

## Peran Serangga sebagai Vektor Penyakit Karat Puru pada Sengon (*Albizia falcataria* L. Fosberg)

### *The Role of Insect as Vector of Gall Rust Disease on Albizia falcataria L. Fosberg*

Ananto Triyogo<sup>1\*</sup> dan Siti Muslimah Widyastuti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Perlindungan dan Kesehatan Hutan  
Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada Bulaksumur 55281 Yogyakarta, Indonesia

Diterima 12 Januari 2011/8 Juni 2011

#### ABSTRACT

*Sengon (Albizia falcataria L. Fosberg) forest plantations of community in Wonosobo District, Central Java were attacked by gall rust disease. The objective of this research was to investigate the role of insects as a vector of gall rust disease. The attack intensity was measured in the different ages of tree stand (1, 2, 3, 4, and 6 year old) with randomized complete block design (RCBD) consisting of 3 blocks, 3 replications, and 3 sampling plots. The role of insect as a vector was tested using two different approaches: observation on the spores in the adult insect integument and artificial investigation of insect containing spores on the healthy seedlings. The result of this research showed that the one year old of sengon had highest disease intensity (95.5%) and lowest disease incidence (56.96%). The identification showed that the insect belongs to Lepidoptera (Family Heliozelidae) completing the metamorphosis in the gall. Spores were found in the integument of Lepidoptera (Family Heliozelidae) at the average of  $2.8 \times 10^4$  spore  $\mu\text{L}^{-1}$  insect<sup>-1</sup>. Artificial inoculation on healthy seedling did not show the infection symptoms by Uromykladium tepperianum until 5 weeks after inoculation.*

*Keywords: gall rust, insect, sengon, vector*

#### ABSTRAK

*Pertanaman hutan rakyat sengon (Albizia falcataria L. Fosberg) di Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah saat ini telah terserang penyakit karat puru. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keterlibatan serangga sebagai vektor dalam penyebaran karat puru. Tingkat serangan karat puru diukur pada umur tegakan sengon yang berbeda (1,2,3,4 dan 6 tahun) dengan rancangan penelitian rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) dengan 3 blok, 3 ulangan, dan 3 plot pengamatan. Peran serangga sebagai vektor diuji melalui dua pendekatan: 1. Mengamati spora yang menempel pada tubuh serangga dewasa dan 2. Percobaan investasi buatan serangga pada tanaman sengon sehat. Tegakan sengon umur 1 tahun menunjukkan intensitas serangan tertinggi (95.5%) dan luas serangan terkecil (56.96%). Hasil identifikasi menunjukkan bahwa serangga Lepidoptera (Famili Heliozelidae) menyelesaikan siklusnya pada puru. Spora ditemukan berada di tubuh Lepidoptera (Famili Heliozelidae) dewasa rata-rata sebanyak  $2.8 \times 10^4$  spora  $\mu\text{L}^{-1}$  serangga<sup>-1</sup>. Pengamatan inokulasi buatan pada semai hingga minggu ke 5 belum menunjukkan gejala terinfeksi Uromykladium tepperianum.*

*Kata kunci: karat puru, sengon, serangga, vektor*

#### PENDAHULUAN

Sengon (*Albizia falcataria*) termasuk dalam tanaman famili Leguminosae yang tersebar secara alami di Indonesia (Sukarutiningsih *et al.*, 2002). Sengon merupakan jenis yang cepat tumbuh dan memiliki nilai ekonomi tinggi sebagai bahan baku *pulpwood* (Soerianegara dan Lemmens, 1994). Selain dapat meningkatkan pendapatan petani, sengon juga dapat meningkatkan kesuburan tanah melalui peningkatan unsur hara nitrogen (Suharti *et al.*, 2000; Chintu *et al.*, 2004; Iskandar dan Ellen, 2008).

Riap pertumbuhan sengon di hutan rakyat sengon Kabupaten Wonosobo (Kecamatan Sapuran) dengan

berbagai pola usahatani mencapai riap volume tahunan sebesar  $16.8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$  (pada umur 8 tahun) dengan rata-rata produksi  $134.2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (Andayani, 2003). Sementara itu, di tempat tumbuh berkualitas baik, sengon dapat mencapai riap volume tahunan  $39\text{-}50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (Bhat *et al.*, 1998).

Pertanaman sengon, baik monokultur maupun campur, tidak pernah lepas dari serangan hama maupun penyakit (Endang dan Farikhah, 2010). Selama lima tahun terakhir ini, penyakit karat puru yang disebabkan oleh cendawan *Uromykladium tepperianum* telah mengakibatkan kerusakan pada tanaman sengon sampai 90% (Old dan Cristovao, 2003; Charomaini dan Ismail, 2008; Rahayu *et al.*, 2010). Hasil studi kasus serangan karat puru di daerah lain dapat diketahui bahwa cendawan ini juga dapat menginfeksi tanaman legum yang lain (Old *et al.*, 2000). Hal ini menimbulkan kekhawatiran akan berpindahannya serangan

\* Penulis untuk korespondensi. e-mail: triyogo99@yahoo.com

karat puru dari sengon ke jenis lain maupun antar tanaman sengon, baik melalui angin atau kemungkinan oleh vektor lain. Menurut Rahayu *et al.* (2011), pertanaman murni (tegakan) cenderung mempunyai resiko yang lebih tinggi terhadap OPT (Organisme Perusak Tanaman) dibanding pertanaman campuran di hutan rakyat.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kemungkinan penyebaran spora patogen penyakit karat puru melalui serangga. Informasi ini sangat penting dalam upaya manajemen penyakit karat puru secara menyeluruh dan terpadu.

**BAHAN DAN METODE**

Penelitian dilakukan di Kecamatan Sapuran dan Kalikajar, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah. Data dikumpulkan dari tegakan sengon berumur 1, 2, 3, 4, dan 6 tahun selama musim kemarau antara bulan Juli-Oktober 2009.

*Intensitas dan Luas Serangan*

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan Rancangan Acak Kelompok Lengkap, masing-masing umur dibagi menjadi tiga blok. Blok ditempatkan berdasarkan kondisi lapangan yang ditemui. Terdapat tiga ulangan dalam masing-masing blok untuk mengurangi terjadinya bias dalam blok. Plot contoh diletakkan dalam tiap ulangan untuk mengurangi galat dalam masing-masing ulangan (Gambar 1). Parameter pertumbuhan serta jumlah tanaman yang diamati disajikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Contoh pembagian blok, peletakan ulangan, dan plot contoh pada tegakan sengon usia 1 tahun

Penentuan skor tingkat serangan karat puru dilakukan dengan mengamati gejala serangan (Tabel 2) dan letak puru atau bagian tanaman yang terserang (Gambar 2 dan 3). Intensitas serangan (IS) dan luas serangan (LS) pada tingkat umur yang berbeda dihitung dengan menggunakan modifikasi rumus Chester (1959) sebagai berikut :

$$IS : \frac{[(x0*z0)+(x1*z1)+(x2*z2)+(x3*z3)+(x4*z4) +(x5*z5)]}{x*z5} \times 100\%$$

$$LS : \frac{\text{Jumlah tanaman yang terserang/Petak ukur}}{\text{Jumlah seluruh tanaman/Petak ukur}} \times 100\%$$

Keterangan:

- LS : Luas serangan
- IS : Intensitas serangan

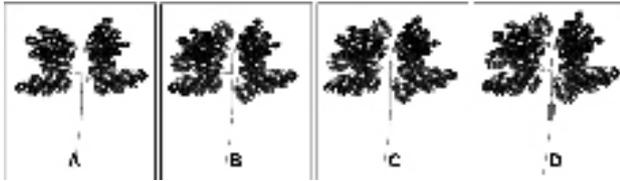
Tabel 1. Parameter tegakan dan jumlah unit pengamatan (pohon)

| No. | Umur (tahun) | Luas (m <sup>2</sup> ) | Jarak tanam (m) | Jumlah unit contoh (batang) | Rata-rata DBH (cm ± s.d) | Rata-rata tinggi (m ± s.d) |
|-----|--------------|------------------------|-----------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1   | 1            | 1.050                  | 1 x 1           | 135                         | 3.24 ± 0.71              | 2.82 ± 0.9                 |
| 2   | 2            | 3.000                  | 1.5 x 2         | 111                         | 5.33 ± 3.04              | 3.12 ± 2.2                 |
| 3   | 3            | 1.950                  | 2 x 2.5         | 42                          | 9.84 ± 1.27              | 4.37 ± 2.1                 |
| 4   | 4            | 1.800                  | 3 x 3           | 21                          | 10.17 ± 2.03             | 5.72 ± 3.5                 |
| 5   | 6            | 1.350                  | 1.5 x 2         | 189                         | 13.34 ± 2.53             | 7.37 ± 2.2                 |

Keterangan: Intensitas sampling 30%; DBH = *the diameter at breast height*

Tabel 2. Skor tingkat serangan karat puru pada sengon umur 1, 2, 3, 4 dan 6 tahun

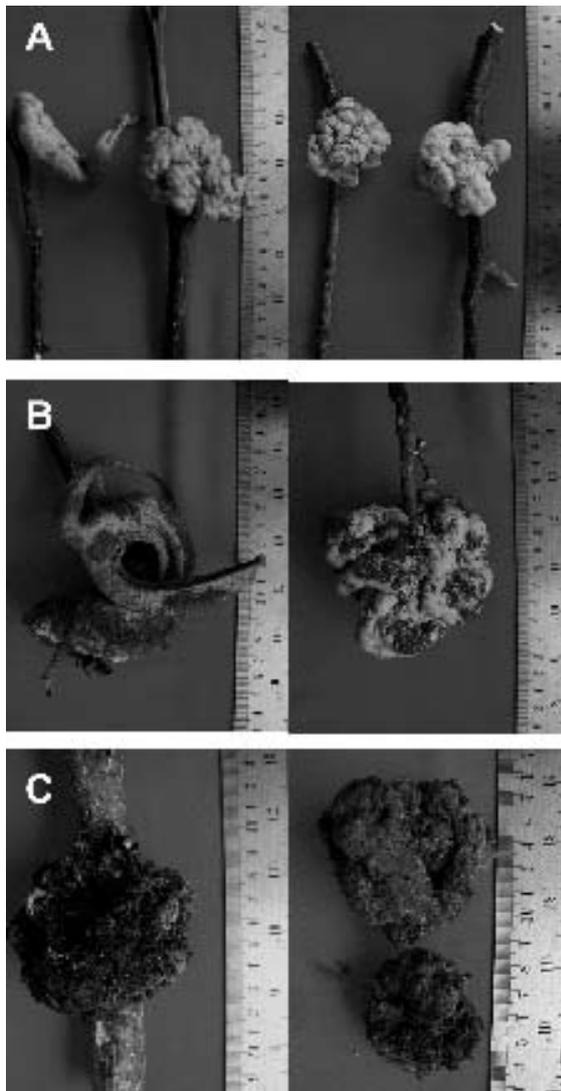
| Gejala serangan   | Skor |
|---|------|
| Sehat (tidak ada gejala dan tanda serangan)   | 0    |
| Terserang ringan (pohon terserang puru; puru muda/belum aktif sampai dengan 25%; dijumpai pada daun, ranting, dan atau cabang tajuk)                              | 1    |
| Terserang sedang (pohon terserang puru; puru muda/belum aktif 25%-50%; dijumpai puru aktif sampai dengan 25%; dijumpai pada daun, ranting, dan atau cabang tajuk) | 2    |
| Terserang berat (pohon terserang puru; puru muda/belum aktif >50%; puru aktif >25%; terdapat puru tua/busuk; dijumpai pada daun, ranting, dan atau cabang tajuk)  | 3    |
| Mati  | 4    |



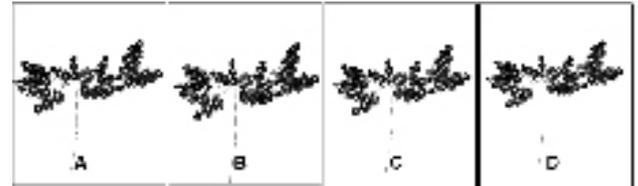
Gambar 2. Ilustrasi penentuan skor kerusakan berdasarkan pada letak puru pada tanaman sengon pada umur 1, 2, dan 3 tahun. (A) skor 0, (B) 1, (C) 2, dan (D) 3

- x0-x5 : Jumlah tanaman yang mempunyai skor 0-5
- x : Jumlah seluruh tanaman dalam satu plot
- z0-z5 : Skor kerusakan dari 0-5

Puru hasil koleksi dikelompokkan menjadi tiga: puru belum aktif, puru aktif, dan puru tua atau mati (Gambar 4). Puru disimpan dalam gelas piala berdiameter 17 cm dan tinggi 42 cm untuk mengetahui jenis serangga yang keluar dari puru tersebut, dan kemudian dilakukan identifikasi. Identifikasi serangga berdasarkan ordo dilakukan di



Gambar 4. Pengelompokan puru. (A) puru muda, (B) aktif, (C) puru tua



Gambar 3. Ilustrasi penentuan skor kerusakan berdasarkan pada letak puru pada tanaman sengon pada umur 4 dan 6 tahun. (A) skor 0, (B) 1, (C) 2, dan (D) 3

Laboratorium Perlindungan dan Kesehatan Hutan, Bagian Silviculture, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

*Serangga sebagai Vektor*

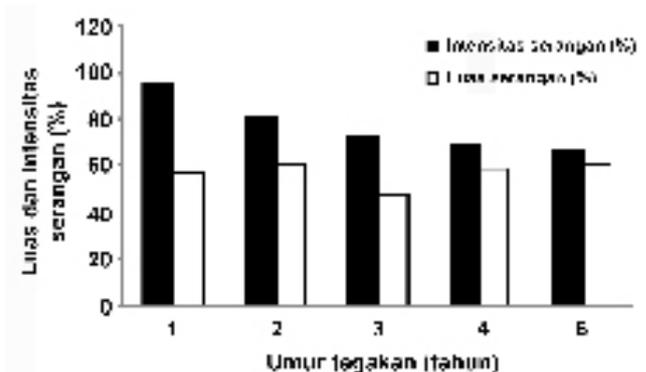
Pendekatan yang digunakan adalah 1) mengamati apakah terdapat spora yang menempel pada tubuh serangga dewasa hasil pemeliharaan menggunakan mikroskop setelah direndam dalam larutan Tween 80% (v/v), 2) melepaskan serangga dewasa hasil pemeliharaan pada semai sengon sehat dan mengamati munculnya gejala, dan 3) inokulasi buatan menggunakan tubuh serangga yang dihancurkan lalu dibuat suspensi dengan akuades steril.

Data yang diperoleh diuji secara statistik dengan analisis sidik ragam (*Analysis of Variance*) pada taraf uji 5% dan hasil analisis yang berbeda nyata diuji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata 5% (Gomez dan Gomez, 1984).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

*Intensitas Serangan (IS) dan Luas Serangan (LS)*

Intensitas serangan dan LS bervariasi menurut umur tanaman sengon (Gambar 5). Intensitas serangan, LS, dan tingkat keparahan akibat patogen dipengaruhi oleh umur tanaman (Korves dan Bergelson, 2003; Agrios, 2005; Mamza *et al.*, 2008). Intensitas serangan lebih dari 50% dijumpai pada semua tingkat umur, namun demikian, semakin tua umur tanaman intensitas serangan patogen juga semakin menurun. Intensitas serangan pada sengon umur



Gambar 5. Intensitas dan luas serangan puru pada sengon umur 1,2,3,4, dan 6 tahun

1 tahun (95.5%) menurun seiring dengan bertambahnya umur sengon, hingga IS pada tanaman sengon umur 6 tahun hanya 66.87%. Menurut Siddiqui *et al.* (2009), kemampuan patogen untuk menginfeksi tanaman dewasa lebih rendah dibandingkan pada tanaman muda. Patton (1961) melaporkan adanya peningkatan ketahanan tanaman *Pinus strobus* terhadap penyakit karat yang disebabkan oleh *Cronartium ribicola* seiring dengan pertambahan umur tanaman. Hagen *et al.* (2006) menambahkan bahwa seiring peningkatan umur tanaman, terjadi penurunan kualitas nutrisi dan peningkatan kekerasan karena terjadi peningkatan kandungan tannin dan lignin. Peningkatan konsentrasi tannin dan lignin dapat menyulitkan *Uromycladium tepperianum* menginfeksi jaringan kayu, dan hampir seluruh bagian tanaman akan menjadi tidak *favourable* untuk infeksi karat puru yang baru.

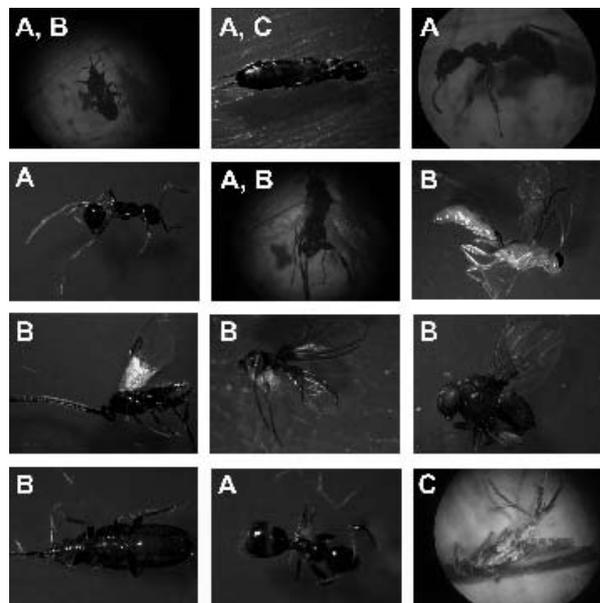
Infeksi pada tanaman tua umumnya mengakibatkan perubahan bentuk pada bagian tanaman serta dapat mengurangi vigoritas, sementara pada semai dan tanaman muda dapat mengakibatkan kematian (Edmonds *et al.*, 2000; Rahayu *et al.*, 2010). Diduga kondisi fisik tanaman turut menjadi faktor penentu besarnya IS dan LS karat puru pada sengon. Luas serangan pada sengon umur 1 tahun adalah 59.96%, sedangkan LS pada tanaman sengon umur 6 tahun adalah 60.92%. Nilai LS tersebut menunjukkan bahwa LS tidak dipengaruhi oleh umur tanaman dan nilai IS. Sebagian besar fungi patogen, propagul penyebarannya adalah spora, sehingga luas penyebarannya bergantung pada faktor angin, serangga, burung, atau manusia (Agrios, 2005). Puru pada sengon umur 1 tahun, lebih banyak ditemukan menyerang pada batang pokok, sementara pada umur 6 tahun puru lebih banyak ditemukan menyerang pada bagian ranting dan cabang dan tidak pada batang pokok. Menurut Rahayu *et al.* (2011), serangan pada batang pokok cenderung tidak dapat ditanggulangi dan dapat mengakibatkan kematian tanaman.

*Peran Serangga sebagai Vektor.*

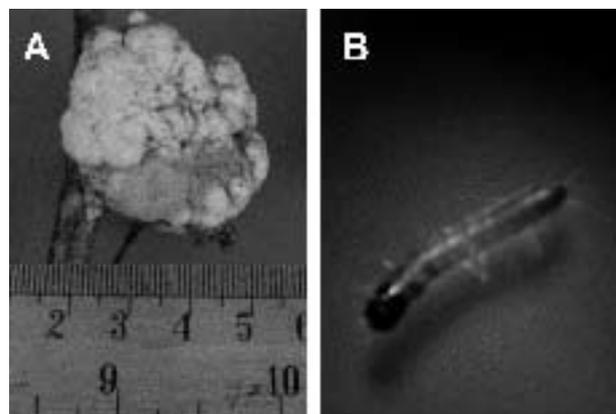
Koleksi yang dilakukan terhadap puru muda, aktif dan tua telah berhasil mendapatkan beberapa jenis serangga (Gambar 6). Hasil identifikasi menunjukkan bahwa serangga yang diperoleh termasuk dalam ordo Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera, Diptera, dan Lepidoptera. Puru pada tanaman sengon disebabkan oleh cendawan *U. tepperianum* (Old dan Cristovao, 2003; Charomaini dan Ismail, 2008) yang menyebarkan sporanya melalui bantuan vektor (Rahayu *et al.*, 2010). Serangga yang berasosiasi dengan puru, diindikasikan dengan keberadaan serangga tersebut sejak awal menetas sampai menyelesaikan siklus hidupnya pada puru. Hasil pengamatan pada puru muda berdiameter 3.5 cm (Gambar 7a) hanya mendapatkan larva Lepidoptera instar pertama atau baru saja menetas dari telur (Gambar 7b). Larva Lepidoptera yang ditemukan pada puru tua kemudian dipelihara hingga menjadi imago untuk keperluan identifikasi. Sementara tidak ditemukan fase larva dari ordo Coleoptera, Hymenoptera, dan Hemiptera, hanya imago ditemukan pada puru aktif dan puru tua, diduga serangga-serangga ini menyelesaikan siklus hidupnya tidak pada puru.

Imago dewasa Lepidoptera yang didapat termasuk dalam sub ordo: Monotrysia, dan famili Heliozelidae (Borror *et al.*, 2002). Berdasarkan hasil pemeliharaan diketahui Lepidoptera ini menyelesaikan metamorfosisnya dalam puru. Metamorfosisnya meliputi 4 instar fase larvanya yang diselesaikan dalam waktu kurang lebih 4 bulan, fase pupa 9 hari, dan fase imago selama kurang lebih 2 minggu (Gambar 8). Fase imago inilah yang membantu penyebaran spora penyebab penyakit karat puru pada sengon. Imago akan meletakkan telurnya pada puru yang masih muda untuk kemudian menetas dan kembali menjadi larva instar pertama, begitu seterusnya. Penulis tidak dapat menemukan telur pada penelitian ini. Penelitian lain, menyebutkan bahwa Famili Heliozelidae membutuhkan waktu hingga 8 bulan mulai dari imago bertelur hingga menetas menjadi larva instar pertama (Maier dan Christ, 1988).

Pengamatan menggunakan mikroskop dilakukan untuk melihat spora yang berada pada imago dewasa. Hasil

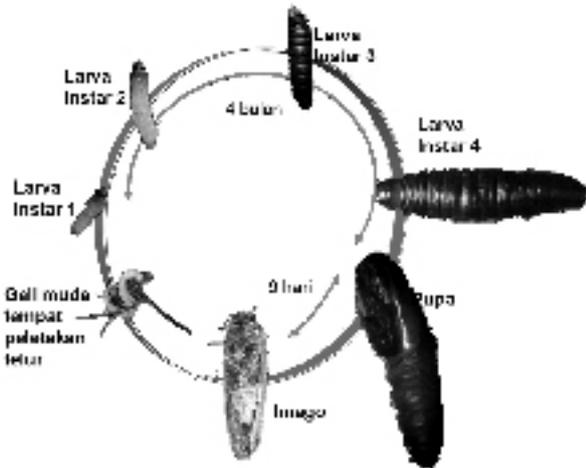


Gambar 6. Serangga hasil koleksi dan perbanyakan (A) ditemukan pada puru muda, (B) puru aktif, dan (C) puru tua)



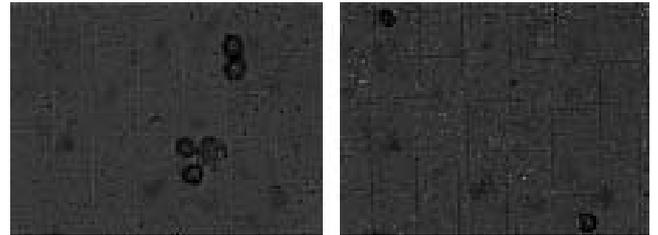
Gambar 7. (A) Puru muda, dan (B) larva muda yang ditemukan di dalam puru muda

pengamatan menunjukkan terdapat spora yang melekat pada integumen imago dewasa (Gambar 9). Perhitungan jumlah spora yang melekat pada satu individu serangga dewasa mencapai  $2.8 \times 10^4$  spora  $\mu\text{L}^{-1}$  ekor<sup>-1</sup>. Dari hasil pengamatan tersebut telah dibuktikan bahwa terdapat spora *U. tepperianum* yang dapat menempel pada tubuh serangga

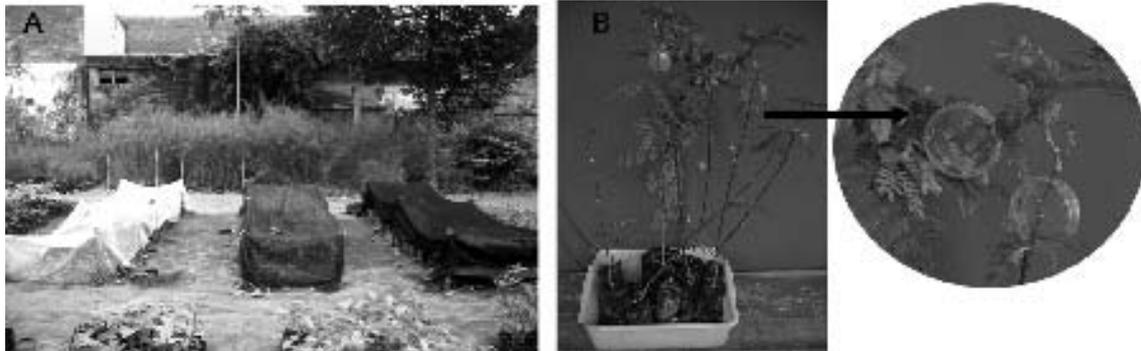


Gambar 8. Tahapan perkembangan serangga Lepidoptera (Famili Heliozelidae)

dewasa. Pendekatan kedua diamati dengan cara melepas serangga hasil peliharaan pada semai sengon sehat (Gambar 10a). Inokulasi juga dilakukan dengan menggunakan serangga hasil peliharaan yang digerus bersama dengan akuades steril dan dioleskan pada bagian semai sengon sehat (Gambar 10b). Selama 5 minggu waktu pengamatan belum menunjukkan adanya gejala terinfeksi penyakit puru. Diduga terdapat dua faktor yang mempengaruhi belum munculnya gejala infeksi, yaitu 1) Faktor lingkungan yang kurang mendukung sehingga spora yang dibawa serangga tidak berkecambah, 2) Vigoritas spora yang sangat lemah, sehingga setelah serangga dilepas kemampuan infeksi menjadi sangat lemah.



Gambar 9. Teliospora *U. tepperianum* yang ditemukan pada serangga Lepidoptera (Famili Heliozelidae) dewasa



Gambar 10. (A) Semai sengon yang ditutup menggunakan kain strimin setelah dilepas serangga (Lepidoptera: Heliozelidae) di dalamnya dan (B) Semai yang telah diinokulasi dengan gerusan serangga (Lepidoptera: Heliozelidae) dewasa

### KESIMPULAN

1. Serangga yang berasosiasi dengan puru berasal dari 5 ordo yaitu Hemiptera, Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, dan Lepidoptera.
2. Terdapat spora *U. tepperianum* rata-rata sebanyak  $2.8 \times 10^4$  spora  $\mu\text{L}^{-1}$  pada setiap serangga Lepidoptera (Famili Heliozelidae) dewasa yang berasosiasi dengan puru.
3. Serangga dari famili Heliozelidae (Lepidoptera) yang berasosiasi dengan puru memiliki 4 instar dengan stadia larva  $\pm$  4 bulan, pupa  $\pm$  9 hari, dan imago  $\pm$  2 minggu.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UGM melalui Penelitian Hibah Dosen Muda Nomor Kontrak: Nomor: LPPM-UGM/1951/2009 yang telah membiayai penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology. Fifth edition. Elsevier Academic Press, London UK.

- Andayani, W. 2003. Strategi peningkatan efisiensi usaha perhutanan rakyat. J. Hutan Rakyat 5:17-29.
- Bhat, K.M., R.B. Valdez, D.A. Estoquia. 1998. Wood production and use. p. 15-17. In J.M. Rossetko (Ed.). Albizia and Paraserianthes Production and Use: A Field Manual. Winrock International, Arkansas, AS.
- Borror, D.J., N.F. Johnson, C.A. Triplehorn. 2002. An Introduction to the Study of Insect, 6<sup>th</sup> Edition. Saunders College Publishing: Philadelphia.
- Charomaini, Z.M., B. Ismail. 2008. Indikasi awal ketahanan sengon (*Falcataria moluccana*) provenan Papua terhadap jamur *Uromygladium tepperianum* penyebab penyakit karat tumor (*gall rust*). J. Pemuliaan Tanaman Hutan 2:1-9.
- Chintu, R., A.R. Zaharah, A.K. Wan Rasidah. 2004. Decomposition and nitrogen release patterns of *Paraserianthes falcataria* tree residues under controlled incubation. Agroforest. Syst. 63:45-52.
- Edmonds, R.L., J.K. Agee, I.G. Robert. 2000. Forest Health and Protection. Mc Graw Hill, New York.
- Endang, A.H., H.N. Farikhah. 2010. Infestation of *Xystrocera festiva* in *Paraserianthes falcataria* plantation in East Java, Indonesia. J. Trop. For. Sci. 22:397-402.
- Gomez, K.A., A.A. Gomez. 1984. Statistical Procedures for Agriculture Research. John Wiley and Sons, Canada.
- Hagen, E.M., J.R. Webster, E.F. Benfield. 2006. Are leaf breakdown rates a useful measure of stream integrity along an agricultural land use gradient. J. N. Am. Benthol. Soc. 25:330-343.
- Iskandar, J., F.R. Ellen. 2000. The contribution of *Paraserianthes falcataria* (Albizia) to sustainable swidden management practices among the Baduy of West Java. Hum. Ecol. 28:1-17.
- Korves, M.T., J. Bergelson. 2003. A developmental response to pathogen infection in Arabidopsis. Plant Physiol. 133:339-347.
- Mamza, W.S., A.B. Zarafi, O. Alabi. 2008. Incidence and severity of leaf blight caused by *Fusarium pallidoroseum* on varied age of Castor (*Ricinus communis*) inoculated using different methods. Afr. J. Gen. Agric. 4:119-122.
- Maier, T., Christ. 1988. Life cycle of *Coptodisca negligens* (Lepidoptera: Heliozelidae) on Cranberry. J. Econ. Entomol. 81:497-500.
- Old, K.M., L.S. See, J.K. Sharma, Z.Q. Yuan. 2000. Manual Diseases of Tropical Acacias in Australia, South-East Asia and India. Center for International Forestry Research, Jakarta, Indonesia.
- Old, K.M., C.S. Cristovao. 2003. A rust epidemic of the coffee shade tree (*Paraserianthes falcataria*) in East Timor. ACIAR Proc. 13:139-145.
- Patton, R. F. 1961. The effect of age upon susceptibility of eastern white pine to infection by *Cronartium ribicola*. Phytopatho. 51:429-434.
- Rahayu, S., L.S. See, N.A. Shukor. 2010. *Uromygladium tepperianum*, the gall rust fungus from *Falcataria moluccana* in Malaysia and Indonesia. Mycoscience 51:149-153.
- Rahayu, S., L.S. See, N.A. Shukor. 2011. Gall Rust Disease of *Falcataria moluccana*. Lambert Academic Publishing, Germany.
- Siddiqui, I., R. Bajwa, A. Javaid. 2009. Some factors affecting the pathogenicity of *Alternaria alternata* against the weed *Rumex dentatus*. The Philippine Agric. Scientist 92:282-289.
- Soerianegara, I., R.H.M.J. Lemmens. 1994. Plant Resources of South – East Asia No. 5 (1). Timber Trees: Major Commercial Timber. Prosea Publisher, Bogor Indonesia.
- Sukarutiningsih, Y. Saito, Y. Ide. 2002. In vitro plantlet regeneration of *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen. Bull. Tokyo Univ. For. 107:21-28.
- Suharti, M., I. Sitepu, I. Anggraeni. 2000. Perilaku, intensitas dan akibat serangan hama penggerek batang *Indarbela acutistriata* Mell. pada tegakan sengon di KPH Kediri. Bul. Penelitian Hutan 623:37-50.