

SPEIES HAMA INVASIF *Leptocybe Invasa* FISHER & LA SALLE DAN *Ophelimus maskelli* (ASMEAD) DAN UPAYA PENGENDALIANNYA PADA TEGAKAN AMPUPU DI PULAU TIMOR

INVASIVE SPECIES LEPTOCYBE INVASA FISHER & LA SALLE AND OPHEMELIMUS MASKELLI (ASMEAD) AND THEIR CONTROL EFFORTS ON AMPUPU STANDS IN TIMOR ISLAND

Johanes U.R Iburuni¹, Ni Luh Putu Ravi Cakswindryandani², Ryan Pieter Imanuel Nalle³

^{1,2,3} PS Agroteknologi , Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana

E-mail: yohanes.iburuni@staf.undana.ac.id

ABSTRACT

Ampupu (*Eucalyptus urophylla* S.T Blake) is the main component of the semi-arid savanna forest found extensively on Timor Island, East Nusa Tenggara (NTT). The purpose of this article is to explore the potential of invasive pests, namely *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle and *Ophelimus maskelli* (Asmead), and the available control efforts based on scientific journal literature. Currently, *Leptocybe invasa* and *Ophelimus maskelli* are significant pests affecting eucalyptus plants in Indonesia. Control efforts can be undertaken by harnessing the potential of natural enemies, such as parasitoids, and implementing quarantine measures in the distribution areas of *Eucalyptus* spp. *Leptocybe invasa* and *O. maskelli* are invasive pests in Indonesia, currently found in stands of ampupu (*Eucalyptus urophylla* S.T Blake) and *E. alba*. Biological control efforts and protection of ampupu and *E. alba* in their natural distribution areas, especially on the endemic islands of ampupu in NTT, are necessary. The decline of ampupu and *E. alba* populations in NTT could pose a threat to the reduction of genetic quality in natural clone populations, and genetic diversity may become increasingly narrow or limited in the future.

Keywords : Ampupu, *Leptocybe invasa*, *Ophelimus maskelli* , eucalyptus

ABSTRAK

Ampupu (*Eucalyptus urophylla* S.T Blake) merupakan penyusun utama hutan savanna semiarid yang banyak ditemukan di Pulau Timor NTT. Penulisan artikel ini bertujuan untuk mengetahui potensi hama invasive spesies *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle dan *Ophelimus maskelli* (Asmead) dan upaya pengendalian yang tersedia berdasarkan literatur jurnal ilmiah. Saat ini *Leptocybe invasa* dan *Ophelimus maskelli* merupakan hama penting pada tanaman eucalyptus di Indonesia. Upaya pengendalian dapat dilakukan dengan memanfaatkan potensi musuh alami parasitoid dan tindakan karantina pada wilayah sebaran Eucalyptus spp. *Leptocybe invasa* dan *O. maskelli* merupakan hama invasive di Indonesia yang saat ini di temukan pada tegakan ampupu (*Eucalyptus urophylla* S.T Blake) dan *E. alba*. Upaya pengendalian hayati dan perlindungan ampupu dan *E. alba* di daerah sebaran alaminya terutama pulau-pulau endemic ampupu di NTT perlu dilakukan. Kemunduran populasi tegakan ampupu dan *E. alba* di NTT dapat mengancam penurunan kualitas genetic klon alami dan diversitas genetic dapat semakin sempit atau terbatas di masa mendatang.

Kata kunci : Ampupu, puru , *Leptocybe invasa*, *Ophelimus maskelli*, Eukalyptus

PENDAHULUAN

Spesies asli eukalyptus yang ada di Indonesia di antaranya adalah *Eucalyptus deglupta* dari Sulawesi, *E. urophylla* dan *E. alba* dari Nusa Tenggara Timur, serta *E. pellita* dari Papua (Pujiono et al., 2023; Pramono dan Pudjiharta 1996). *Eucalyptus spp* telah banyak digunakan dalam pengembangan hutan tanaman Industri di Indonesia, bahan baku industry, pulp, kayu pertukangan, kayu perkapalan dan penghasil minyak atsiri (Pujiono et al., 2023). Berdasarkan data BPS tahun 2020, Eukalyptus di Indonesia merupakan sumber kayu terbesar kedua (28,72%). Sekitar 95-97% bahan baku pulp dan kertas dunia berasal dari eucalyptus (FAO, 2000). Di Indonesia pengembangan hutan tanaman industry banyak berkembang di pulau Sumatera dan Kalimantan (Anisa et al., 2023).

Tanaman eucalyptus di Provinsi NTT dikenal dua spesies eucalyptus yakni *eucalyptus urophylla* S.T Blake dan *Eucalyptus alba*. Kedua spesies eucalyptus tersebar di 7 pulau ; Timor, Flores, Wetar, Adonara, Lomblem, Pantar dan Alor. Di pulau Timor *E. urophylla* S.T Blake sering disebut ampupu. Tegakan Ampupu merupakan penyusun utama hutan savanna semiarid di yang banyak di temukan di NTT dan kepulauan Maluku Tenggara Barat. Eukalyptus tumbuh secara alami pada ketinggian 500-600 mdpl di Pulau Flores, Wetar, dan pulau-pulau kecil lainnya, sedangkan di Pulau Timor tumbuh secara alami pada ketinggian 3000 mdpl. Penyebaran tegakan ampupu ada yang murni dan biasanya bercampur dengan *Eucalyptus alba* pada ketinggian 1500 mdpl (Puspasari et al., 2020a). *Eucalyptus urophylla* S.T Blake merupakan spesies tropis yang tumbuh secara alami di NTT merupakan salah satu spesies tanaman hutan komersial terpenting di dunia, khususnya sebagai tetua hibrida dari *Eucalyptus grandis* dan spesies eucalyptus lainnya (Dvorak et al., 2008). Eksplorasi eucalyptus atau ampupu oleh Lembaga riset, perusahaan hutan tanaman industry sudah berlangsung lama untuk pengamatan penyebaran dan basis genetic diikuti pengambilan materi genetik. Berdasarkan catatan, eksplorasi ampupu di Pulau Timor telah dilakukan Lembaga riset dari Brazil sebanyak 3 kali yaitu 1919, 1970-an, dan 1980 untuk pengembangan hutan tanaman industri pulp di Brasil. Eksplorasi dilakukan dengan mengumpulkan biji ampupu yang tersebar pada wilayah sebaran populasi ampupu di NTT dan kepulauan Maluku. Diikuti Australia 1968-1971 oleh Lembaga riset CSIRO, Perancis tahun 1970 melalui Lembaga riset CTFT atau CIRAD-Forest) dan Amerika Serikat tahun 1994-2003 oleh CAMCORE (Nort Carolina

University USA). Hasil riset CAMCORE menemukan bahwa materi genetic ampupu terbaik di NTT berasal dari Adonara di Ile Boleng Pulau Flores (Dvorak WS *et al*, 2008) .

Seiring dengan potensi pengembangan eucalyptus yang semakin mendapat perhatian karena peningkatan permintaan produk serat dan bahan baku kertas di dunia. Hal ini telah mendorong perluasan areal Hutan Tanaman Industri (HTI) dan pengembangan jenis-jenis hybrid eucalyptus. Keunggulan utama tanaman Ampupu atau *E. urophylla* S.T Blake selain *fast growing*, kemampuan adaptasi pada berbagai kondisi lingkungan, juga disebabkan kerugian ekonomi yang ditimbulkan oleh hama dan penyakit tanaman belum banyak dilaporkan. Namun beberapa tahun terakhir permasalahan hama pada tanaman eucalyptus mulai mendapat perhatian disebabkan dampak kerusakan yang ditimbulkan oleh hama telah menyebabkan penurunan kualitas nilai jual kayu dan fisiologi tanaman. Dampak ikutannya juga mempengaruhi fungsi ekologis dan jasa lingkungan dari tanaman eucalyptus. (Gudrun Dittrich-Schröder, *et al.*, 2020)

Beberapa hama serangga penting pada tanaman eukaliptus yang telah dilaporkan di Indonesia meliputi: Helopeltis spp. (Hemiptera: Miridae), bor tunas Alcides sp. (Coleoptera: Curculionidae), beberapa spesies rayap (Isoptera: Termitidae), bor batang Zeuzera coffeae (Lepidoptera: Cossidae), dan Agrilus sp. (Coleoptera: Brupestidae) (Nair KS, 2007). Serangga yang menyebabkan puru pada eukaliptus antara lain *Eucalyptodiplois germinis*, *E. mcintyreii*, *Epichrysocharis burwelli* Schauff, *Fergusonina* sp., *Glycaspis* sp., *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle, *Ophelimus eucalypti*, *Ophelimus maskelli*, dan *Quadrastichodella* sp. (Puspasari et al., 2021, Anisa *et al.*, 2023).

Puru menjadi salah satu masalah utama pada tanaman eukaliptus di Hutan Tanaman Industri (HTI) Sumatera disebabkan oleh *Ophelimus eucalypti* yang dilaporkan keberadaannya di Indonesia (Syawaluddin et al, 2019). *Leptocybe invasa* Fisher and La Salle merupakan spesies baru di Indonesia yang teridentifikasi dari specimen puru daun pada tegakan ampupu di Cagar Alam Gunung Mutis, NTT (Puspasari et al., 2019). Kehadiran spesies invasive ini dapat mengancam tanaman ampupu (*E. urophylla* dan *E. alba*) yang banyak ditemukan di kawasan timur Indonesia(Puspasari et al., 2019). Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Indonesia Nomor 25 tahun 2020 tentang OPT Karantina status *Ophelimus eucalypti* dan *Leptocybe invasa* termasuk golongan OPT karantina A1 yang kehadirannya perlu diwaspadai di Indonesia Serangan berat yang diakibatkan *O. maskelli* dapat menyebabkan gugurnya hingga dua per tiga dari total daun yang ada (Roques & Lees 2010). Hama puru ini diketahui memiliki tingkat serangan sebesar 30–100% dan dilaporkan telah menyebabkan outbreak/ledakan populasi di Gujarat, India. Persebaran dari hama ini di lebih dari 30 negara

di dunia dalam waktu kurang dari satu decade dan berpotensi untuk menyebar luas dan menetap di wilayah Indonesia.

Penulisan artikel ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai hama invasif *Leptocybe invasa* Fisher and La Salle dan *Ophelimus maskelli* Asmead dan upaya pengendalian pada tanaman ampupu (*Eukalyptus urophylla*).

HAMA INVASIF PEMBENTUK PURU *LEPTOCYBE INVASA* DAN *OPHELMIMUS MASKELLII* PADA TANAMAN EUKALYPTUS

Leptocybe Invasa Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae)

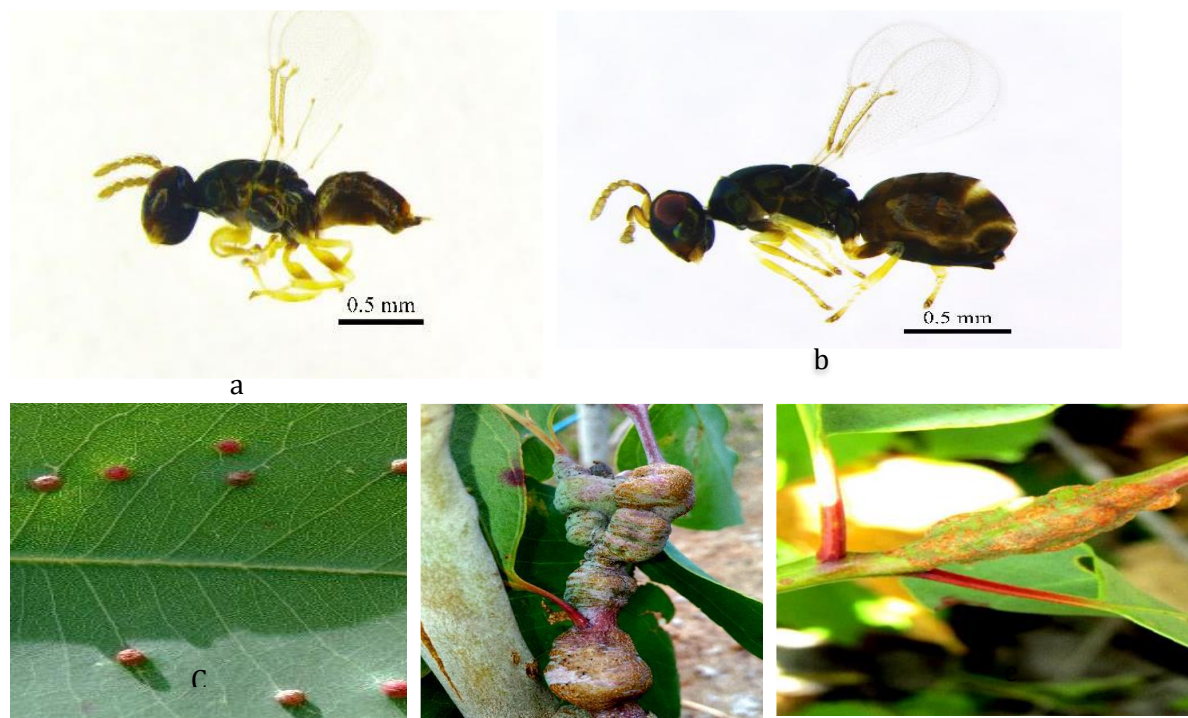
Leptocybe invasa merupakan spesies asli dari Australia, meskipun hanya terdeteksi di Australia, khususnya di Queensland dan New South Wales. Selama dua dekade terakhir, *L. invasa* telah menyebar ke seluruh dunia, menginvasi semua benua di mana Eucalyptus telah diimpor (Asia, Afrika, Eropa, Amerika Selatan, dan Amerika Utara). Potensi invasif dari *L. invasa* sangat tinggi (CABI, 2020).

Berdasarkan deskripsi karakter morfologi serangga yang dilakukan (Puspasari et al., 2020b). Panjang serangga betina berkisar antara 1,1-1,44 mm dengan ukuran tubuh dan kepala lebih besar dari jantan. Panjang tubuh jantan berkisar antara 0,78-1,23 mm; mesosoma berwarna coklat dengan kilau logam (biru atau hijau tua); metasoma kecoklatan dengan sedikit metalik pada bagian punggung. Prothorax pendek; mesothorax berkembang dengan baik; scutellum dibagi menjadi tiga zona yang dipisahkan oleh garis sublateral. Sayap hialin dengan urat kuning. Sayap hialin sepenuhnya tertutup oleh setae dan sedikit venasi sayap. Vena post marginal lebih pendek dari vena stigmal. Vena submarginal umumnya dengan 3-4 seta punggung. Skutellum dengan garis submedian dan sublateral.

Antena jantan ditutupi rambut lebih panjang dibandingkan dengan betina (Gambar 1). Antena jantan dengan scape kuning menjadi lebih gelap di apeks dan plak ventral. Pedicellus berwarna kuning, dengan bagian basal punggung yang lebih gelap, dan funicle kuning klub. Scape lebih panjang dari pedicellum dengan bagian tengah melebar. Flagel dengan enam segmen yang dipisahkan oleh empat anelli, segmen basal membentuk funiculum dan tiga segmen apikal membentuk massa antena. Jantan lebih sedikit dan biasanya tidak diamati karena serangga ini bersifat teliotoki. Betina berwarna cokelat tua dengan semburat metalik kehijauan / kebiruan. Sayap hialin atau mengkilap dan seragam. Antena dengan formula 11433 (anelli empat-segmen). Mesoscutum tanpa garis median. Scutellum dengan carina submedian menonjol. Dorsellum menonjol, selama propodeum. Sayap depan dengan dua seta pada vena

submarginal; vena postmarginal sangat pendek, hanya sekitar seperempat panjang vena stigmal. (Mendel *et al*, (2004), Schroder *et al*, (2012), Puspasari *et al*, (2021).

Lama hidup betina berkisar 2-3 hari tanpa pakan tambahan di laboratorium (Chen *et al*, 2011) dan hasil penelitian Zheng *et al*, (2018) menunjukkan *L. invasa* tergolong serangga proovigenik, dimana serangga betina dapat meletakkan telur setelah pemunculan selama hidupnya, dengan demikian serangga pembentuk puru ini merupakan serangga yang memiliki kemampuan berkembang biak dengan cepat karena keturunan yang dihasilkan selalu bias betina. Hasil penelitian Anisa *et al*, (2023) dari sekitar 800 spesimen *O. eucalypti* yang diperiksa, tidak ditemukan spesimen jantan dari spesies ini *L. invasa* .



Gambar 1. *Leptocybe invasa*. a (jantan), b. (betina)
Gejala kerusakan c. puru pada daun , d . puru pada tangkai daun e. puru pada ranting
Sumber (Puspasari et al., (2019)

Bentuk puru yang disebabkan *Leptocybe invasa* pada ampupu (*Eucalyptus urophylla*) dan *E. alba* berbeda seperti puru pada anak tulang daun, puru pada ketiak daun, ranting maupun puru pada batan. Persentase kejadian serangan *L. invasa* pada tulang daun lebih tinggi dibandingkan pada kejadian puru pada ranting/batang. Hal ini disebabkan karena *L. invasa* lebih menyukai bagian yang lunak untuk oviposisi. Puru yang terbentuk pada bagian tanaman disebabkan oleh serangga yang berbeda dan memiliki karakteristik yang berbeda. Hasil penelitian Jacob & Kumar (2009) yang menunjukkan bahwa bagian terminal pucuk, tangkai daun, dan pelepah yang lunak lebih disukai *L. invasa* untuk peletakan telur atau oviposisi. Namun perkembangan kejadian serangan puru akibat *L. invasa* pada ranting/batang jenis ampupu (*E. urpohylla*) ini cenderung lebih rendah dibandingkan pada jenis *E. alba* (Puspasari et al., 2021; Thu et al. 2009) yang menyatakan bahwa *E. urophylla* toleran terhadap *L. invasa* dengan tingkat kerusakan yang rendah. Pada *E. alba* kejadian serangan puru anak tulang daun dan puru ranting/batang juga cenderung mengalami penurunan.

***Ophelimus maskelli* Ashmead (Hymenoptera: Eulophidae)**

Serangga pembentuk puru *Ophelimus maskelli* merupakan spesies yang relatif berukuran kecil (0,83-1,07 mm). Karakter morfologi lain untuk identifikasi ditemukan adanya

midlobe dan scutellum mesoscutum dengan hanya dua pasang setae kecil, antena dengan empat anelli dan hanya segmen funicular tunggal dan panjang gabungan anelli kurang dari panjang klub pangkal sayap ke depan, menunjukkan venasi dan seta tunggal pada submarginal vein (Puspasari et al, 2020). Keberadaan *Ophelimus* di Indonesia belum pernah dilaporkan hingga tahun 2010. Berdasarkan survei yang dilakukan Ubaidillah (2007), dari berbagai sampel Subfamili Eulophinae yang dikumpulkan dari tahun 2002 sampai 2006 di pulau Jawa dan Bali tidak ditemukan spesimen *Ophelimus*. Lawson et al. (2012) dan Burks et al. (2015) melaporkan bahwa keberadaan spesies lain dari *Ophelimus*, sebagai serangga penyebab puru pada eukaliptus, yaitu *O. maskelli* (Ashmead). Namun dalam penelitian Puspasari et al, (2021) pada specimen puru dari ampupu (*E. urophylla*) di pulau Timor tidak ditemukan spesimen *O. maskelli*. Menurut Protasov et al. (2007), sering terjadi kesalahan identifikasi antara *O. maskelli* dan *O. eucalypti*. Protasov et al. (2007) mendeskripsikan ciri spesifik *O. maskelli*, yaitu satu ruas funikel pada antena dan satu seta pada vena submarginal sayap depan yang tidak dimiliki oleh *O. eucalypti*.



Gambar 3. *Ophelimus maskelli* (Lazaro et al., 2022)

Puru pada tanaman eucalyptus merupakan struktur yang ditemukan pada organ tanaman inang sebagai hasil adanya aktivitas makan kelompok serangga, khususnya serangga pembentuk puru daun. *O. maskelli* ditemukan menyebabkan kejadian puru lenticular atau lingkaran halo pada daun menyerupai lensa bikonveks. Purunya berbentuk bulat tertutup. Puru terbentuk secara tunggal maupun menyebar di daun muda maupun daun tua dengan bentuk mirip seperti jerawat, hampir bulat dan hanya terjadi pada helaian daun seperti tampak pada. Ukuran puru berkisar 0,1-0,35 mm. Jumlah bintil pada daun berkisar 1-150 bintil yang menyebar di permukaan bagian atas daun. (Potasov 2007; Puspasari et al, 2021).

Karakteristik puru pada tanaman eucalyptus berbeda dan unik, kompleksitas struktural puru terkait perilaku makan dan tempat oviposisi serangga penyebab puru. Berdasarkan Isaias (2013) puru pada tanaman eukaliptus dapat berbentuk globoid yaitu bentuk bulat mulai dari ellips hingga spheroids, ovoid yaitu bentuk bulat telur, conical yaitu berbentuk kerucut diinduksi pada permukaan adaksial daun, Fusiform yaitu membaour dan membengkak biasanya di sepanjang ranting atau batang, Amorphous yaitu tidak berbentuk, Fold yaitu

seluruh daun lamina melipat di sepanjang pelepah, dan lenticular yaitu umumnya membentuk lingkaran halo pada daun menyerupai lensa bikonveks. Hubungan antara tanaman inang dan herbivor sangat spesifik, dan puru dianggap sebagai fenotip yang diperluas dari organisme penginduksi (Abrahamson & Weis 1997).

UPAYA PENGENDALIAN HAMA INVASIF PADA TANAMAN EUKALYPTUS

Upaya pengendalian yang karib lingkungan dengan pengendalian hayati merupakan cara terbaik untuk mengelola suatu hama asli maupun spesies asing invasif di suatu area. penyebaran. Beberapa parasitoid yang berasal dari ordo Hymenoptera, genera *Aprostocetus*, *Quadrastichus* (Eulophidae) dan *Megastigmus* (Torymidae) telah dilaporkan berperan sebagai musuh alami dari serangga pembentuk puru. Tingkat parasitisasi *Megastigmus* dan *Aprostocetus* berturut-turut mencapai 28,33% dan 16,45% di rumah kaca (Kulkarni et al. 2010). Serangga penyebab puru daun eukaliptus mempunyai musuh alami berupa parasitoid dari ordo Hymenoptera seperti parasitoid dari *O. maskelli*, yaitu *Closterocerus chamaeleon* (Girault) (Eulophidae), *Stethynium ophelimi* Huber dan *S. Breviovipositor* Huber (Mymaridae) (Mendel et al. 2007 dalam Puspasari et al., 2020)). Spesies serangga yang diketahui sebagai parasitoid dari *L. Invasa*, yaitu *Quadrastichus mendeli* dan *Selitrichodes kryceri* (Eulophidae) (Kim et al. 2008). *Zelostemma chionocloae* Buhl (Hymenoptera: Platygasteridae) merupakan salah satu parasitoid yang dapat menekan populasi hama penyebab puru *Eucalyptodiplosis sp* pada tanaman eukaliptus (Buhl et al. 2008). Sedangkan parasitoid yang menyerang hama penyebab puru *Glycaspis sp.* adalah *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae) (Caleca et al. 2011).

Tabel . 1. Beberapa parasitoid dari Ordo Hymenoptera yang diketahui berperan dalam pengendalian hayati tegakan ampupu (*E. urophylla*) dan *E. alba*

Spesies Parasitoid	Family	Peran	Referensi
Megastigmus sp	Torymidae	Parasitoid	Puspasari et al., 2021; Kim I, et al. 2008; Kulkarni et al. 2010
<i>Quadrastichus mendeli</i>	Eulophidae	Parasitoid	Kim I, et al. 2008; Puspasari et al., 2021
<i>Closterocerus chamaeleon</i>	Eulophidae	Parasitoid	Puspasari et al., 2021; Kim I, et al. 2008
<i>Stethynium ophelimi</i> Huber	Mymaridae	Parasitoid	Puspasari et al., 2021; Kim I, et al. 2008
<i>Selitrichodes kryceri</i>	Eulophidae)	Parasitoid	Puspasari et al., 2021; Kim I, et al. 2008
<i>Zelostemma chionocloae</i> Buhl	Platygasteridae	Parasitoid	Puspasari et al., 2021; Buhl et al. 2008; Sinulingga, et al., 2021

Cirrospilus sp	Eulophidae	Parasitoid	Napitupulu 2023; Puspasari <i>et al.</i> , 2021
<i>Psyllaephagus bliteus</i> Riek	Encyrtidae	Parasitoid	Puspasari <i>et al.</i> , 2021; Caleca <i>et al.</i> 2011
Coelocyba sp	Pteromalidae	Parasitoid	Puspasari <i>et al.</i> , 2021

Quadrastichus mendeli merupakan ektoparasitoid soliter yang berkembang di luar tubuh inang *L. invasa* dan *O. maskelli*. Perilaku reproduksi *Q. mendeli* merupakan tipe teliotoky, yang menunjukkan bahwa *Q. mendeli* dapat berkembang lebih cepat daripada parasitoid tipe seksual, dengan masa hidup sekitar 30 hari pada suhu 28.1 °C (Kim *et al.*, 2008), tetapi lebih cepat pada suhu 25 °C (La Salle, J. 1994).

SIMPULAN

Leptocybe invasa dan *O. maskelli* merupakan hama invasive di Indonesia yang saat ini di temukan pada tegakan ampupu (*Eucalyptus urophylla* S.T Blake) dan *E. alba*. Upaya pengendalian hayati dan perlindungan ampupu dan *E. alba* di daerah sebaran alaminya terutama pulau-pulau endemic ampupu di NTT perlu dilakukan. Kemunduran populasi tegakan ampupu dan *E. alba* di NTT dapat mengancam penurunan kualitas genetic klon alami dan diversitas genetic dapat semakin sempit atau terbatas di masa mendatang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini merupakan sebagian dari artikel review pada topik Kajian Entomologi Mutakhir Program Pascasarjana IPB University, kepada Dr. Ir. Purnama Hidayat, M.Sc diucapkan terima kasih atas waktu dan kesempatan dalam penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anisa RP, Hidayat P, Buchori D, Pratyadhiraksana G, Abad, Tavares S, Tarigan. 2020. , Parasitoids associated to *Ophelimus eucalypti* (gahan). (Hymenoptera: Eulophidae) on *Eucalyptus* (Myrtaceae) plantations in North Sumatra, Indonesia International Conference on Modern and Sustainable Agriculture (ICOMSA) IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1133 (2023) 012040 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/1133/1/012040 [CABI] Commonwealth Agricultural Bureau International. 2023. Forestry Compendium, 2023 edn., Wallingford (UK): CAB International.
- CABI, 2019. *Eucalyptus urophylla* (Timor mountain gum). <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.22896>
- Dvorak WS, K. Surata . G.R. Hodge, K.G. Payn. 2008. The Conservation and Breeding of *Eucalyptus urophylla*: A Case Study to Better Protect Important Populations and Improve Productivity. Southern Hemisphere Forestry Journal. 11, 951–966

- Gudrun Dittrich-Schröder, et al., 2020. Invasive gall-forming wasps that threaten non-native plantation-grown Eucalyptus: diversity and invasion patterns. *Agricultural and Forest Entomology* (2020), 22, 285–297 DOI: 10.1111/afe.12402
- Isaias, RMS, Carneiro, RGS, Oliveira, D, Santos JC. 2013. Illustrated and annotated checklist of Brazilian gall morphotypes. *Neotropical entomology*, 42 (3): 230-239.
- Kim I-K, La Salle J. 2008. A new genus and species of Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae) inducing galls in seed capsules of Eucalyptus. *Zootaxa*. 1745(1):63-68. doi: 10.11646/zootaxa.1745.1.6.
- Kim I-K, Mendel Z, Protasov A, Blumberg D, La Salle J. 2008. Taxonomy, biology, and efficacy of two Australian parasitoids of the eucalyptus gall wasp, *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle. doi: 10.5281/zenodo.184546.
- Kulkarni H, Kavitha-Kumari N, Vastrad AS, Basavanagoud K. 2010. Release and recovery of parasitoids in eucalyptus against gall wasp, *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) under green house. *Karnataka Journal of Agricultural Science* 23(1): 91–92
- La Salle, J. 1994. North American genera of Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae). *J. of Natural History*, 28 109–236
- Lazaro J, Pudjianto, Harahap JS, 2022. First record of parasitoids *Megastigmus* sp. and *Quadrastichus mendeli* as potential biological control agents of eucalyptus gall inducers in Tanzania. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 1220 (2023) 012005. IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/1220/1/012005
- Nair KSS. 2007. *Tropical Forest Insect Pests: Ecology, Impact, and Management*. 1 edition. Cambridge University Press, New York.
- Nugnes, F., Gebiola, M., Gualtieri, L., Russo, E., Sasso, R., & Bernardo, U. 2016. When exotic biocontrol agents travel without passport: First record of *Quadrastichus mendeli*, parasitoid of the blue-gum chalcid *Leptocybe invasa*, in Italy. *Bulletin of Insectology*, 69 85–91.
- Pramono IB, Pudjiharta A. 1996. Research experiences on Eucalyptus in Indonesia. Di dalam: White K, Kashio M (Eds.), *Reports Submitted to the Regional Expert Consultation on Eucalyptus* (Bangkok, 4–8 Oktober 1993). Bangkok: FAO Regional Office for Asia and the Pacific
- Protasov A, Blumberg D, Brand D, La Salle J, Mendel Z. 2007a. Biological control of the eucalyptus gall wasp *Ophelimus maskelli* (Ashmead): taxonomy and biology of the parasitoid species *Closterocerus chamaeleon* (Girault), with information on its establishment in Israel. *Biological Control* 42:196–206. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.05.002>
- Protasov A, La Salle J, Blumberg D, Brand D, Saphir N, Assael F, Fisher N, Mendel Z. 2007b. *Jurnal Entomologi Indonesia*, Maret 2019, Vol. 16, No. 1, 9–17. Biology, revised taxonomy and impact on host plants of *Ophelimus maskelli*, an invasive gall inducer on Eucalyptus spp. in the Mediterranean
- Pujiono E, Sadono R, Hartono H, Imron MA. 2019. A three decades assessment of forest cover changes in the mountainous tropical forest of Timor Island, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 25 (1): 51-64.
- Puspasari Lindung, Buchori Damayanti, Ubaidillah, Rosichon, Triwidodo Hermanu, Hidayat Purnama. (2020). New Record of *Leptocybe invasa* Fisher and La Salle (Hymenoptera: Eulophidae) on the White Gum in Timor Tengah Selatan District, East Nusa Tenggara Province, Indonesia. 10.2991/absr.k.200513.024.
- Puspasari Lindung, Buchori Damayanti, Ubaidillah, Rosichon, Triwidodo Hermanu, Hidayat Purnama. (2021).. (2021). Diversity of insect galls associated with *Eucalyptus alba* & *E. urophylla* in altitudinal zones in Timor Island, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 22. 10.13057/biodiv/d220715.

- Roques A, Lees D. 2010. Factsheets for 80 representative alien species. Chapter 14. Arthropod invasions in Europe. *BioRisk*. 4(2):855-1021.doi: 10.3897/biorisk.4.69.
- Kim I, Mendel Z, Protasov A, Blumeberg D, La Salle J. 2008. Taxonomy, biology and efficacy of two Australian parasitoids of the eucalyptus gall wasp, *Leptocybe invasa* Fischer & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae). *Zootaxa*, 1910 1–20
- Samantha J.B, G.Dittrich-S., Stefan N, Caitlin G, Kwabena O B, Bernard S& B.P Hurley 2017. First record of *Quadrastichus mendeli*, a parasitoid of *Leptocybe invasa*, in South Africa, Southern Forests: *J. of For. Sci.*, DOI: 10.2989/20702620.2017.1318347
- SINULINGGA NGHB, TARIGAN M, TAVARES W DE S, ANSOR K, PASARIBU I, KKADAN SK, PANJAITAN KD, PUSPITA KD, ABAD JIM, DURAN A. 2021. The parasitoid *Closterocerus chamaeleon* has a greater development and survival rate than of its hosts, the Eucalyptus gall wasps *Ophelimus eucalypti* and *Ophelimus maskelli* in Sumatra, Indonesia. *Annals of Applied Biology*, 179: 354-367. <https://doi.org/10.1111/aab.12711>
- Syawaluddin, Hidayat Purnama, Maryana Nina. (2019). Serangga yang berasosiasi dengan puru daun eukaliptus di Sumatra Utara. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 16. 9. 10.5994/jei.16.1.9.
- Ubaidillah R. 2007. Diversity of the parasitoid wasps of the eulophid subfamily Eulophinae (Insecta:Hymenoptera, Eulophidae) of Java, Indonesia and their distribution. *Berita Biologi* 8:59–72 *Area. Phytoparasitica* 35:50–76. <https://doi.org/10.1007/BF02981061>.