

PENGARUH MUSIM TERHADAP PERKEMBANGAN ATELOCAUDA DIGITATA, PENYEBAB PENYAKIT KARAT PADA ACACIA AURICULIFORMIS DI YOGYAKARTA

Siti Muslimah Widyastuti, Harjono, & Zjakiyah Ari Susanti

Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada
E-mail: smwidyastuti@ugm.ac.id

ABSTRACT

Seasonal effect on the growth of Atelocauda digitata, the cause of rust disease on Acacia auriculiformis in Yogyakarta. The research was aimed to determine the growth of *Atelocauda digitata* which attacks *Acacia auriculiformis* in Gunung Kidul, Yogyakarta and determine the process of *A. digitata* infection on *A. auriculiformis*. Quantification of the presence of pathogen and the damage as part of tree health monitoring was represented by the percentage of disease incidence and severity, that was used as a benchmark of *A. digitata* dynamics. Pathogenic organisms were confirmed by pathogenicity test. The process of infection was studied microscopically and macroscopically. Percentage of disease incidence and severity of all three observation plots during the rainy and the dry season were dynamic, with the highest damage discovered in Plot 5. *A. digitata* infecting *A. auriculiformis* produces three types of spores, namely teliospores, uredospores and aeciospores. The hyphae infected the leaf tissue two days after inoculation through stomata. Intracellular hyphae were found five days after inoculation.

Key words: *Atelocauda digitata*, *Acacia auriculiformis*, rust disease.

ABSTRAK

Pengaruh musim terhadap perkembangan Atelocauda digitata, penyebab penyakit karat pada Acacia auriculiformis di Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan *Atelocauda digitata* yang menyerang *Acacia auriculiformis* di Gunung Kidul, Yogyakarta dan mengetahui proses infeksi jamur *Atelocauda digitata* pada *Acacia auriculiformis*. Kuantifikasi keberadaan patogen dan kerusakan yang merupakan bagian dari monitoring kesehatan pohon diwakili dengan persen kejadian dan tingkat keparahan penyakit yang digunakan sebagai tolak ukur dinamika *Atelocauda digitata*. Organisme patogen dibuktikan dengan uji patogenisitas. Proses infeksi dipelajari secara mikroskopis dan makroskopis. Persen kejadian dan tingkat keparahan penyakit dari ketiga plot pengamatan selama musim hujan dan kemarau bersifat dinamis dengan kerusakan yang paling tinggi dijumpai pada Petak 5. *Atelocauda digitata* yang menginfeksi *Acacia auriculiformis* menghasilkan tiga jenis spora, yaitu teliospora, uredospora dan aeciospora. Melalui lubang alami (stomata), hifa menginfeksi jaringan daun dua hari setelah inokulasi. Hifa intraseluler ditemukan lima hari setelah inokulasi.

Kata kunci: *Atelocauda digitata*, *Acacia auriculiformis*, penyakit karat.

PENDAHULUAN

Acacia auriculiformis termasuk famili Leguminosae, berasal dari Australia Utara dan Kepulauan Kei, Maluku, yang mempunyai berbagai manfaat, baik secara ekonomi maupun ekologi. Dari hasil pengamatan pendahuluan di Hutan Pendidikan Wanagama I, diketahui ada serangan *Atelocauda digitata* pada *A. auriculiformis*. Di Australia, Asia, dan New Zealand dilaporkan adanya serangan *A. digitata* (Walker, 2001; FAO, 2007), demikian juga di Sumatera Selatan serta Kalimantan (Barry, 2002). Pada awalnya di Hawaii *A. digitata* merupakan patogen sekunder

yang menyerang *A. auriculiformis*. Dalam perkembangannya ternyata penyakit ini telah menjadi salah satu penyakit utama pada *Acacia* sp. (Nelson, 2009). Informasi mengenai infeksi serta dinamika penyakit ini masih sangat terbatas.

Hutan rakyat *A. auriculiformis* di Wonogiri, Jawa Tengah juga terserang *A. digitata* (Ismail & Anggraeni, 2008). Gejala yang ditunjukkan adalah munculnya pembengkakan pada daun, ranting, dan cabang, sedangkan adanya tanda ditunjukkan dengan munculnya teliospora berwarna coklat pada permukaan daun, ranting, dan cabang yang mengalami pembengkakan. Penelitian ini diharapkan mampu menjelaskan tingkat

perkembangan *A. digitata* pada *A. auriculiformis* dan bagaimana proses infeksinya, sehingga persebaran penyakit karat ini dapat dikendalikan.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu. Penelitian dilakukan di dua tempat yaitu di Wanagama I Gunung Kidul, Yogyakarta dan Laboratorium Perlindungan dan Kesehatan Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada. Pengamatan di lapangan dilakukan dua kali setahun, yaitu bulan Agustus dan November selama 2 tahun (2008–2009). Pemilihan bulan Agustus dan November untuk mewakili periode musim kemarau dan musim hujan.

Dari beberapa petak yang ada di Wanagama I Gunung Kidul, Yogyakarta digunakan 3 petak untuk pengamatan yaitu pada petak 5, 7 dan 16. Pemilihan ketiga petak pengamatan tersebut karena letak ketiganya menyebar sehingga dapat mewakili kondisi hutan di Wanagama I. Jenis vegetasi pada petak pengamatan dapat dilihat di Tabel 1. Persebaran *A. auriculiformis* pada ketiga petak tersebut tidak merata, dengan fase pertumbuhannya dari semai sampai tiang (diameter < 20 cm).

Pembuatan Petak Ukur. Petak ukur dibuat dengan menggunakan modifikasi dari *Forest Health Monitoring, Field Methods Guide* (Alexander & Barnard, 1995), menggunakan kluster yang terdiri atas 4 subplot dan 4 *annular plot*.

Intensitas Penyakit dan Luas Serangan. Di setiap petak ukur dilakukan monitoring kesehatan pada masing-masing individu pohon. Gejala penyakit dan keberadaan organisme penyebab penyakit pada tapak diamati berdasarkan pengamatan mikroskopis dan makroskopis. Serangan *A. digitata* pada *A. auriculiformis* di ketiga

petak, diukur luas serangan dan tingkat keparahannya dengan modifikasi rumus (Chester, 1959)

$$\text{Luas Serangan} = \frac{\sum \text{tanaman yang terserang}}{\sum \text{total tanaman yang diamati}} \times 100\%$$

Sedangkan tingkat keparahan penyakit suatu tumbuhan pada lokasi tertentu dihitung dengan

$$\text{Keparahan penyakit} = \frac{\sum (n \times v)}{N \times V} \times 100\%$$

n = jumlah tanaman terserang pada kategori tertentu

v = kategori serangan tertentu (skor)

N = jumlah tanaman yang diamati

V = kategori serangan tertinggi yang digunakan

Tingkat keparahan penyakit setiap sampel diberi nilai (skor) berdasarkan kenampakan keseluruhan setiap individu pohon menggunakan modifikasi pedoman dari Alexander & Barnard (1995):

0 = Sehat (tidak ada gejala dan tanda penyakit).

1 = > 0–25% bagian tanaman menunjukkan gejala dan atau tanda penyakit.

2 = >25–50% bagian tanaman menunjukkan gejala dan atau tanda penyakit.

3 = >50–75% bagian tanaman menunjukkan gejala dan atau tanda penyakit.

4 = >75–100% bagian tanaman menunjukkan gejala dan atau tanda penyakit.

Identifikasi Penyebab Penyakit. Bagian tumbuhan yang menunjukkan gejala dan tanda terserang *A. digitata* diidentifikasi secara mikroskopis. Pengambilan sampel dari pohon berpenyakit di lapangan dilakukan dengan cara memotong daun dan cabang yang sakit. Teliospora diambil dari bagian yang sakit menggunakan jarum *ent*, diletakkan di atas gelas benda yang telah ditetes *lactophenol trypan blue*, ditutup dengan *deglass* dan

Tabel 1. Jenis vegetasi pada petak pengamatan

Petak	Jenis vegetasi	
	Dominan	Minor
5	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Santalum album</i> • <i>Acacia auriculiformis</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Schleichera oleosa</i> • <i>Eucalyptus spp.</i> • <i>Acacia auriculiformis</i>. • <i>Swietenia mahagoni</i> • <i>Acacia auriculiformis</i> • <i>Caesalpinia sappan</i>
7	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Melaleuca leucadendron L.</i> 	
16	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Imperata cylindrica</i> 	

diamati menggunakan mikroskop cahaya *Olympus* CX31. Foto mikroskopis diambil dengan menggunakan kamera digital MDCE-5A yang dihubungkan ke komputer dengan menggunakan perangkat lunak *ScopePhoto versi 2.0.4*.

Uji Patogenisitas. Uji Postulat Koch dilakukan untuk mengetahui apakah jamur yang diperoleh bersifat patogenik atau tidak, meskipun untuk patogen yang tidak dapat ditumbuhkan pada media buatan karena bersifat obligat, prosedur ini tidak dapat dilakukan sepenuhnya. *Atelocauda digitata* termasuk salah satu jamur yang bersifat parasit obligat, maka uji patogenisitas ini dilakukan dengan cara inokulasi langsung pada daun semai *A. auriculiformis* yang sehat. Teliospora yang terdapat pada permukaan daun dilepas menggunakan kuas kecil, dan ditampung dalam cawan Petri. Teliospora tersebut dilarutkan dalam air steril yang ditambah dengan *Tween-20* (0,02%) untuk menurunkan tegangan muka sehingga teliospora akan mudah menempel pada permukaan organ tanaman. Daun semai *A. auriculiformis* diinokulasi dengan suspensi teliospora menggunakan kuas halus. Sebagai kontrol, digunakan air steril yang ditambah dengan *Tween-20* (0,02% v/v). Semai yang telah diinokulasi diinkubasikan dalam kontainer, dijaga kelembaban dan suhunya (25°C) selama 8 hari (Morris, 1987). Uji patogenisitas ini menggunakan semai dengan umur 8–10 minggu dan tinggi semai antara 510 cm. Gejala yang terbentuk diamati, dilanjutkan dengan pengamatan secara mikroskopis.

Proses Infeksi *Atelocauda digitata*. Semai *A. auriculiformis* yang sehat diinokulasi buatan dengan meneteskan suspensi teliospora (5×10^5 spora mL⁻¹) ke permukaan daun. Sampel daun diambil pada hari ke 2, 4, 6 dan 8 setelah inokulasi dengan masing-masing perlakuan tiga kali ulangan. Selanjutnya dilakukan pewarnaan dengan *lactophenol trypan blue* untuk mengetahui struktur *A. digitata* dan respon yang ditunjukkan oleh *A. auriculiformis*. Pengamatan dan pengambilan gambar dilakukan pada hari ke 1, 2, 10 dan 15 setelah inokulasi. Sampel daun dipotong-potong dengan panjang kurang lebih 1 cm, dimasukkan tabung Erlenmeyer (50 mL) yang telah diisi etanol 20 mL untuk menghilangkan zat hijau daun. Sampel dalam larutan etanol tersebut dipanaskan hingga mendidih selama 20 menit (Ruzin, 1987).

Setelah zat hijau daun larut, etanol (96%) diganti dengan larutan *chloral hidrat* (2,5 g mL⁻¹) dan dipanaskan selama kurang lebih 20 menit hingga sampel menjadi transparan (Elliott *et al.*, 2008). Sampel ditetes

lactophenol trypan blue, dan diamati menggunakan mikroskop *Olympus* CX31. Foto mikroskopis dibuat menggunakan kamera digital MDCE-5A yang dihubungkan ke komputer dengan perangkat lunak *ScopePhoto versi 2.0.4*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

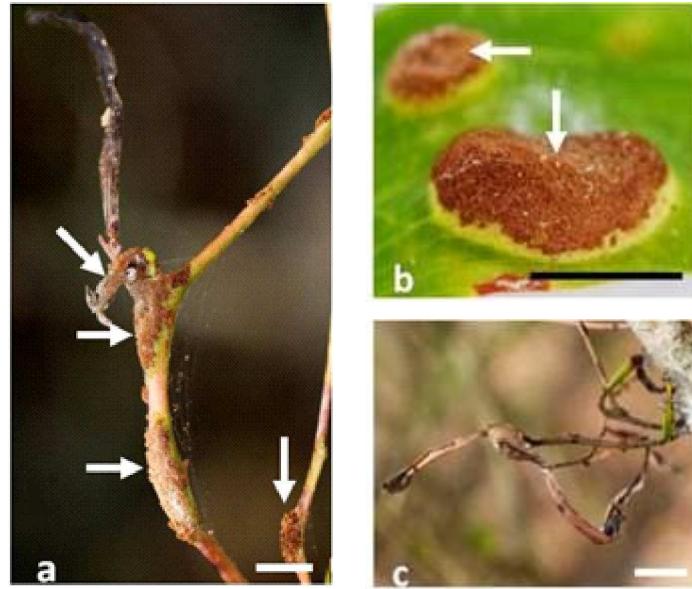
Pengenalan Gejala dan Tanda Penyakit Karat (*Atelocauda digitata*). Penyebab penyakit karat pada tanaman *A. auriculiformis* adalah *A. digitata*. Patogen karat menyerang pada daun, tangkai daun, pucuk, dan buah *A. auriculiformis* (Old *et al.*, 2000). Jaringan tanaman yang terinfeksi akan mengalami pembengkakan. Pada penelitian ini, *A. digitata* menyerang daun, tangkai daun dan pucuk (Gambar 1), sedangkan serangan pada buah tidak ditemukan. Penyakit karat dapat menghambat atau menganggu pertumbuhan tanaman, pada tingkat lanjut dapat menyebabkan kematian organ, dan pada kondisi parah dapat menyebabkan kematian tanaman (Mahfud, 2012).

Berdasarkan hasil pengamatan pertama di tahun pertama pada ketiga petak yang digunakan, *A. digitata* hanya menyerang *A. auriculiformis* pada tingkat semai sampai tiang di satu petak (petak 5). Hasil ini sesuai dengan peneliti pendahulu bahwa *A. auriculiformis* merupakan salah satu inang dari *A. digitata* (Thu *et al.*, 2010).

Dinamika Perkembangan *A. digitata*. Pada tiga petak ukur yang digunakan, dilakukan monitoring perkembangan penyakit. Patogen penyebab penyakit diamati dengan melihat kuantifikasi persen keterjadian dan tingkat keparahan penyakit. Dengan pengumpulan data secara berkala, diharapkan mampu menggambarkan perkembangan serangan patogen pada ketiga tapak yang digunakan.

Untuk mengetahui besar kerusakan hutan yang disebabkan oleh patogen maka pada tahun pertama pengambilan data dilakukan pada semua tanaman yang ada di dalam petak ukur yang terkena penyakit. Sedangkan pada tahun kedua lebih di fokuskan pada *A. auriculiformis* yang terserang oleh *A. digitata* (Tabel 2). Perubahan fokus pengamatan ini disebabkan karena pada tahun pertama persen keterjadian penyakit pada tanaman *A. auriculiformis* yang terserang *A. digitata* sangat tinggi baik pada musim hujan maupun musim kemarau.

Luas serangan dan tingkat keparahan penyakit yang diperoleh memperlihatkan bahwa persebaran *A. digitata* yang menyerang *A. auriculiformis* di Gunung Kidul, Yogyakarta sangatlah cepat. Dalam



Gambar 1. Penyakit karat pada *A. auriculiformis*. (a) Pembengkakan ranting dan disertai dengan kematian pucuk, (b) pembengkakan daun (cecidia), dan (c) kematian ranting. Pada permukaan yang terinfeksi (a) dan (b) terdapat jutaan urediniospora, ditandai dengan adanya kumpulan serbuk berwarna cokelat (tanda panah). (Bar: 1 cm).

Tabel 2. Persen keterjadian dan tingkat keparahan serangan *Atelocauda digitata* pada *Acacia auriculiformis* di petak pengamatan

Petak	Tahun	% Keterjadian penyakit ^{a)}		Tingkat keparahan penyakit ^{b)}	
		Kemarau	Hujan	Kemarau	Hujan
5	2008	100	100	57	37
	2009	100	100	79	59
7	2008	0	0	0	0
	2009	35	27	47	30
16	2008	0	0	0	0
	2009	28	23	42	20

^{a)} Skala 0 – 100%.

waktu satu tahun jamur penyebab penyakit karat yang pada tahun pertama hanya menyerang 1 petak, pada tahun kedua telah menyerang dua petak yang lain. Penyebaran *A. digitata* sangat luas, karena uredospora patogen mudah terbawa angin. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Triyogo & Widyastuti (2012) menyimpulkan bahwa serangga juga berperan sebagai vektor dalam penyebaran spora *Uromycladium tepperianum* penyebab penyakit karat tumor pada *Falcataria mollucana*.

Pada petak 5, baik pada pengamatan tahun pertama maupun tahun kedua diketahui bahwa keterjadian penyakit sudah 100% (Tabel 2). Tabel 2 juga

menjelaskan bahwa pada tahun kedua, keterjadian penyakit pada petak 7 dan petak 16 yang tadinya 0% mulai menunjukkan adanya penyebaran patogen, walaupun nilai persen keterjadian penyakitnya masih lebih kecil dibanding petak 5.

Tingkat keparahan penyakit dan luas serangan di ketiga petak pada musim hujan menurun (Tabel 2). Hal ini terjadi karena trubusan baru belum terserang *A. digitata* sehingga persentase yang dihasilkan dari persentase keterjadian penyakit akan lebih kecil dibanding pada musim kemarau. Pada musim kemarau seluruh daun *A. auriculiformis* terserang *A. digitata*,

selain itu trubusan tidak terjadi sehingga persentase keterjadian penyakit menjadi tinggi.

Dari hasil pengamatan di petak uji diperkirakan pada tahun-tahun selanjutnya keparahan penyakit dan luas serangan akan semakin meningkat. Apabila tidak dilakukan pengendalian terhadap serangan patogen karat ini, persebaran *A. digitata* akan meluas ke petak-petak yang lain.

Perkembangan Spora *A. digitata*. Siklus hidup *A. digitata* sangat unik, termasuk dalam kategori *macrocyclic* karena mempunyai lima stadia spora dalam satu siklus hidup dengan dua jenis inang, yaitu uredospora, teliospora, sporidium, pikniospora dan aeciospora (Agrios, 2005). Infeksi jamur ini bersifat sistemik (Chen *et al.*, 1996), yaitu patogen dari titik awal infeksi, menyebar dan menyerang sebagian besar atau seluruh sel jaringan yang rentan. Penyakit karat termasuk biotrof, karena patogen hanya dapat tumbuh dan berkembang biak secara alami pada inang yang hidup, atau sering disebut parasit obligat (Ismail & Anggraeni, 2008).

Menurut Worall (2007), dalam satu siklus hidup *A. digitata* menghasilkan lima jenis spora yang berbeda dari fase piknium, aesium, uredium, telium dan promiselium. Proses perkecambahan *A. digitata* diawali dari aesium. Aesium menghasilkan aeciospora (2n) dan pada daun tanaman membentuk uredium yang menghasilkan urediospora. Pada tahap berikutnya urediospora akan membentuk telium yang menghasilkan teliospora. Selanjutnya teliospora ini akan membentuk spermagonium, dan pada proses itu akan dihasilkan spermatia (n) yang akan membentuk aesium lagi (Gambar 2). Pada umumnya urediospora yang berterbangan di udara akan dapat menginfeksi jaringan tanaman yang baru.

Kecepatan angin rata-rata di Gunung Kidul, Yogyakarta pada tahun 2009 adalah sebesar 11,75 knot (Anonim, 2010) sehingga mampu menyebarluaskan uredospora ke beberapa petak lainnya. Dalam proses perkecambahan spora, suatu jamur akan bergantung pada kestabilan dormansi, faktor lingkungan dan faktor fisiologis yang terlibat dalam perkecambahan.

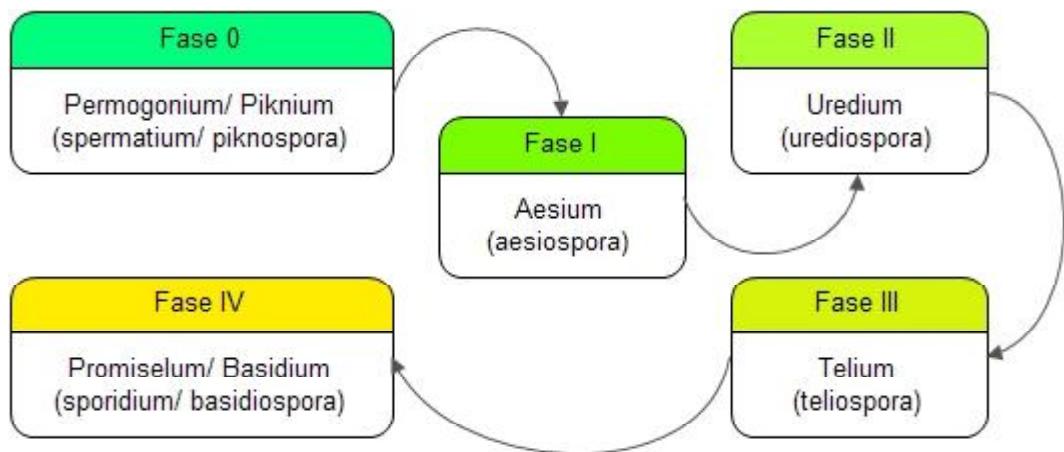
Pada pengamatan mikroskopis di penelitian ini, ditemukan tiga fase pembentukan spora yaitu teliospora, uredospora dan aeciospora (Gambar 3) sedangkan bentuk sporidia dan spermatia tidak dijumpai. Berbeda dengan *A. digitata* yang menyerang tanaman *A. mangium*, fase yang dijumpai adalah fase piknium, uredium, dan telium sedangkan dua fase yang lain, yaitu aesium dan promiselium, tidak ditemukan (Santoso *et al.*, 2003).

A. digitata yang menyerang *A. auriculiformis* mempunyai sifat *heterocious* karena sebagian dari fase hidupnya terdapat pada inang yang berbeda. Dengan ditemukannya fase telium pada pengamatan mikroskopis ini menunjukkan bahwa *A. auriculiformis* merupakan inang primer, karena pada fase ini akan dibentuk spermatogonium yang menghasilkan spermatia. Pada tahap selanjutnya, akan terbentuk aesium lagi.

Infeksi *A. digitata*. Gejala awal *A. auriculiformis* yang terinfeksi oleh *A. digitata* secara makroskopis adalah adanya bercak yang berwarna hijau kekuningan sampai kuning. Bercak ini kemudian menebal, membentuk *gall* serta terlihat adanya perubahan bentuk dan ukuran sel-sel daun menjadi tidak beraturan. Sel daun yang sakit ukurannya relatif lebih besar (membengkak) dibandingkan dengan sel-sel yang ada pada daun sehat (Gambar 1b).

Secara mikroskopis jaringan yang terinfeksi *A. digitata* ditandai dengan adanya sekumpulan miselium yang terbentuk seperti bukit yang lebih dikenal dengan piknium atau spermogonium. Dengan terbentuknya sekumpulan miselium di dalam jaringan daun maka sel yang berada di sekitar piknium mengalami perubahan bentuk dan ukuran, bahkan pada bagian-bagian tertentu timbul kerusakan. Fase aesium, merupakan fase permulaan timbulnya infeksi, yang dilanjutkan dengan fase uredium dan telium. Kedua fase ini sering dijumpai dalam kelompok wadah-wadah yang berbentuk seperti cawan yang tersambung keluar menembus lapisan epidermis dan kutikula. Teliospora berukuran lebih besar dari pada uredospora, kadang-kadang dijumpai tonjolan atau papila atau *germ tube* sebagai awal perkecambahan spora. Promiselium atau basidium merupakan fase terakhir pada infeksi *A. digitata*.

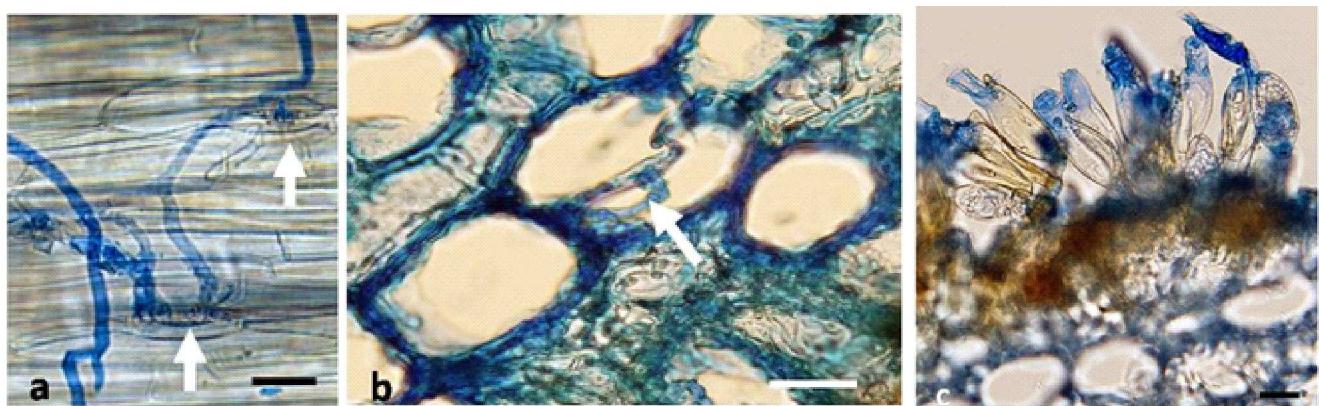
A. digitata mempunyai cara khusus untuk masuk ke dalam jaringan inang yaitu dengan metode penetrasi melalui stomata. Gambar 4 memperlihatkan spora *A. digitata* pada inokulasi buatan berkecambahan. Tabung kecambahan tumbuh pada stomata, kemudian membentuk apresorium, dan pada hari kedua ditemukan satu bentuk hifa yang tumbuh masuk ke dalam stomata (Gambar 4a). Lima hari setelah inokulasi ditemukan hifa intraseluler pada jaringan yang terinfeksi (Gambar 4b). Teliospora ditemukan pada permukaan daun yang terinfeksi 15 hari setelah inokulasi (Gambar 4c). Diduga *A. digitata* dapat menyelesaikan sebagian atau bahkan satu siklus hidupnya dalam satu tahun. Patogen yang memiliki kemampuan ini disebut patogen monosiklik. Pada umumnya jamur karat menghasilkan spora pada akhir musim kering. Spora tersebut berfungsi sebagai inokulum primer pada musim hujan, dan sebagai satu-



Gambar 2. Lima fase spora *Atelocauda digitata* (Santoso *et al.*, 2003; Worall, 2007).



Gambar 3. Spora *Atelocauda digitata*. (a) teliospora, (b) urediospora, dan (c) aesiospora (Bar: 20 µm).



Gambar 4. Infeksi *Atelocauda digitata* pada daun *Acacia auriculiformis*. (a) Penetrasi hifa via lubang stomata (tanda panah) dua hari setelah inokulasi, (b) hifa intraseluler (tanda panah) lima hari setelah inokulasi, dan (c) teliospora pada permukaan daun, 15 hari setelah inokulasi. Bar = 20 µm.

satunya sumber inokulum pada awal tahun berikutnya. *Atelocauda digitata* juga dapat menginfeksi secara sistemik, sehingga akan menyulitkan proses pengendalian yang tepat.

Inokulasi patogen pada tanaman tidak selalu diikuti dengan proses infeksi. Hal ini mirip dengan hasil penelitian Widyastuti *et al.* (2013) yang melakukan inokulasi buatan menggunakan inokulum teliospora *U. tepperianum* dari tanaman sengon pada filodia *A. mangium* yang menunjukkan bahwa infeksi tidak terjadi. Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil infeksi yang terjadi di alam, teliospora membentuk basidiospora terlebih dahulu baru kemudian membentuk pasak penetrasi dan melakukan penetrasi pada jaringan tanaman. Selama proses infeksi pada sengon di alam, teliospora *U. tepperianum* yang berada pada permukaan jaringan berkecambah untuk membentuk basidiospora (Rahayu *et al.*, 2010). Keberhasilan terjadinya interaksi antara patogen dengan inang ditentukan oleh berbagai faktor. Inokulum yang mampu berada di dekat atau tepat pada tapak infeksi merupakan faktor yang sangat penting pada proses infeksi. Kondisi lingkungan, sifat permukaan tumbuhan, keberadaan senyawa penghambat dan adanya agen antagonis juga ikut berperan dalam keberhasilan inokulasi.

SIMPULAN

Luas serangan dan tingkat keparahan penyakit karat pada *A. auriculiformis* bersifat dinamis. Pada musim hujan, intensitas penyakit menurun karena tumbuhnya daun dan ranting baru. *A. auriculiformis* di Wanagama I Gunung Kidul, Yogyakarta yang terserang *A. digitata* memproduksi tiga jenis spora yaitu aesiospora, uredospora, dan teliospora. Pikniospora dan basidiospora belum ditemukan. *A. digitata* menginfeksi daun *A. auriculiformis* melalui lubang alami yaitu stomata.

SANWACANA

Penelitian ini didanai dengan Dana DPP Fakultas Kehutanan UGM Tahun anggaran 2009 dengan penulis kedua sebagai peneliti utamanya. Terima kasih juga diucapkan kepada I. Riastiwi atas bantuan teknisnya dalam mempersiapkan manuskrip ini.

DAFTAR PUSTAKA

Agrios GN. 2005. *Plant Pathology*. Fifth edition. UK: Elsevier Academic Press. London

- Alexander SA & Barnard JE. 1995. *Forest Health Monitoring: Field Methods Guide*. Environmental Monitoring System Laboratory. Las Vegas.
- Anonim. 2010. Data Base Daerah Kabupaten Gunung Kidul Tahun 2009.
- Barry K. 2002. *Heartrots in Plantation Hardwoods in Indonesia and Australia*. ACIAR Technical Reports No. 51e.
- Chester KS. 1959. *How SICK is The Plant ?*. dalam Horsfall J.G dan Diamond, A. F., (eds). *Plant Pathology Press*. New York, London
- Chen WD, Gardner ED, & Webb DT. 1996. Biology and life cycle of *Atelocauda koae*, an unusual demicyclic rust. *Mycoscience* 37: 91–98.
- Elliott CE, Harjono, & Howlett BJ. 2008. Mutation of a gene in fungus *Leptosphaeria maculans* allows increased frequency of penetration of stomata apertures of *Arobidopsis thaliana*. *Molecular Plant* 3: 471–481.
- FAO. 2007. *Over View of Forest Pest in Indonesia*. Forest Health and Biosecurity Working Papers. Rome, Italy.
- Ismail B & Anggraeni I. 2008. Identifikasi penyakit jati (*Tectona grandis*) dan akasia (*Acacia auriculiformis*) di hutan rakyat Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. *J. Pemuliaan Tanaman Hutan*. 2(1): 1–12.
- Mahfud MC. 2012. Teknologi dan strategi pengendalian penyakit karat daun untuk meningkatkan produksi kopi nasional. *J. Pengembangan Inovasi Pertanian* 5(1): 44–57.
- Morris MJ. 1987. Biology of the acacia gall rust, *Ucromyctodium tepperianum*. *Plant Pathol.* 36: 100–106.
- Nelson S. 2009. *Rusts of Acacia koa: Atelocauda digitata (Gall Rust)*. College of Tropical Agriculture and Human Resources University of Hawaii at Manoa. Hawaii.
- Old KM, See LS, Sharma JK, & Yuan ZQ. 2000. *A Manual of Diseases of Tropical Acacia in Australia, South-East and India*. Center for Internasional Forestry Research (CIFOR), Jakarta.

- Rahayu S, Lee SS, & Shukor NAA. 2010. *Uromycladium tepperianum*, the gall rust fungus from *Falcataria moluccana* in Malaysia and Indonesia. *Mycoscience* 51(2): 149–153.
- Ruzin SE. 1987. *Plant Microtechnique and Microscopy*. Oxford University Press, USA.
- Santoso E, Nurfarida YI, & Sitepu IR. 2003. Penyakit karat pada *Acacia mangium* Willd. *Buletin Penelitian Hutan* 637: 39–48.
- Thu PQ, Griffiths MW, Pegg GS, McDonald JM, Wylie FR, King J, & Lawson SA. 2010. *Healthy Plantations: a Field Guide to Pest and Pathogens of Acacia, Eucalyptus, and Pinus in Vietnam*. Departement of Employed. Economic Development and Innovation, Queesland, Australia.
- Triyogo A & Widyastuti SM. 2012. Peran serangga sebagai vektor penyakit karat puru pada sengon (*Albizia falcataria* L. Fosberg). *J. Agron. Indon.* 40(1): 77–82.
- Walker J. 2001. A revision of the genus *Atelocauda* (uredinales) and description of *Racospermyces* gen. nov. for some rusts of Acacia. *Australasian Mycologist* 20(1): 3–28.
- Widyastuti SM, Harjono, & Surya ZA. 2013. Infeksi Awal Jamur *Uromycladium tepperianum* pada daun *Falcataria moluccana* dan *Acacia mangium* di Laboratorium. *J. Man. Hut. Trop.* 19(3): 187–193.
- Worall J. 2007. *Forest and Shade Tree Pathology*. Rust. <http://www.forestpathology.org./rust.html>. (10 Februari 2013).