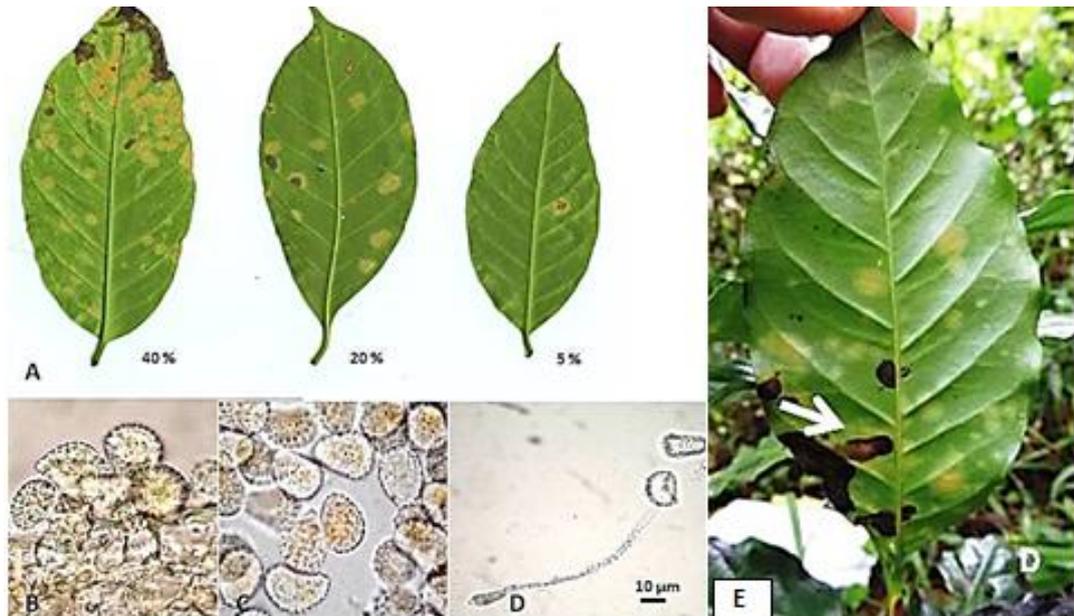
Keberhasilan terjadinya infeksi cendawan patogen tidak hanya tergantung pada kondisi tanaman dan karakteristik populasi patogen yang ada, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (Lucas, 2004). Hal tersebut menjadi sangat relevan khususnya untuk *H. vastatrix* yang bersifat obligat parasit yang mempunyai keterkaitan dengan tanaman inangnya lebih intensif. Untuk meminimalkan pengaruh dari lingkungan, hasil yang diperoleh di lapang perlu dikonfirmasi dengan uji di laboratorium atau rumah kaca.

Penelitian di Lapangan

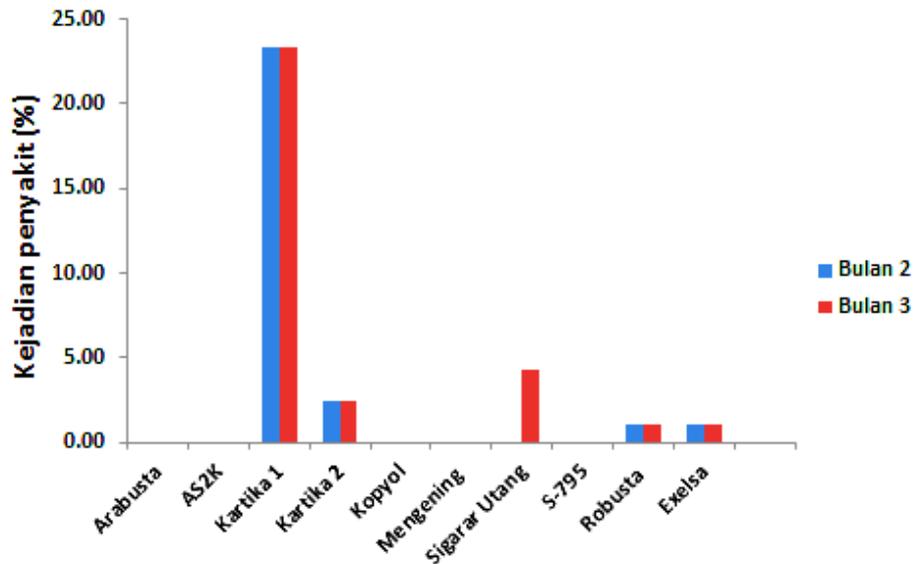
Pengamatan satu bulan pertama setelah bibit kopi diletakkan di lapang, gejala serangan *H.vastatrix* belum ditemukan meskipun pada daun varietas Kartika 1 terlihat adanya bercak berwarna putih kekuningan, akan tetapi belum bisa dipastikan bahwa gejala tersebut merupakan gejala penyakit karat daun. Belum adanya infeksi kemungkinan dikarenakan kondisi lingkungan yang belum mendukung inokulum yang ada di lapang untuk bersporulasi dalam jumlah yang banyak, selain siklus hidup *H. vastatrix* yang relatif panjang yaitu sekitar 4 minggu. Saat peletakkan bibit di lapang, kondisi lokasi penelitian relatif jarang turun hujan sehingga kondisi belum ideal untuk terjadinya sporulasi maupun infeksi. Proses infeksi *H. vastatrix* membutuhkan kelembapan yang terus menerus sekitar 24 - 48 jam, hal ini yang menyebabkan infeksi banyak terjadi selama musim hujan. (Waller *et al.*, 2007; Semangun, 2000; Arneson, 2003).

Pada pengamatan kedua, bercak terlihat di beberapa genotipe kopi. Pada tahap awal infeksi, di bagian permukaan bawah daun terdapat beberapa bercak berwarna kuning muda, dan pada tahap lebih lanjut berubah menjadi kuning tua (oranye) dengan ukuran yang terus membesar (1E). Konfirmasi yang dilakukan dengan melakukan pengamatan di bawah mikroskop pada beberapa bercak terlihat adanya urediniospora berbentuk bulat dengan bagian luarnya cenderung cembung dan dengan permukaan berduri (*echinulatae*) yang merupakan ciri khas morfologi dari *H. vastatrix* (1C). Menurut Daivasikamani & Rajanaika (2009), urediniospore *H. vastatrix* pada kopi

mempunyai persentase perkecambahan maksimum pada suhu 24° C dan kelembapan 70%. Hasil skoring ketahanan memperlihatkan kopi Arabika varietas Kartika 1 termasuk kategori paling rentan diantara 10 varietas kopi yang diuji, Sigarar Utang, Kartika 2, dan Excelsa termasuk agak tahan, sementara Robusta termasuk tahan. Varietas AS2K, Kopyol, S795 dan genotipe Mengening yang tidak menunjukkan gejala penyakit dikategorikan kebal.



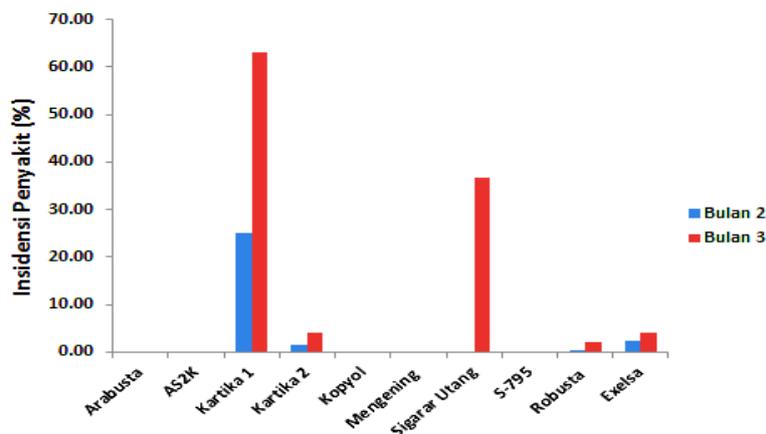
Gambar 1. Gejala serangan *H. vastatrix* asal Cisaat Sukabumi. A. Kriteria kerusakan yang digunakan untuk skoring, B. Uredinium keluar dari lubang stomata dan ada urediniospora, C. Urediniospora dengan ciri berduri dan berbentuk bulat dengan salah satu permukaannya cembung. D. Urediniospora yang berkecambah, E. Gejala pada kopi Arabika Var. Kartika 1 hasil penularan secara alami di lapang. Keterangan. Tanda panah gejala nekrosis.



Gambar 2. Kejadian penyakit *H. vastatrix* pada masing-masing bibit varietas kopi yang diuji pada bulan kedua dan ketiga yang tertular secara alami di lapang.

Tiga species yang diuji, Kopi Arabika varietas Kartika 1 menunjukkan gejala paling banyak terserang, diikuti dengan Sigarar Utang, Kartika 2, Kopi Robusta (BP 208) dan Excelsa (Lokal Parung Kuda) (Gambar 2), sementara lima lainnya yaitu; Kopyol, Arabusta, S-795, Mengening, dan AS2K sampai penelitian ini selesai tidak menunjukkan adanya gejala serangan *H. vastatrix*.

Sejalan dengan kejadian penyakit, insidensi penyakit yang disebabkan oleh *H. vastatrix* menunjukkan pola yang sama. dimana saat pengamatan bulan ketiga kerusakan terparah didapati pada varietas Kartika 1, disusul oleh Sigarar utang, Kartika 2, Excelsa dan Robusta. (Gambar 3).



Gambar 3. Insidensi penyakit *H. vastatrix* pada masing-masing bibit varietas kopi yang diuji pada bulan kedua dan ketiga yang tertular secara alami di lapang.

Pengamatan terhadap parameter gejala berupa bercak kuning, jumlah spora dan nekrosa sejalan dengan bertambah banyaknya jumlah bercak berwarna kuning yang merupakan gejala awal dari serangan *H. vastatrix*, menunjukkan pola yang sama dengan parameter insidensi penyakit dari tiap aksesori yang diuji (Tabel 2).

Gejala yang terjadi pada daun Kartika 1, Kartika 2, Sigarar utang, dan Excelsa terlihat sama, juga kemampuannya dalam menghasilkan urediniospora dan menimbulkan gejala nekrosa (Tabel 3). Hanya pada varietas Robusta urediniospora tidak terbentuk. Hal ini memperlihatkan bahwa *H vastatrix* asal Cisaat kompatibel dengan lima genotipe/varietas kopi yang diuji. Tetapi hasil dari penelitian ini berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Ginting *et al.* (2002) yang mendapatkan bahwa urediniospora yang dihasilkan oleh kopi Arabika varietas Kartika 1 hanya dapat menginfeksi Kartika 1 saja, tidak pada varietas USDA dan kopi Robusta. Perbedaan hasil ini kemungkinan dikarenakan oleh perbedaan jenis kopi Arabika dan Robusta yang digunakan atau perbedaan ras *H. vastatrix* yang digunakan sebagai sumber inokulum. Inokulum yang digunakan Ginting *et al.* (2002) diambil dari Sukajaya, Sumberjaya, Lampung Barat.

Tabel 2. Bercak warna kuning, jumlah bercak berspora dan jumlah nekrosis dari 3 species tanaman kopi yang di uji di lapang.

Varitas / Aksesori	Jumlah per Tanaman		
	Σ Bercak kuning	Σ Bercak berspora (%)	Σ Nekrosa (%)
<i>C. arabica</i>			
Arabusta	0,00	0,00	0,00
AS2K	0,00	0,00	0,00
Kartika 1	133,90	30,62	18,97
Kartika 2	3,20	34,38	3,13
Kopyol	0,00	0,00	0,00
Mengening (Bali)	0,00	0,00	0,00
Sigarar Utang	28,90	32,53	31,84
S-795	0,00	0,00	0,00
<i>C. canephora</i>			
Robusta (BP-308)	2,20	0,00	0,00
<i>C. liberica</i>			
Ecselsa	4,40	20,45	0,00

Sampai saat ini ada 49 ras (race) *H. vastatrix* yang sudah diketahui pada tanaman kopi di dunia, dan tiap ras tersebut memberi pengaruh berbeda pada tingkat ketahanan aksesi atau jenis kopi yang ada dan tergantung pada gen tahan yang dimiliki oleh tiap varietas kopi (Gichuru *et al.*, 2012). Silva *et al.* (2006) mengelompokkan lima kelompok kopi berdasarkan ketahanan fisiologi terhadap ras karat yang ada. Kelompok A merupakan berisi jenis-jenis atau varietas kopi yang tahan terhadap semua ras karat yang ada, dan Kelompok untuk yang tidak tahan terhadap semua ras yang ada. Pengetahuan akan adanya ras-ras *H. vastatrix* yang ada di suatu daerah akan menentukan arah program pemulia pada tanaman kopi (Cabral *et al.*, 2009; Gichuru *et al.*, 2012).

Ketahanan kopi terhadap *H. vastatrix* selain dipengaruhi oleh hubungan genetik inang dan patogen juga ditentukan oleh keadaan lingkungan (Agrios, 2005). Tanaman kopi akan menjadi peka/rentan apabila tanaman dalam kondisi lemah, patogenisitas patogen tinggi (virulen) dan kondisi lingkungan mendukung untuk berkembangnya penyakit.

Resistensi tanaman kopi terhadap *H. vastatrix* telah diteliti dengan metode pemuliaan konvensional. Studi pewarisan ketahanan karat menunjukkan teori gen-for-gen berlaku untuk penyakit karat daun, dimana ketahanan tanaman kopi dikendalikan sedikitnya oleh 9 gen mayor dominan (SH1 SH2, SH3, SH4,SH5, SH6, SH7, SH8, dan SH9) baik secara tunggal maupun saling terkait. Dengan teori ini maka ada 9 gen virulensi (v1, v2, v3, v4, v5, v6, v7, v8, dan v9). Gen mayor SH1, SH2, SH4 dan SH5 teridentifikasi pada *Coffea arabica* dan ditemukan di Ethiopia (daerah asal *Coffea arabica*). Gen SH3 ditemukan pada *Coffea liberica* dan gen SH6, SH7, SH8, dan SH9 ditemukan pada hibrida de Timur yang merupakan integrasi dari *Coffea canephora* (Bettencourt dan Rodrigues 1988 dalam Diola *et al.*, 2011; Rodrigues *et al.*, 1975 dalam Diola *et al.*, 2011; Prakash *et al.*, 2004).

Penelitian di Rumah Kaca

Hasil inokulasi di rumah kaca, hanya Kartika 1 yang menunjukkan gejala terserang *H. vastatrix* setelah diinkubasi selama tiga minggu, dan bercak berspora pada minggu keempat, tetapi gejala serupa tidak ditemukan pada varietas lainnya (data tidak ditampilkan). Kondisi lingkungan di rumah kaca yang sangat lebar kisarannya, baik suhu maupun kelembapan diduga sangat mempengaruhi keberhasilan infeksi *H*

vastatrix. Reinokulasi dengan menggunakan urediniospora yang didapat dari uji rumah kaca juga telah dilakukan tetapi tidak berhasil menimbulkan gejala. Inkubasi di tempat gelap selama empat jam memberi hasil perkecambahan tertinggi, sedangkan proses infeksi terbanyak inkubasi ditempat gelap harus dilakukan selama sembilan jam (Hocking, 1968). Infeksi oleh *H. vastatrix* dapat terjadi jika suhu udara minimal 15° C dan maksimum 28° C, sementara suhu optimalnya 22° C (Waller *et al.*, 2007; Semangun 2000; Arneson, 2000).

Perkebunan kopi di Cisaat sudah berlangsung cukup lama, dan berbagai varietas kopi ditanam di lokasi tersebut, termasuk varietas lokal yang ada. Pengamatan di awal penelitian menunjukkan sebagian besar jenis kopi yang ditanam merupakan jenis *C. arabica*, sehingga pada penelitian ini varitas yang berasal dari turunan arabica lebih peka terhadap inokulum *H. vastatrix* yang ada. Jenis *C. arabica* merupakan salah satu spesies asli Afrika yang paling disukai pasar, tetapi dalam perjalanannya sejarahnya yang panjang, banyak varietas dengan karakteristiknya yang unik dikembangkan di banyak tempat, termasuk Asia dan Amerika Selatan. Pengetahuan mengenai asal tetua dan orisinal asal dari varietas kopi mungkin akan dapat menjawab bahwa varietas Arabusta, AS2K, Kopyol, Mengening dan S-795 tidak terineksi oleh *H. vastatrix* asal Cisaat, Sukabumi.

Etienne *et al.* (2002) menyusun filogeni 22 spesies kopi yang terdapat di Afrika berdasarkan ITS2 mendapatkan kelompok *C. arabica* berdekatan dengan *C. canephora*, dan masih berdampingan dengan *C. liberica*. Steiger *et al.* (2002) dengan menggunakan AFLP juga mendapatkan bahwa *C. arabica* memiliki kesamaan genetik dengan *C. canephora* dibanding *C. liberica*. Oleh karena itu inokulum *H. vastatrix* di Sukabumi masih dapat menginfeksi Robusta (BP-308) dan Excelsa, meskipun dalam tahap selanjutnya perkembangannya terhenti dengan tidak mampu atau hanya sedikit menghasilkan urediniospora.

KESIMPULAN DAN SARAN

Urediniospora *H. vastatrix* asal Cisaat kompatibel dengan kopi Arabika varietas Kartika 1, Kartika 2, Sigarar Utang, Excelsa (lokal Sukabumi) dan Robusta (BP308) sementara untuk yang lainnya tidak. Kopi Arabika varietas Kartika 1 dan Sigarar Utang termasuk kategori agak rentan, Kartika 2, Excelsa (lokal Sukabumi) dan Robusta

(BP308) termasuk tahan, sementara Kopyol, Mengening (lokal Bali), S-795 dan AS2K termasuk kebal terhadap inokulum asal Sukabumi. Pengujian dengan menggunakan sumber inokulum *H. vastatrix* yang berasal dari sentra produksi lainnya perlu dilakukan, selain mempolakan gen tahan karat daun dari tiap varietas kopi yang ada di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N., 2005. *Plant pathology*. Fifth Edition. Elsevier Academic Press USA. 922P.
- Amaria, W., dan R. Harni. 2012. Penyakit karat daun pada tanaman kopi dan pengendaliannya. In Rubiyo, Syafaruddin, B.Martono, R. Harni, U. Daras, & E.Wardiana (eds). *Bunga Rampai: Inovasi Teknologi Tanaman Kopi untuk Perkebunan Rakyat* (pp. 115-120). Sukabumi: Unit Penerbitan dan Publikasi Balittri.
- Arneson, P.A. 2000. Coffee rust. *The Plant Health Instructor*. <http://www.apsnet.org> diakses 20 Desember 2011.
- Arneson, P.A. 2003. *Coffee Rust*. The American Phytopathological Society. Minnesota (pp.1-7)
- Avelino J., M. Cristiancho, S. Georgiou, P. Imbach, L. Aguilar, G. Bornemann, P. Läderach, F. Anzueto, A.J.Hruska, and C. Morales. 2015. *The coffee rust crises in Colombia and Central America (2008-2013): impacts, plausible causes and proposed solutions*. Food Sec 7:303-321 DOI 10.1007/s1257-015-0446-9
- Cabral, P.G.C., E.M. Zambolim, L. Zambolim, T.P. Lelis, A.S. Capucho, and E.T.Caixeta. 2009. Identification of new race of *Hemileia vastatrix* in Brazil. *Australasian Plant Disease Notes*. 4:129-130.
- Daivasikamani, S., and Rajanaika. 2009. Effect of some abiotic factors on germination of urediospore of the coffee leaf rust fungus, *Hemileia vastatrix* (Berkeley & Broome). *Journal of Biopesticides*. 2(1): 15-17.
- Deepak, K., B.T. Hanumantha, and H.L.Sreenath. 2012. Viability of Coffee Leaf Rust (*Hemileia vastatrix*) Urediniospores Stored at Different Temperatures. *Jurnal Biotechnol Biomater*. 2:5 ;1-3. <http://dx.doi.org/10.4172/2155-952X.10001>
- Diola, V., G. Greigh de Brito, E.T. Caixeta, E. Maciel-Zambolim, N.S. Sakiyama, and M.E. Loureiro. 2011. High-density genetic mapping for coffee leaf rust resistance. *Tree Genetics & Genomes*. DOI 10.1007/s11295-011-0406-2
- Etienne H., F.Anthony, S. Dussert, D. Fernandez, P. Lashermes, and B. Bertrand. 2002. Biotechnological application for the improvement of coffee (*Coffea arabica* L). *In Vitro Cell Dev Biol-Plant*. 38: 129-138 DOI: 10.1079/IVP2001273
- Ganesh D., A.S. Petitot, M.C. Silva, R. Alary, A.C. Lecouls, and D. Fernandez. 2006. Monitoring of the eraly molelular resistance response of coffee (*Coffea arabica* L.) to the rust fungus (*Hemileia vastatrix*) using real-time quantitative RT-PCR. *Plant Science*. 170:1045-1051
- Gichuru, E.K., J.M. Ithiru, M.C. Silva, A.P. Pereira, and V.M.P. 2012. Additional physiological races of ceffe leaf rust (*Hemileia vastatrix*) identified in Kenya. *Tropical Plant Pathology*. 37(6):424-427

- Ginting C. 2008. Pengaruh Investasi *Verticillium Lecanii* terhadap Keparahan Penyakit Karat Daun Kopi Pada Tanaman dan Kejadian Koloninya pada Daun. *Jurnal Hama penyakit tropical*. 8 (2) ; 32-37.
- Ginting, C., A. Gafur, dan R. Evizal. 2002. Beberapa Hasil Inokulasi Pada Cakram Daun Kopi dengan *Hemilia vastatrix* di laboratorium. *Jurnal Hama penyakit tropical*. Vol 2(1) ; 26-31.
- Ginting, C., dan S. Mujim. 2007. Efikasi *Verticillium Lecanii* untuk Mengendalikan Penyakit Karat Pada Cakram Daun Kopi di Laboratorium. *Jurnal Hama penyakit tropical*. 7 (2) ; 125-129.
- Harni, R., E. Taufiq, and B. Martono. 2015. Ketahanan Pohon Induk Kopi Liberika Terhadap Penyakit Karat Daun (*Hemileia Vastatrix* B. Et Br.) di Kepulauan Meranti. *Jurnal tanaman Industri dan penyegar*. 2(1) 35-42.
- Hulupi, R., S. Mawardi. dan Yusianto. 2012. Pengujian sifat unggul beberapa klon harapan kopi Arabika di kebun percobaan Andungsari, Jawa Timur. *Pelita Perkebunan* 28 (2); 62-71.
- Kilombo, D.L., S.O.W.M. Reuben, and D. Mamiri D. 2013. Races of *Hemileia vastatrix* and Variation in Pathogenicity of *Colletotrichum kahawae* Isolates to Compact Coffee Genotypes in Tanzania. *Journal of Plant Studies*; 2 (2).
- Lucas J.A. 2004. Survival, surfaces and susceptibility the sensory biology of pathogens. *Plant Pathology*. 53: 679-691
- Mahfud, M.C. 2012. Teknologi Dan Strategi Pengendalian Penyakit Karat Daun Untuk Meningkatkan Produksi Kopi Nasional. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 5(1), 2012: 44-57
- Mawardi, S. 1996. *Kajian Genetika Ketahanan Tak Lengkap Kopi Arabika terhadap Penyakit Karat Daun (Hemileia vastatrix B. et Br.) di Indonesia*. Disertasi. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Prakash, N..S, D.V. Marques, V.M.P. Varzea, M.C. Silva, M.C. Combes, and P. Lashermes. 2004. Introgression molecular analysis of a leaf rust resistance gene from *Coffea liberica* into *Coffea arabica* L. *Theor Appl Genet*. 109:1311–1317
- Prastowo, B., E. Karmawati, Rubiyo, Siswanto, S. Indrawanto, dan S.J. Munarso. 2012. *Budidaya dan Pasca Panen Kopi*. Edisi Revisi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Badan. Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian. 62 hal.
- Sarwono, C., Mahfud, L. Rosmahani, D. Rahcmawati, Jumadi, E. Korlina. 2012. *Pengendalian Penyakit Karat Hemileia vastatrix B. et. Br Pada Tanaman Kopi Arabika dengan Bubur Bordo Berdasarkan Ambang Kendali*. http://pertanian.uns.ac.id/agronomi/agrosains/peng_penyakit_kartdaul_sarwono.pdf. Diakses 3 Januari 2012.
- Semangun, H. 2000. Penyakit - Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. p835.
- Silva, M.C., V. Varzea, L. Guerra-Guimaraes, H.G. Azinheira, D. Fernandez, A. Petitot, B. Bertrand, P. Lashermes, and M. Nicole. 2006. Coffee resistance to the main diseases: leaf rust and coffee berry disease. *Braz. J. Plant Physiol*. 18(1):119-147.
- Steiger, D.L., C. Nagai, P.H. Moore, C.W. Morden, R.V. Osgood, and R. Ming. 2002. AFLP analysis of genetic diversity within and among *Coffea arabica* cultivars. *Theor Appl. Genet*. 105: 209-215 DOI 10.1007/s00122-002-0939-8.

Waller, J.M., M. Bigger, and Hillocks. 2007. *Coffee Pest, Diseases, and Their Management*. CAB International. 387 p.