

STRATEGI PEMULIAAN TANAMAN KARET (*Hevea brasiliensis*) TERHADAP PENYAKIT HAWAR DAUN AMERIKA SELATAN (SALB)

RUBBER BREEDING STRATEGY AGAINST SOUTH AMERICAN LEAF BLIGHT (SALB) DISEASE

Cici Tresniawati, Nur Kholilatul Izzah dan Widi Amaria

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
JL. Raya Pakuwon- Parungkuda km. 2 Sukabumi, 43357
Telp.(0266) 7070941, Faks. (0266)6542087
cici_tresniawati@yahoo.com

ABSTRAK

Tanaman karet merupakan salah satu komoditas ekspor andalan Indonesia sejak beberapa tahun yang lalu. Permintaan akan karet alami yang terus meningkat dari tahun ke tahun menjadikan Indonesia sebagai salah satu produsen utama karet dunia. Untuk menjaga kontinuitas produksi karet maka diperlukan klon unggul karet yang tahan hama dan penyakit. Salah satu penyakit yang paling mematikan pada pertanaman karet adalah penyakit hawar daun Amerika Selatan yang disebabkan oleh jamur *Microcyclus ulei*. Walaupun saat ini penyakit tersebut hanya terdapat di benua Amerika, akan tetapi menjadi ancaman yang serius pada perkebunan karet di Indonesia. Hal ini karena mayoritas dari genotipe karet peka terhadap penyakit tersebut. Disamping itu keragaman genetik yang sempit juga menjadi faktor pembatas dalam upaya perakitan varietas tahan penyakit SALB dimana sampai saat ini belum ada varietas karet yang tahan terhadap penyakit ini. Oleh karena itu program pemuliaan untuk mendapatkan varietas tahan harus terus dilakukan. Selain itu teknologi marka molekuler juga dapat digunakan untuk mendukung perakitan varietas tahan penyakit SALB tersebut.

Kata kunci: karet (*Hevea brasiliensis*), penyakit SALB, ketahanan tanaman, strategi pemuliaan

ABSTRACT

Rubber tree is one of the main export commodities in Indonesia since a few years ago. The demand for natural rubber is increasing from year to year which make Indonesia as one of the world's major manufacturers of rubber. To maintain the continuity of rubber production, rubber clones that resistant to pests and diseases is needed. One of the most devastating diseases in rubber plantations is South American Leaf Blight (SALB) caused by Microcyclus ulei. Although this disease was found only in America, but it will be a serious problem to the rubber plantations in Indonesia due to the majority of rubber genotypes are susceptible to this disease. Besides, the narrow genetic diversity is also a limiting factor in the assembly effort of SALB disease resistant varieties, which until now there have been no varieties that are resistant to this disease. Therefore, breeding programs to obtain resistant varieties should be done. In addition, molecular marker technology can also be used to support the assembly of the SALB disease resistant varieties.

Key words: rubber tree (*Hevea brasiliensis*), SALB disease, plant resistance, breeding strategy

PENDAHULUAN

Karet (*Hevea brasiliensis*) adalah tanaman tahunan dengan percabangan orthotrop termasuk dalam famili Euphorbiaceae. Tanaman karet dapat mencapai tinggi 30 m dengan lingkaran batang lebih dari 3 m di daerah asalnya yaitu hutan Amazon, Brasil (Priyadarshan and Clement-Demange, 2004). Karet merupakan tanaman penghasil lateks alami yang menyuplai 40% dari total konsumsi

karet dunia, sementara 60% diperoleh dari proses sintetik. Kebutuhan lateks alami akan terus meningkat karena sifat fisikokimianya yang tidak dapat tergantikan oleh produk sintetik (Lieberei, 2007). Negara-negara penghasil lateks adalah Indonesia, India, Thailand, Malaysia, Cina, Vietnam, Cote d'Ivoire, Liberia, Sri Langka, Brasil, Filipina, Kamerun, Nigeria, Kamboja, Guatemala, Myanmar, Gana, Kongo, Gabon, dan Papua Nugini (Vinod, 2002). Sampai saat ini negara-

negara di Asia Tenggara menyumbang 90% dari 7.97 juta ton produksi karet dunia (Sekhar, 2004). Dimana Thailand, Indonesia, Malaysia, dan India berkontribusi sekitar 74% dari total produksi karet dunia (Priyadarshan and Clement-Demange, 2004).

Karet merupakan tanaman introduksi dan mengalami proses domestikasi yang panjang. Sejak awal proses domestikasi, budidaya tanaman karet dikembangkan oleh sektor industri yaitu dikelola oleh perkebunan besar dengan satu macam tanaman saja. Namun seiring waktu tanaman karet juga dikembangkan oleh petani, sehingga jumlah perkebunan rakyat terus meningkat dari tahun ke tahun. Umumnya pada perkebunan rakyat diterapkan sistem agroforestri atau sistem tumpang sari terutama ketika tanaman karet belum menghasilkan (Wiguna *et al.*, 2005).

Klon karet dikembangkan untuk memperoleh hasil dan mutu lateks yang tinggi dan seragam. Di alam, produktivitas klon karet sangat dipengaruhi berbagai faktor yaitu genetik, lingkungan, dan manajemen budidaya. Salah satu respon faktor genetik terhadap lingkungan adalah sifat resistensinya terhadap penyakit. Resistensi tanaman merupakan komponen pengendalian terhadap penyakit penting secara alami. Penyakit pada tanaman karet merupakan kendala dominan yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan produksi, sering pula penyakit dapat mengakibatkan gagalnya suatu program pengembangan tanaman karet. Pada tanaman karet dikenal berbagai jenis penyakit baik yang menyerang akar, batang, cabang dan daun (Sujatno *et al.*, 1998). Salah satu penyakit penting pada pertanaman karet adalah penyakit hawar daun Amerika Selatan (*South American Leaf Blight*) (SALB) disebabkan oleh *Microcyclus ulei*, jamur askomisetes yang berasal dari daerah Amazon (Lieberei, 2007).

Penyakit SALB dapat mengakibatkan gugur daun dan pada serangan yang parah menyebabkan kematian tanaman. Saat ini serangan penyakit SALB hanya terbatas di benua Amerika, akan tetapi meningkatnya frekuensi penerbangan dan hubungan komersial dengan Afrika dan Asia Tenggara

menyebabkan tersebarnya penyakit ini (Le Guen *et al.*, 2007). Oleh karena itu, perkebunan karet di Indonesia secara genetik sangat rawan terhadap kemungkinan masuknya penyakit SALB. Hal ini karena hampir semua klon (bahan tanam) karet yang dikembangkan di luar Brasil peka terhadap penyakit SALB (Chee, 1976). Saat ini, salah satu penahan untuk mencegah tersebarnya penyakit SALB ke benua Asia adalah proses karantina tanaman yang sangat ketat, yang sepertinya gagal pada beberapa poin. Kondisi pertumbuhan yang intensif, yang membatasi budidaya karet secara spesifik pada lingkungan tropis juga menjaga ekspansi areal pertanaman *H. brasiliensis* ke negara-negara non tropis (van Beilen dan Poirier, 2007).

Dari pengalaman di Amerika Selatan memperlihatkan bahwa penyakit SALB sangat sulit dikendalikan pada suatu wilayah yang terserang. Penggunaan bahan kimia (fungisida) kurang efektif untuk mengatasi penyakit SALB karena secara ekonomi kurang menguntungkan, berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia (Le Guen *et al.*, 2007). Penggunaan klon tahan sangat dianjurkan karena mempunyai banyak keuntungan, yaitu lebih hemat, aman bagi manusia dan hewan, dampak negatif terhadap lingkungan minimal serta kompatibel dengan pengendalian hayati lainnya. Oleh karena itu, perbaikan ketahanan tanaman secara genetik merupakan langkah strategis dalam pengamanan perkebunan karet nasional sebagai tindakan pencegahan terhadap masuknya wabah penyakit SALB. Sebagai awal dalam merakit varietas tahan maka ketahanan vertikal cukup efektif sebagai benteng pertahanan terhadap masuknya penyakit baru ke suatu wilayah, meskipun kedepannya ketahanan horizontal juga diperlukan (Azwar, 1995).

Sebagai tindakan pencegahan maka program pemuliaan tanaman karet tahan penyakit SALB perlu dilakukan secepatnya. Walaupun penyakit ini belum ada di Indonesia, usaha pencegahan dan pengendaliannya secara terpadu perlu segera dipersiapkan sebagai upaya menjaga kemungkinan serangan patogen tersebut pada tanaman karet. Selain itu, perkembangan di bidang bioteknologi seperti

teknologi marka molekuler juga dapat dimanfaatkan dalam mendukung program pemuliaan karet tahan penyakit SALB.

DESKRIPSI TANAMAN KARET

Genus *Hevea* termasuk famili Euphorbiaceae terdiri dari sebelas spesies. Diantara kesebelas genus tersebut, yang merupakan sumber utama dari karet alami adalah *Hevea brasiliensis*, tanaman yang memiliki saluran lateks alami di dalam batangnya dan dapat disadap dengan melukai permukaan batang. Tinggi tanaman karet dapat mencapai ± 25 m, sementara diameter batang dapat mencapai 50 cm, dari batang tersebut dapat ditapping untuk mendapatkan getah (lateks). Cairan karet mengalir segera setelah ada pelukaan dan berhenti setelah terjadi koagulasi. Kualitas karet berkorelasi dengan komposisi dan hasil lateks, dan yang paling penting adalah kecepatan aliran lateks setelah pelukaan. Sampai saat ini seleksi terhadap tanaman dengan produksi lateks yang unggul sukses dilakukan namun semua klon unggul tersebut sangat rentan terhadap penyakit hawar daun Amerika Selatan (SALB) (Lieberei, 2007).

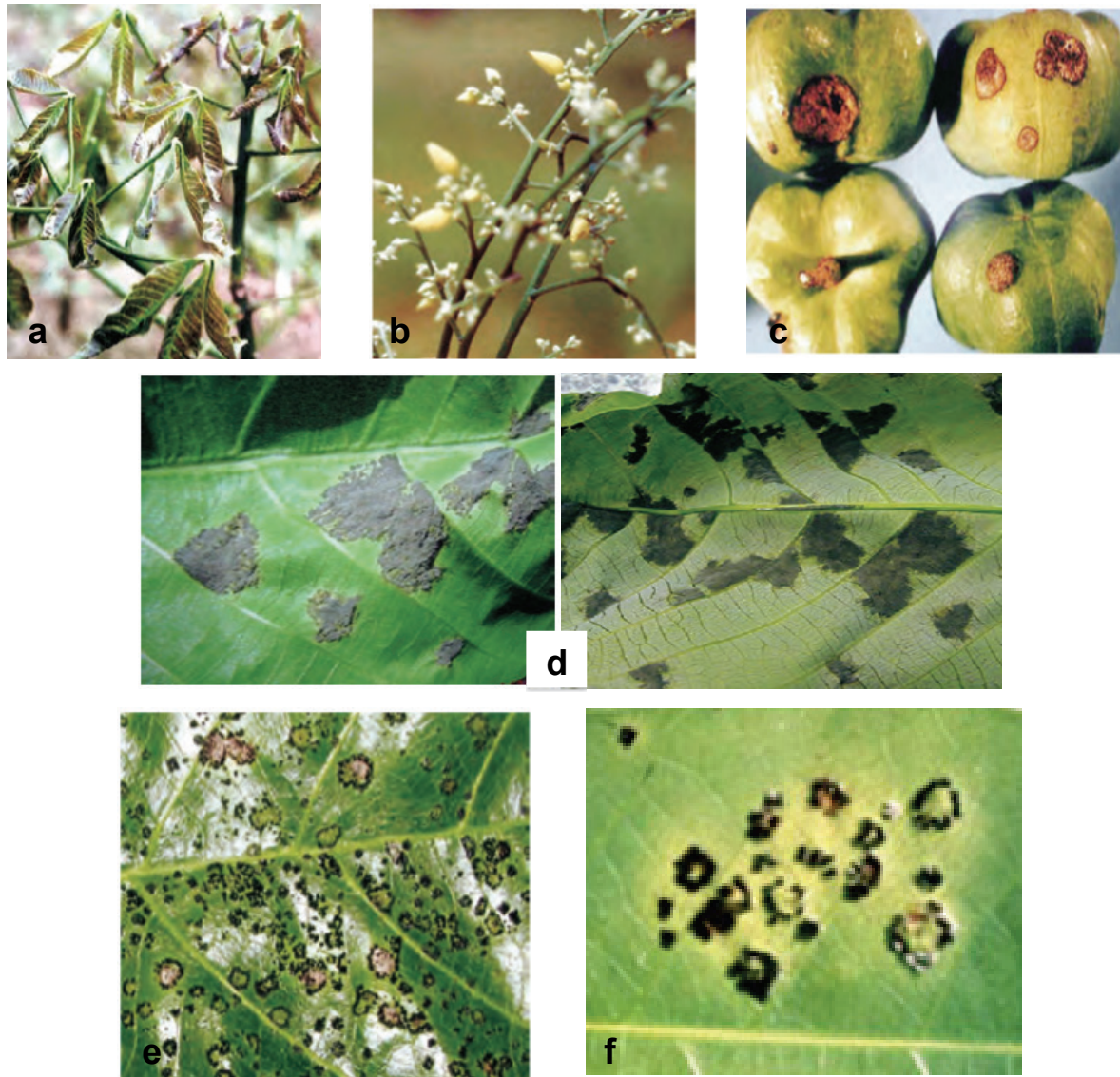
Bunga karet tersusun dalam bentuk perbungaan (*inflorescentia*) yang disebut malai, terbentuk dari ranting terminal dan terdiri atas beberapa ribu bunga. Dalam satu malai terdapat bunga betina dan jantan dengan proporsi 1:60. Karakteristik bunga jantan dan betina merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan persilangan tanaman karet. Beberapa faktor yang mempengaruhi rendahnya hasil persilangan, antara lain: (1) faktor genetik yang berpengaruh adalah sterilitas dan inkompatibilitas bunga jantan maupun bunga betina. Inkompatibilitas terjadi karena tabung serbuk sari yang tidak berkecambah atau karena tabung sari berkecambah tetapi tidak terjadi fertilisasi atau fertilisasi terjadi namun embrio tidak berkembang; (2) faktor fisiologis seperti ketersediaan hormon, terutama hormon auksin yang sangat rendah yang mengakibatkan kelayuan dan buah gugur; (3) Faktor lingkungan yang berpengaruh adalah keadaan

iklim yaitu curah hujan dan kelembaban yang dapat meningkatkan serangan cendawan; (4) Masa berbunga karet yang sangat terbatas dan tidak sinkronnya waktu berbunga antar klon sebagai sumber bunga jantan dan bunga betina (Sayurandi dan Woelan, 2008).

Tanaman karet merupakan tanaman berkelamin satu (*unisexualis*) dan berumah satu (*monoecious*) yaitu bunga jantan terpisah dari bunga betina, serta termasuk ke dalam tipe tanaman menyerbuk silang. Penyerbukan umumnya terjadi dengan bantuan serangga *midges* yang tergolong famili Heleidae. Penyerbukan melalui angin tidak dapat dilakukan karena polen tanaman karet lengket satu dengan lainnya (Syukur *et al.*, 2012).

BIOLOGI, EKOLOGI, DAN STRUKTUR RAS JAMUR *Microcyclus ulei*

Dalam rangka menyusun strategi pemuliaan tanaman karet terhadap ketahanan penyakit SALB perlu diketahui terlebih dahulu pengetahuan tentang biologi, ekologi, dan struktur ras jamur patogen. Dijelaskan oleh Chee dan Holliday (1986) dan CABI (2014) bahwa jamur patogen *Microcyclus ulei* (Henn.) von Arx, termasuk filum Ascomycetes, sub kelas Dothideomycetidae, ordo Mycosphaerellales, dan family Mycosphaerellaceae. *M. ulei* menginfeksi tanaman inang genus *Hevea*, yaitu *Hevea brasiliensis*, *H. spruceana*, *H. guianensis*, dan *H. benthamiana* (FAO, 2011; CABI, 2014). Jamur ini pertama kali ditemukan oleh Ule pada tahun 1905 pada spesies karet liar, saat melakukan kegiatan koleksi karet liar tersebut pada tahun 1900 dan 1901 di Brasil serta tahun 1902 di Peru. Beberapa tahun kemudian terjadi ledakan penyakit SALB di perkebunan karet di beberapa daerah di Amerika Selatan dan Amerika Tengah. Pada umumnya, pertanaman rusak ketika pohon karet mencapai fase dewasa, yaitu saat berumur 6-7 tahun, dan hal ini dapat merubah pola pertumbuhan pucuk daun menjadi pola gugurnya daun (Lieberei, 2007).



Gambar 1. Gejala infeksi *M. ulei*: (a) pada daun muda, (b) pada bunga, (c) pada buah, (d) massa konidia berwarna hitam, (e) nekrotik, dan (f) stromata hitam
(Sumber: FAO, 2011)



Gambar 2. Gejala lanjut SALB pada tanaman karet: (a) mati pucuk, dan (b) tanaman mati
(Sumber: FAO, 2011)

Gejala awal infeksi patogen *M. ulei* adalah bentuk daun muda menjadi abnormal (keriting dan layu), lesion berkembang di permukaan bawah daun yang berwarna coklat muda (Gambar 1a). Selain itu, *M. ulei* juga menginfeksi bunga dan buah (Gambar 1b dan 1c). Infeksi *M. ulei* pada buah ditandai dengan lesion hitam atau coklat. Selanjutnya lesion tertutup oleh massa konidia seperti tepung berwarna abu-abu tua sampai hitam dengan pola tidak beraturan dan menyebabkan gugur daun (Gambar 1d). Dua sampai tiga minggu setelah infeksi, lesion pada jaringan permukaan atas daun menjadi kekuningan, nekrotik (Gambar 1e), membentuk struktur stromata hitam dan semakin meluas (Gambar 1f). Gejala lanjut dapat menyebabkan daun gugur, kanker batang, mati pucuk, percabangan kanopi mati, hingga kematian tanaman secara menyeluruh (Gambar 2) (FAO, 2011; CABI, 2014).

M. ulei merupakan patogen tular udara (*airborne disease*) yang menghasilkan 3 tipe spora, yaitu konidia dan pikniospora (fase aseksual), serta askospora (fase seksual). Konidia dan askospora sangat berperan penting terhadap terjadinya infeksi dan penyebaran penyakit SALB, sebaliknya pikniospora tidak dapat berkecambah dan tidak memiliki kemampuan tersebut (FAO, 2011).

Siklus penyakit SALB dimulai dari infeksi pathogen. Gejala mulai muncul pada 4-10 hari setelah infeksi, dan sporulasi terjadi selama 2-3 minggu. Keparahan infeksi ini menyebabkan daun muda gugur dan meningkatkan jumlah inokulum konidia yang diketahui menentukan kejadian penyakit. Infeksi pada daun tua tidak menyebabkan daun gugur, namun tetap berada pada pohon. Perkembangan selanjutnya adalah 30-60 hari setelah infeksi, gejala menjadi stromata hitam (Holliday, 1970 dalam CABI, 2014).

Askospora dan konidia merupakan sumber inokulum patogen yang dapat menyebar melalui angin dan hujan, dapat mencapai daun muda kemudian berkecambah, penetrasi, dan kolonisasi pada jaringan tanaman. Penyebaran askospora dan konidia secara alami terjadi dengan bantuan angin dan air hujan. Hujan berperan dalam pelepasan spora dan

meningkatkan konsentrasi spora di udara, sedangkan angin mampu menyebarkan spora jarak jauh. Lebih lanjut dijelaskan CABI (2014) bahwa kondisi tersebut dapat juga terjadi pada suhu tinggi dengan kelembaban rendah. Keadaan ini juga memicu perkecambahan dan perkembangan spora. Askospora *M. ulei* disebarkan pada malam hari, suhu 13-16°C. Daun-daun tanaman karet yang kering dan mengandung askospora dapat terbawa angin dan menjadi sumber infeksi serta penyebaran SALB. Selain itu, konidia dan askospora dapat disebarkan oleh hewan, manusia, dan material lainnya saat terjadi kontak dengan tanaman terinfeksi sehingga sangat perlu dilakukan hal-hal untuk mengurangi sumber infeksi.

Siklus penyakit berlangsung 4 sampai 5 bulan. Pada kondisi yang sesuai untuk perkembangan penyakit disertai dengan kerentanan klon karet yang tinggi, infeksi lebih cepat, yaitu 5 sampai 6 hari daun sudah menunjukkan gejala. Hal inilah yang menyebabkan mati pucuk, dieback, cabang mati, dan kematian pada tanaman muda. Pada daun muda yang berumur lebih tua, lesion menjadi lebih kecil dan jumlah konidia menurun bahkan terkadang tidak ditemukan. Jika infeksi terjadi pada daun lebih tua maka tidak terjadi gugur daun. Permukaan atas daun membentuk struktur stromata hitam yang kemudian bergabung membentuk seperti cincin (CABI, 2014).

Pembentukan massa konidiospora dan pertumbuhan yang pesat dari inokulum adalah tanda awal terjadinya serangan pada kanopi yang sedang tumbuh. Hidup konidia tidak bertahan lama, namun askospora memproduksi struktur stromata hitam yang bertahan selama beberapa bulan. Askospora dapat memulai siklus infeksi baru dengan segera setelah terbentuknya jaringan daun baru yang rentan pada tanaman inang (Chee dan Holliday, 1986). Perlu diingat bahwa infeksi yang terjadi pada tanaman yang sedang tumbuh sering dimulai dengan adanya konidia yang hidup sepanjang tahun dalam ritme pertumbuhan daun atau bibit atau batang muda baru (Lieberei, 2007).

Patogen *M. ulei* dapat dibiakan pada media kompleks (Chee, 1978). Fase seksual tidak dapat diamati secara *in vitro*, tetapi massa konidia dapat diamati dengan induksi sinkronisasi pembentukan spora menggunakan pengatur pencahayaan. Lieberei (2007) menjelaskan bahwa patogen ini mempunyai 68 ras dengan spektrum inang yang berbeda, tidak ada satupun isolat yang dapat menginfeksi semua genotipe inang. Hal penting yang perlu diketahui adalah tingkat kerentanan inang yang sangat bervariasi terhadap patogen ini. Toleransi fisiologis patogen terhadap suhu dan kelembaban serta kondisi lingkungan yang kompleks membuat potensi adaptasi *M. ulei* terhadap lingkungan baru sangat tinggi. Keragaman ini memberikan potensi ancaman pada pertanaman karet di luar Amerika Selatan dan Amerika Tengah.

PEMULIAAN TANAMAN KARET

Penyebaran biji karet yang terdokumentasikan dengan baik dilakukan oleh Sir Henry Wickham pada tahun 1876 dari daerah asalnya yaitu Brasil ke daerah koloni Inggris termasuk negara-negara di Asia Tenggara yang kemudian berkembang sampai sekarang. Namun, biji karet yang berhasil diintroduksi tersebut hanya sebagian kecil saja sehingga menyebabkan keragaman genetik yang sempit (Vinod, 2002; Lieberei, 2007). Keragaman genetik yang sempit dari biji karet yang dibawa Wickman merupakan salah satu kendala dalam menghasilkan klon-klon karet unggul tahan penyakit. Persilangan tanaman yang mempunyai keragaman genetik sempit mengakibatkan erosi genetik sehingga keturunannya menjadi lebih rentan terhadap penyakit. Untuk mendapatkan sifat-sifat unggul diperlukan program persilangan dari genotipe-genotipe berkerabat jauh dan didukung peta hubungan kekerabatan dari tetua-tetua yang akan digunakan dalam persilangan buatan (Chalal dan Gosal, 2002; Thanseem *et al.*, 2005).

Di Indonesia pemuliaan tanaman karet sudah dimulai sejak permulaan abad ke dua

puluh. Pada awalnya tujuan utama adalah untuk mendapatkan bahan tanam semaian yang berasal dari biji, kemudian tanaman yang terpilih saja yang ditanam di lapangan. Perkembangan selanjutnya, perbanyakan tanaman dilakukan secara vegetatif, dengan okulasi, benih tetap diperlukan tetapi hanya digunakan sebagai sumber batang bawah. Sejak berkembangnya metode okulasi maka program pemuliaan karet diarahkan ke seleksi klon untuk mendapatkan klon unggul. Seleksi klonal merupakan tahapan penting dalam prosedur pemuliaan tanaman karet. Klon dapat digunakan pada semua tahap program pemuliaan yang berbeda. Umumnya seleksi untuk mendapatkan klon tetua harapan dilakukan dalam suatu populasi budidaya maupun spesies liarnya. Keturunannya diseleksi secara langsung dari pembibitan dan dapat digunakan untuk evaluasi selanjutnya. Sampai saat ini telah banyak dihasilkan klon unggul tanaman karet, tetapi dalam pengembangannya hanya terbatas pada beberapa klon di antaranya klon GT1 dan AVROS 2037 (Syukur *et al.*, 2012). Meskipun seleksi secara klonal banyak dilakukan tetapi proses persilangan tetap dilakukan karena persilangan merupakan salah satu faktor yang cukup penting dalam program pemuliaan tanaman. Hal ini karena tujuan dari persilangan adalah untuk menciptakan populasi baru yang dapat digunakan sebagai sumber plasma nutfah untuk program pemuliaan dalam merakit varietas tahan penyakit atau sifat unggul lainnya.

Pada program persilangan karet dipilih tetua betina untuk mendapatkan sifat produksi yang tinggi dan tetua jantan untuk mendapatkan sifat sekunder seperti ketahanan penyakit. Namun diperlukan bukti secara genetis yang memperkuat pendapat bahwa sifat yang berkaitan dengan produksi erat hubungannya dengan tetua betina dan sifat ketahanan terhadap penyakit berhubungan dengan tetua jantan. Masalah lain yang masih dihadapi para pemulia karet adalah waktu yang diperlukan untuk mendapatkan klon unggul baru antara 20-30 tahun (Syukur *et al.*, 2012). Lamanya waktu yang diperlukan pada program pemuliaan secara konvensional karena penyeleksian

potensi tanaman berdasarkan pada karakter morfologis dan karakter sekunder lainnya. Karakter morfologi baru memberikan informasi akurat jika tanaman telah berproduksi, yaitu umur 4-5 tahun. Disamping itu sebelum tanaman dinyatakan sebagai klon yang siap dilepas harus melalui beberapa tingkat pengujian, yaitu uji pendahuluan, uji lanjutan, juga perlu uji adaptasi klon di beberapa daerah skala kecil dan skala luas (Woelan dan Azwar dalam Ritawati *et al.*, 2004). Tiap pengujian memerlukan waktu sedikitnya lima tahun. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan suatu teknik yang dapat mendeteksi sifat-sifat genotipe hasil persilangan maupun hasil seleksi klon secara cepat dan akurat. Pendekatan molekuler dapat digunakan untuk mendukung proses seleksi tanaman karet tahan penyakit SALB melalui penggunaan marka molekuler yang terkait dengan gen ketahanan penyakit SALB. Pendekatan menggunakan marka molekuler yang terkait dengan gen ketahanan ini dikenal dengan istilah *marker assisted breeding* (pemuliaan berbasis marka).

Disamping itu dalam merakit varietas tahan penyakit juga perlu diperhatikan beberapa hal, antara lain kondisi plasma nutfah yang akan dipilih sebagai tetua, tetua yang akan dijadikan sebagai sumber ketahanan terhadap penyakit, tidak ada efek maternal, pola pewarisan aditif dominan, serta segregasi diploid sehingga tercapai varietas dengan gen ketahanan terhadap suatu penyakit tertentu. Di Brasil, upaya perbaikan genetik melalui seleksi dan pemuliaan telah menghasilkan klon karet unggul tahan SALB. Namun, klon ini tidak efektif dalam mengendalikan penyakit SALB karena mudahnya terbentuk ras fisiologis yang baru dari patogen (Lieberei, 2007). Oleh karena itu, program pemuliaan untuk mendapatkan genotipe karet tahan terhadap penyakit SALB harus terus dilakukan.

PLASMA NUTFAH SEBAGAI SUMBER GEN KETAHANAN TERHADAP PENYAKIT SALB

Dalam perakitan varietas tahan penyakit diperlukan sumber tetua yang

memiliki gen ketahanan, dimana tetua yang memiliki gen ketahanan umumnya dijadikan sebagai tetua jantan. Keragaman plasma nutfah yang tinggi sebagai sumber gen ketahanan terhadap penyakit sangat diperlukan. Gen ketahanan dapat diperoleh dari plasma nutfah yang sudah tersedia, kemudian melalui kegiatan seleksi dipilih tetua-tetua yang memiliki sumber ketahanan. Apabila tidak terdapat keragaman, maka keragaman dapat diperoleh melalui persilangan, introduksi, eksplorasi, mutasi, dan introgresi gen. Secara konvensional gen ketahanan bersumber dari tanaman itu sendiri, akan tetapi secara non konvensional gen ketahanan bukan berasal dari tanaman tetapi dari bakteri atau serangga.

Pada tanaman karet dapat digunakan spesies *Hevea benthamiana* sebagai sumber ketahanan terhadap penyakit hawar daun amerika selatan (SALB) (Lieberei, 2007). Selain itu sumber gen ketahanan terhadap penyakit SLAB juga terdapat pada klon RO 38 (FX 3988), yang merupakan klon hibrida hasil persilangan interspesifik antara *H. brasiliensis* dan *H. benthamiana*. Klon tersebut mendapatkan sifat tahan dari tetua *H. benthamiana* F 4542 (Le Guen *et al.*, 2007). Untuk mendapatkan sumber gen ketahanan baru maka dapat digunakan *H. benthamiana* sebagai tetua jantan dalam persilangan. Oleh karena itu, perlu ditambahkan spesies *H. benthamiana* dan klon RO 38 (FX 3988) ke dalam kebun koleksi plasma nutfah karet. Sehingga kegiatan persilangan untuk mendapatkan genotipe-genotipe baru yang mempunyai sifat tahan terhadap penyakit SALB dapat segera dilaksanakan. Hal ini sebagai upaya untuk menambah jumlah plasma nutfah karet yang mempunyai sifat tahan terhadap penyakit tersebut.

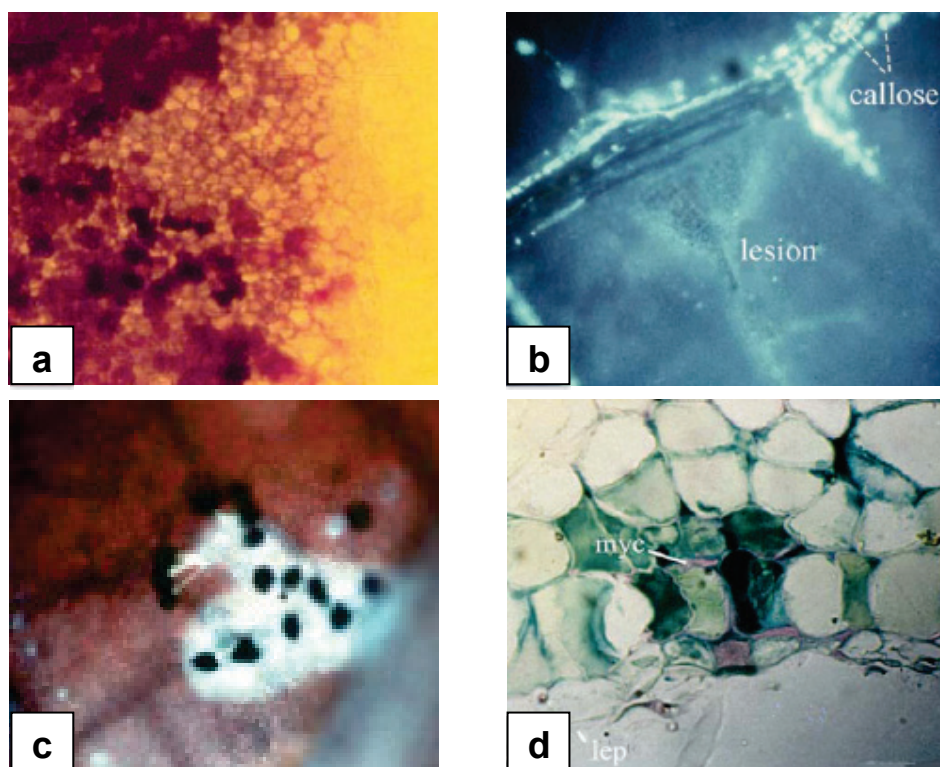
KETAHANAN TANAMAN TERHADAP SERANGAN *Microcyclus ulei*

Microcyclus ulei menyerang daun muda, batang atau jaringan beberapa spesies *Hevea* yaitu *H. brasiliensis*, *H. benthamiana*, *H. spruceana*, *H. guianensis*, dan *H. camporum* (Chee and Holliday, 1986). Konsep awal

pemuliaan tanaman didasarkan pada penggunaan genotipe yang toleran, beberapa tanaman memperlihatkan reaksi imun atau tahan terhadap *M. ulei*. Tanaman tahan ini kemudian disilangkan dengan individu-individu hasil tinggi dari populasi ‘oriental’ Wickman. Namun hampir seluruh tanaman F₁ rentan terhadap beberapa strain fungi *M. ulei*. Dengan dilakukannya identifikasi spektrum virulensi fungi semakin jelas bahwa konsep ketahanan spesifik atau ketahanan lengkap (ketahanan vertikal) tidak dapat diterapkan pada tanaman karet. Penelitian kemudian difokuskan pada identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan umum (ketahanan horisontal) yang bersifat lebih tahan lama (Simmond dalam Montoro *et al.*, 2010).

Deskripsi interaksi tanaman-patogen antara spesies *Hevea* dan SALB dan terjadinya reaksi spesifik inang pada berbagai ras patogen jamur memperlihatkan bahwa sejumlah besar

pertahanan biokimia yang terjadi pada banyak tanaman yang lain juga terjadi pada tanaman karet. Pengetahuan mengenai hal ini menunjukkan bahwa prekondisi genetik untuk pertahanan biokimia terdapat pada semua genotipe karet (Lieberei, 2007). Reaksi ketahanan biokimia pada daun tanaman karet terhadap serangan patogen *M. ulei* adalah pembentukan lapisan lignin pada dinding sel di sekitar luka pada daun dengan ketahanan intermediet (Gambar 3a), pembentukan kalose di sekitar luka yang dideteksi dengan *Aniline blue* (Gambar 3b), pembentukan scopolektin sebagai pitoaleksin (Gambar 3c), senyawa oksigen reaktif dan kematian sel pada area penetrasi hifa, reaksi hipersensitif adalah terbentuknya jaringan nekrosis (Gambar 3d) dan menguningnya daun (Vance *et al.*, 1980; Lieberei, 2007).



Gambar 3. Reaksi ketahanan biokimia pada daun karet: (a) Lapisan lignin, (b) lapisan kalose, (c) scopolektin, dan (d) nekrosis (Sumber: Lieberei, 2007)

Daun tanaman karet terbentuk dalam suatu pola pertumbuhan daun muda (*flush*). Saat terbentuk pucuk baru, keadaan daunnya

tipis, memiliki tingkat respirasi tinggi, tidak terdapat sisa fotosintat dan tidak mempunyai ketahanan terhadap virulensi isolate *M. ulei*.

Pada proses penuaan, sifat ketahanan daun tanaman karet berubah dari rentan menjadi tahan. Proses penuaan daun membutuhkan waktu sekitar 12-20 hari setelah keluar pucuk, dimana kecepatan penuaan daun bergantung kepada jenis genotipe karet. Parameter ini sangat penting untuk manajemen pengendalian penyakit (Lieberei, 2007).

MARKA MOLEKULER SEBAGAI PENDUKUNG IDENTIFIKASI GEN KETAHANAN TERHADAP PENYAKIT SLAB

Bioteknologi menawarkan banyak harapan bagi pemecahan beragam masalah di bidang pertanian yang sulit diatasi dengan cara konvensional. Teknik bioteknologi telah dicoba untuk mengatasi beberapa masalah dasar dalam pemuliaan karet seperti keterbatasan keragaman genetik, masa seleksi yang panjang, keberhasilan persilangan yang rendah, sifat tanaman karet di alam yang heterozigot serta tidak tersedianya klon karet komersial yang tahan terhadap penyakit SALB.

Pendekatan dengan menggunakan marka molekuler pada program pemuliaan tanaman lebih diarahkan untuk mencari marka molekuler yang terkait dengan sifat tertentu atau dikenal dengan istilah *marker assisted selection* (MAS). Teknologi MAS ini dapat dimanfaatkan untuk mempercepat proses seleksi (Susilo, 2007). MAS dapat diaplikasikan untuk mendukung program pemuliaan konvensional seperti seleksi silang balik, pembentukan galur hibrida dan introgresi gen dari tanaman donor ke tanaman penerima. Keefektifan MAS ditentukan oleh luasnya dasar genetik dari genotipe yang berpartisipasi, yang nantinya memfasilitasi identifikasi lokus sifat kuantitatif (*Quantitatif trait loci*, QTL) (Vinod, 2009). Pengetahuan mengenai lokasi dan efek QTL dapat dimanfaatkan untuk percepatan program pemuliaan. Keberhasilan penggunaan marka molekuler sebagai alat bantu seleksi karakter kuantitatif dengan menggunakan metode AB-QTL (*Advanced Backcrossing-QTL*) telah dilaporkan oleh beberapa peneliti

diantaranya oleh Tanksley dan Nelson (1996 dalam Pabendon *et al.*, 2007) untuk perbaikan kualitas buah dan ketahanan tomat terhadap patogen penyebab blackmold dan Stuber *et al.* (1999) dalam Pabendon *et al.*, 2007) untuk peningkatan hasil hibrida jagung silang tunggal B73 x Mo17.

Tanaman karet memiliki genom diploid dengan jumlah lokus ganda yang sedikit, penelitian mengenai identifikasi QTL terkait dengan sifat ketahanan terhadap penyakit SALB telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti (Lieberei, 2007). Penelitian mengenai identifikasi QTL terhadap penyakit SALB diawali oleh Lespinasse *et al.* (2000a) berhasil membuat peta keterpautan genetik yang terdiri dari 18 kelompok pautan pada genom karet dengan panjang 2159 cm, menggunakan 195 keturunan dari populasi persilangan klon PB 260 dengan Fx 3899. Kemudian dengan menganalisa respon populasi tersebut terhadap enam strain isolat *M. ulei*, dihasilkan delapan QTL yang terkait dengan gen ketahanan pada tujuh kelompok pautan. Penelitian lanjutan dilakukan oleh Lespinasse *et al.* (2000b) berhasil mendeteksi lima QTL, dua di antaranya mempunyai efek mayor. Salah satu QTL mayor yang terletak pada kelompok pautan 13 ditemukan terkait dengan semua strain *M. ulei*, sementara QTL yang lain merupakan strain spesifik. QTL yang terkait dengan ketahanan terhadap penyakit SALB diidentifikasi pada dua kondisi berbeda, yaitu kondisi terkontrol dan infestasi secara alami (Lespinasse *et al.*, 2000b; Le Guen *et al.*, 2003). Penelitian terbaru mengenai QTL terkait dengan ketahanan terhadap penyakit SALB dilakukan pada populasi hasil dari kombinasi persilangan klon peka PB 260 dengan klon tahan RO 38 pada tiga strain yang berbeda (lemah, kuat dan sangat kuat). Delapan QTL berhasil diidentifikasi, dari kedelapan QTL tersebut hanya satu yang berkontribusi pada ketahanan parsial terhadap strain kuat, dan tidak ada QTL yang terkait dengan strain yang paling kuat (Le Guen *et al.*, 2007). Oleh karena itu, penelitian mengenai identifikasi QTL terkait dengan ketahanan terhadap penyakit SALB perlu dilanjutkan, mengingat ketahanannya bersifat poligenik.

Pendekatan molekuler pada kombinasi tanaman-patogen telah memperbesar harapan mengenai kemungkinan penggunaan *marker assisted breeding* (pemuliaan dengan bantuan marka) dan seleksi pada tanaman tropis (Lieberei, 2007).

Di samping dukungan marka molekuler dalam program pemuliaan karet tahan terhadap SALB, hal lain yang perlu dipertimbangkan adalah efek dari *cyanogenic*. *Cyanide* menghambat pertahanan aktif dengan menghambat fiksasi CO₂ pada fotosintesis dan menghambat sejumlah enzim lain (Solomonson, 1981 dalam Lieberei, 2007). Hasil penelitian menunjukkan ketahanan yang lebih baik jika konsentrasi *cyanide* pada daun yang diinokulasi rendah. Oleh karena itu, pada seleksi tanaman karet sebaiknya dipilih genotipe yang mempunyai kadar *cyanide* rendah, genotipe dengan periode pembentukan daun baru (*flush*) yang pendek dan proses penuaan daun cepat. Genotipe harapan adalah genotipe yang mempunyai gen dari *H. benthamiana* (Junqueira *et al.*, 1990 dalam Lieberei, 2007).

PENUTUP

Penyakit SALB menyebabkan kematian tanaman karet dan kerugian secara ekonomis pada perkebunan karet terutama di benua Amerika. Beberapa pengendalian telah diterapkan, namun belum dapat mengendalikan secara menyeluruh. Penyakit ini merupakan hal yang serius terutama di beberapa negara penghasil karet dan berpotensi untuk menyebar ke negara lain di benua Asia dan Afrika sehingga perlu dilakukan upaya pencegahan salah satunya dengan perakitan klon tahan penyakit. Oleh karena itu, diperlukan koleksi plasma nutfah yang memiliki gen ketahanan atau memperlihatkan morfologi terhadap penyakit SALB. Sumber plasma nutfah tersebut yang akan mendukung strategi pemuliaan tanaman karet dalam mengatasi permasalahan penyakit SALB. Untuk mempercepat program pemuliaan dapat dilakukan melalui pendekatan molekuler menggunakan identifikasi lokus sifat kuantitatif (*Quantitatif trait loci/QTL*), seperti

klon RO 38 (FX 3988) merupakan klon hibrida hasil persilangan interspesifik antara *H. brasiliensis* dan *H. benthamiana*.

DAFTAR PUSTAKA

- Azwar. 1995. Perbaikan ketahanan genetik tanaman karet guna mencegah kemungkinan serangan hawar daun Amerika Selatan. *Warta Pusat Penelitian Karet* 14(2): 116-124.
- CABI. 2014. *Microcyclus ulei*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 225. CAB International, Wallingford, UK.
- Chalal, G.S. and S.S. Gosal. 2002. Principles and Procedures of Plant Breeding. Narosa Pub. House. India.
- Chee, K.H. 1976. Assessing susceptibility of *Hevea* clones to *Microcyclus ulei*. *Annals of Applied Biology* 84: 135-145.
- Chee, K.H. 1978. South American leaf blight of *Hevea brasiliensis*: Culture of *Microcyclus ulei*. *Transactions of the British Mycological Society* 70: 341-344.
- Chee, K.H. and P. Holliday. 1986. South American leaf blight of *Hevea* Rubber. Malaysian Rubber Research and Development Board. Malaysian Rubber Research and Development Board Monograph No. 13, 50 pp.
- FAO. 2011. Protection Against South American Leaf Blight of Rubber in Asia and The Pacific Region. Food and Agriculture Organization Of The United Nations Regional Office For Asia And The Pacific. Bangkok.
- Le Guen, V., D. Lespinasse, G. Lover, M. Rodier-Goud, F. Pinard, and M. Seguin. 2003. Molecular mapping of genes conferring field resistance to South American Leaf Blight (*Microcyclus ulei*) in rubber tree. *Theoretical and Applied Genetics* 108: 160-167.

- Le Guen, V., D. Garcia, C.R.R. Mattos, F. Doare, D. Lespinasse, and M. Seguin. 2007. Bypassing of a polygenic *Microcyclus ulei* resistance in rubber tree, analyzed by QTL detection. *New Phytologist* 173: 335-345.
- Lespinasse, D., M. Rodier-Goud, L. Grivet, A. Leconte, H. Legnate, M. Seguin. 2000a. A saturated genetic linkage map of the rubber tree (*Hevea* spp.) based on RFLD, AFLP, microsatellite, and isozyme markers. *Theoretical and Applied Genetics* 100: 127-138.
- Lespinasse, D., L. Grivet, V. Troispoux, M. Rodier-Goud, F. Pinard, and M. Seguin. 2000b. Identification of QTLs involved in the resistance to South American leaf blight (*Microcyclus ulei*) in the rubber tree. *Theoretical and Applied Genetics* 100: 875-884.
- Lieberei, R. 2007. South American Leaf Blight of the rubber tree (*Hevea* Spp): new steps in plant domestication using physiological features and molecular markers. *Annals of Botany* 100: 1125-1142.
- Montoro, P., M.P. Carron, L. lardet, A.C. Demange, and J. Leclercq. 2010. Biotechnologies in rubber tree (*Hevea brasiliensis*). *AsPac J. Mol. Biol. Biotechnol* 18 (1): 81-83.
- Pabendon, M.B., M. Azrai, F. Kasim, dan M.J. Mejaya. 2007. Prospek penggunaan marka molekuler dalam program pemuliaan jagung dalam Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan. Litbang Deptan. Jakarta.
- Priyadarshan, P.M. and A. Clement-Demange. 2004. Breeding *Hevea* Rubber: Formal and Molecular Genetics. In *Advances in Genetics* Vol. 52. Elsevier Inc.
- Ritawati, L., R. Tistama, dan A. Darussamin. 2004. Polimorfisme isoenzim beberapa tetua dan hasil persilangan karet (*Hevea brasiliensis* Muell Arg) serta hubungan ketahanannya terhadap *C. cassiicola*. *Jurnal Penelitian Karet* 22(1): 53-68.
- Sayurandi, S. Woelan. 2008. Teknik hibridisasi dalam perakitan klon karet unggul. *Warta Perkaratan* 27 (2): 1-9.
- Sekhar, B.C. 2004. Asia should tap new "Tye Rubber". *Rubber Asia* 18(4): 49-52.
- Sujatno, Syafiuddin, dan S. Pawirosoemardjo. 1998. Resistensi klon harapan terhadap penyakit utama tanaman karet. Lokakarya Nasional Pemuliaan Karet 1998 dan Diskusi Nasional Prospek Karet Alam Abad 21, Medan, Indonesia, 8-9 Desember 1998. Pusat Penelitian Karet, Medan.
- Susilo, A.W. 2007. Akselerasi program pemuliaan kakao (*Theobroma cacao* L.) melalui pemanfaatan penanda molekuler dalam proses seleksi. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia* 23(1): 11-24.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, dan R. Yuniarti. 2012. Teknik Pemuliaan Tanaman. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Thanseem, I., A. Joseph, and A. Thulaseedharan. 2005. Induction and differential expression of β -1,3-glucanase mRNAs in tolerant and susceptible *Hevea* clones in respon to infection by *Phytophthora meadii*. *Tree Physiology* 25: 1361-1368.
- Wiguna, G., L. Joshi, M. van Noordwijk, and E. Penot. 2005. Rubber based Agroforestry Systems (RAS) as alternatives for rubber monoculture system. IRRDB annual conference, Dec 2005, Ho-chi-minh city, Vietnam.
- van Beilen, J.B. and Y. Poirier. 2007. Establishment of new crops for the production of natural rubber. *Trends in Biotehchnology* 25(11): 522-529.
- Vance, C.P., T.K. Kirk, and R.T. Sherwood. 1980. Lignification as a mechanism of disease resistance. *Annual Review of Plant Pathology* 18: 259-288.
- Vinod, K.K. 2002. Genetic improvement in para rubber (*Hevea brasiliensis* (Willd.) Muell Arg). In *Proceeding of Training Program on Plant Breeding Approaches*

for Quality Improvement in Crops. Tamil Nadu University, Coimbatore, India. <http://kkvinod.webs.com>

Vinod, K.K. 2009. Genetic mapping of quantitative trait loci and marker

assisted selection in plantation crops. *In* Proceeding of Training Program on “In vitro techniques in plantation crops”. Central Plantation Crops Research Institute, Kasaragod, India. <http://kkvinod.webs.com>. pp. 111-132.