

**SERANGGA PENGUNJUNG PADA KEBUN BENIH GENERASI KEDUA *Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel DI WEST WYALONG
NEW SOUTH WALES AUSTRALIA**

*Insect visitors of Melaleuca alternifolia (Maiden & Betche) Cheel at West Wyalong,
New South Wales, Australia*

Liliana Baskorowati

Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan
Jl. Palagan Tentara Pelajar Km. 15, Purwobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta 55582
Telp. (0274) 895954, 896080, Fax. (0274) 896080

ABSTRACT

*It is important to understand the floral visitors as a preliminary study of pollinator of a species in order to manage seed orchard. This study was aimed to observe the floral visitors and nectar production of *M. alternifolia* flowers at second generation seedling seed orchard, West Wyalong, New South Wales, Australia. One five-minute count of insect visitations was carried out each morning between 10.00 and 11.00 am and each afternoon between 03.00 and 04.00 pm over five consecutive days during peak flowering. The numbers of inflorescences for each sample branch, and all insect visits to each inflorescence, were recorded and collected. Insect traps were also placed on every sample tree to assist observation of the varieties of small insect. Insect traps were placed in the two partial exclusion treatments, i.e: (1) inside the fibreglass fly-screen with 2 mm apertures; (2) on the branch located in the middle of each tree without netting. Results revealed that flowers produced only a small amount of nectar which was indicated by a shiny appearance at the base of the floral cup in the morning, but this quickly disappeared as a result of evaporation. Thrips and flies were dominant floral visitor of *M. alternifolia*, while several other types of insects, e.g. beetles, wasps, plant bugs, butterflies, predatory shield bugs and leafhopper were only infrequent visitors.*

Key Words : Insect visitor, flower, *Melaleuca alternifolia*, nectar

ABSTRAK

Informasi tentang serangga pengunjung sebagai observasi awal untuk mengetahui serangga penyerbuk suatu jenis sangat diperlukan dalam pengelolaan sumber benih. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui serangga pengunjung dan produksi nektar pada bunga *Melaleuca alternifolia* di kebun benih generasi kedua, di West Wyalong, New South Wales, Australia. Pengamatan terhadap serangga pengunjung dilakukan dengan mencatat dan mengoleksi serangga yang mengunjungi bunga dalam waktu minimum lima menit pada masing-masing sampel pohon pada jam 10.00 - 11.00 pagi dan jam 15.00 - 16.00 sore selama lima hari berturut-turut. Untuk mengetahui jenis serangga

dengan ukuran yang sangat kecil, pengamatan dengan menggunakan lem penangkap yang diletakkan dengan dua cara, yaitu: (1) dalam jaring berukuran 2 x 2 mm dan (2) di tengah pohon sampel tanpa jaring. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bunga *M. alternifolia* hanya sedikit menghasilkan nektar, yang diindikasikan dari warna bunga yang mengkilap di pagi hari, tetapi sangat cepat hilang karena menguap. Serangga yang banyak dijumpai adalah lalat dan *thrips*, sedangkan jenis lain seperti lebah, kumbang, kupu-kupu, ngengat, kepik dan kutu loncat hanya merupakan serangga yang mengunjungi bunga *M. alternifolia* secara tidak teratur saja.

Kata Kunci : Serangga pengunjung, bunga, *Melaleuca alternifolia*, nektar

I. PENDAHULUAN

Melaleuca alternifolia yang dikenal sebagai penghasil minyak *tea tree* berbunga sekali setahun pada musim semi (November). Bunga dari jenis ini berukuran kecil, berwarna putih dan mengalami waktu perbungaan yang hampir bersamaan dengan sistem perkawinan yang cenderung berkawin silang (Baskorowati, 2006). Pada tanaman dengan sistem berkawin silang, angin atau serangga umumnya merupakan agen penyerbuk (Boulter dkk., 2006). Seperti dikemukakan oleh Faegri dan van der Pijl (1979) dan Boulter dkk. (2006), bahwa pada sistem hubungan antara tanaman dan agen penyerbuk, umumnya terdapat berbagai jenis serangga yang mengunjungi bunga, tetapi tidak semua serangga pengunjung merupakan serangga penyerbuk.

Tingginya frekuensi suatu serangga yang mengunjungi bunga pada umumnya mengindikasikan perannya sebagai serangga penyerbuk (Pryor dan Boden, 1962; Ashton, 1975b; Armstrong, 1979; Ireland dan Griffin, 1984; Hawkeswood, 1980 dan 1985; Hingston dkk., 2004). Dalam hal ini, nektar dan pollen merupakan unsur - unsur yang menarik serangga

untuk mengunjungi bunga (Sedgley dan Griffin, 1989). Nektar yang diyakini sebagai unsur utama dalam menarik serangga, mempunyai kandungan gula tinggi yang menyediakan energi yang dibutuhkan oleh serangga pengunjung (Ford dan Paton, 1986; Kearns dan Inouye, 1993). Sedangkan pollen juga diketahui sebagai sumber makanan dan protein yang akhirnya menarik serangga untuk mengunjungi bunga (Sedgley dan Griffin, 1989). Penelitian tentang produksi nektar dalam suatu populasi perlu dilakukan untuk mengetahui bagaimana bunga-bunga mempengaruhi perilaku serangga dan keberhasilan reproduksi (Kearns dan Inouye, 1993).

Pola kunjungan serangga pada suatu jenis tanaman perlu diketahui dalam rangka mempelajari hubungan antara pembungaan dan kemampuan bereproduksi jenis tersebut (Sedgley dan Griffin, 1989; Primack dan Inouye, 1993; Pandit dan Choudhury, 2001). Lebih lanjut, informasi tentang serangga pengunjung akan mempermudah untuk mengetahui serangga penyerbuk yang paling efektif untuk jenis tertentu yang pada akhirnya akan digunakan untuk kegiatan pengelolaan suatu kebun benih

tanaman-tanaman komersial (Eldridge dkk., 1993; Tibbits dkk., 1997).

Studi tentang serangga penyerbuk pernah dilakukan pada jenis *M. pauperiflora* F Muell di South Australia dan Western Australia, yang menunjukkan bahwa kumbang (Coleoptera) merupakan serangga utama yang berperan membantu penyerbukan pada jenis ini (Hawkeswood, 1980). Sedangkan studi tentang serangga pengunjung maupun penyerbuk pada tanaman *M. alternifolia* belum pernah dilakukan. Dengan demikian dipandang perlu untuk melakukan penelitian tentang serangga pengunjung pada jenis ini sehingga akan mempermudah untuk mendeteksi serangga penyerbuk yang nantinya akan bermanfaat pada kegiatan pemuliaan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui (1) ada tidaknya perbedaan jenis-jenis serangga yang mengunjungi bunga *M. alternifolia* pada tingkat famili; (2) variasi serangga pengunjung pada pagi dan sore hari; dan (3) jenis-jenis serangga yang mengunjungi bunga *M. alternifolia* pada populasi kebun benih generasi kedua di West Wyalong, New South Wales, Australia.

II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan pada tanaman *M. alternifolia* di kebun benih generasi kedua West Wyalong, New South Wales, Australia. Penelitian dilakukan pada musim berbunga bulan November 2005.

B. Metode

Sebagai langkah utama mengidentifikasi jenis atau ukuran serangga yang mungkin

mengunjungi bunga, pengetahuan tentang produksi nektar diperlukan. Pengamatan terhadap produksi nektar dilakukan pada puncak pembungaan. Nektar secara random diambil dari 4 pohon, dengan mempertimbangkan kelimpahan bunga per pohonnya. Cabang-cabang dari pohon sampel diberi tanda, bunga-bunga yang sudah mekar dihilangkan dengan menyisakan kuncup bunga yang siap mekar. Kuncup-kuncup bunga tersebut kemudian diberi kantong polinasi untuk memastikan bahwa nektar tidak akan dihisap oleh serangga. Pada pukul 06.00 pagi esoknya, kantong polinasi dibuka dan dilakukan pengambilan sampel nektar.

Penelitian serangga pengunjung dilakukan pada empat pohon yang dipilih berdasarkan ketersediaan bunga. Sampel pohon berasal dari famili yang berbeda yaitu famili 12, 15, 32 dan 44. Tiga cabang pohon yang mempunyai bunga lebih dari 100 bulir/perbungaan pada tiap sampel pohonnya dipilih dan diberi tanda untuk dijadikan materi pengamatan. Pada saat pengamatan, bunga pada masing-masing cabang mempunyai bunga yang sudah membuka (kurang lebih 90% bunga sudah membuka). Pengamatan dilakukan selama lima menit pada masing-masing sampel pengamatan pada jam 10.00 - 11.00 pagi dan jam 03.00 - 04.00 sore selama lima hari berturut-turut. Jumlah bulir pada setiap cabang dan semua serangga yang mengunjunginya diamati dan dicatat datanya.

Sampel semua serangga yang mengunjungi bunga pada lokasi ini juga dikoleksi dengan cara menangkap secara langsung menggunakan botol kaca maupun menggunakan jaring serangga. Tiap-tiap sampel dimasukkan dalam botol steril

yang berisi ethanol (70%) kemudian sampel diidentifikasi di laboratorium.

Untuk mengobservasi serangga-serangga yang mempunyai ukuran kecil, dipasang juga perangkap serangga yang berupa lem perangkap. Lem perangkap diletakkan pada dua tempat sebagai perlakuan yaitu (1) di dalam jaring yang lubangnya berukuran $2 \times 2 \text{ mm}^2$, dimana net tersebut diletakkan di tengah-tengah pohon dan (2) di cabang yang terletak di tengah-tengah pohon tanpa jaring. Lem perangkap yang digunakan adalah "Yellow sticky traps" dengan merek *Sticky Aphid Whitefly* yang diproduksi oleh Green harvest, dengan ukuran $10 \times 16 \text{ cm}^2$. Lem perangkap tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan sampel serangga kecil yang dapat masuk ke dalam net yang berukuran sangat kecil. Lem perangkap pada perlakuan 2 diikatkan pada cabang yang berdekatan atau di belakang sekumpulan bunga. Lem perangkap tersebut kemudian diambil dari pohon sampel 2 minggu setelah pemasangan, ketika semua kuncup bunga sudah mencapai tahap mekar. Untuk mendapatkan sampel serangga-serangga yang menempel, maka lem perangkap dicuci menggunakan terpeneol. Serangga kemudian dihitung menurut jenisnya, dikoleksi dan disimpan dalam ethanol 70% untuk identifikasi lebih lanjut. Identifikasi serangga dilakukan di CSIRO Entomology, Canberra, oleh Dr Saul Cunningham, Dr Laurence Mound dan Mr Kimberi R Pullen.

C. Analisis statistik

Data serangga pengunjung yang mengunjungi bunga selama lima menit pengamatan dikonversi ke dalam logaritma, yang kemudian dianalisis menggunakan analisis REML dengan paket *GenStat 8th edition*. Jumlah serangga

pengunjung pada level *family* yang menempel pada lem perangkap dianalisis menggunakan analisis REML, di mana jumlah serangga dan perlakuan di dalam jaring atau di luar jaring sebagai efek tetap (*fix effect*) dan sampel pohon sebagai efek acak (*random effect*).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Usaha untuk mengukur produksi nektar tidak berhasil dilakukan karena sangat sedikitnya nektar yang diproduksi oleh bunga. Meskipun demikian, dari observasi visual diketahui bahwa *M. alternifolia* memproduksi sangat sedikit nektar yang diindikasikan dengan adanya warna yang mengkilap pada dasar kelopak bunga yang muncul di pagi hari, tetapi warna mengkilap tersebut cepat hilang akibat penguapan.

Produksi nektar pada *M. alternifolia* memperlihatkan kuantitas yang sangat sedikit; tidak satupun dari sampel yang diambil mempunyai nektar yang bisa diukur menggunakan pipet ukur. Produksi nektar pada suatu bunga umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti ukuran bunga, umur bunga, ukuran pohon (tinggi dan diameter), iklim, serta waktu pengambilan sampel (Cruden dkk., 1983; Zimmerman dan Pyke, 1986; Rathcke, 1992). Pada umumnya, bunga yang berukuran kecil tidak akan memproduksi nektar dalam jumlah yang banyak, yang bisa diukur dengan menggunakan pipet ukur (Faegri dan van der Pijl, 1979). Meskipun demikian, sedikitnya nektar tidak selalu terjadi pada bunga-bunga yang berukuran kecil. Sebagai contoh, beberapa bunga akasia yang mempunyai bunga dengan ukuran yang sangat kecil memproduksi nektar yang bisa diukur dengan

pipet (Stone dkk., 2003), meskipun bunga-bunga akasia di daerah tropis hanya memproduksi sangat sedikit nektar (Sornsathapornkul dan Owens, 1998).

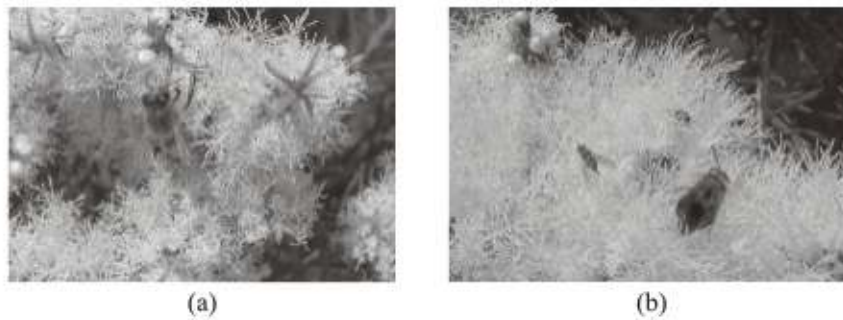
Produksi nektar bervariasi menurut waktu maupun hari bunga mulai membuka, variasi tersebut umumnya disebabkan faktor lingkungan seperti temperatur udara, kelembaban udara, kelembaban tanah dan cahaya matahari (Cruden dkk., 1983; Ratchke, 1992). Dikemukakan juga bahwa suhu dan curah hujan juga merupakan faktor yang menyebabkan berubahnya jumlah nektar yang diproduksi oleh bunga (Dafni, 1992). Seperti disebutkan di atas, bahwa umur bunga juga mempengaruhi produksi nektar. Studi tentang produksi nektar jenis *Eucalyptus cosmophylla*, *E. grandis* dan *E. pulverulenta* memperlihatkan bahwa nektar diproduksi pada hari keempat setelah bunga membuka, bukan pada hari pertama ketika bunga membuka (Davis, 1997). Dengan demikian, sedikitnya produksi

nektar pada *M. alternifolia*, kemungkinan disebabkan oleh ukuran bunga yang kecil. Jumlah nektar yang sangat sedikit juga mempengaruhi jenis serangga yang mengunjungi bunga. Dari penelitian ini diketahui jenis serangga yang kecil sampai sedang yang mengunjungi bunga *M. alternifolia*. Meskipun demikian, dikarenakan bunga-bunga *M. alternifolia* tersusun dalam bulir/perbungaan yang menghasilkan pollen yang berlimpah, diduga pollenlah yang menjadi faktor penarik utama serangga-serangga mengunjungi bunga.

Observasi serangga pengunjung bunga *M. alternifolia* di West Wyalong menunjukkan serangga yang bervariasi jenisnya. Hasil identifikasi pada tingkat famili, serangga pengunjung bunga jenis ini dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan beberapa contoh serangga pengunjung disajikan pada Gambar 1. Analisis REML digunakan untuk mengetahui variasi serangga pengunjung pada tingkat famili. Hasil

Tabel 1. Hasil identifikasi serangga-serangga pengunjung bunga *M. alternifolia* di kebun benih generasi kedua West Wyalong yang dikoleksi menggunakan jaring penangkap

Ordo	Nama famili dan nama lokal	Jumlah serangga pengunjung (rerata ± standar deviasi)	
		Pagi	Sore
Diptera	Calliphoridae (lalat hijau)	20,8±1,8	19,5±2,5
Diptera	Muscidae (lalat rumah)	21,1±2,5	19,1±2,4
Diptera	Syrphidae (lalat bunga)	11,5±1,1	9,1±1,4
Hymenoptera	Apidae (tawon lokal)	1,3±0,4	1,1±0,4
Hymenoptera	Apidae (lebah madu Eropa)	1,4±0,6	1,5±0,4
Hymenoptera	Sphecidae (kumbang hitam)	1,4±0,3	0,7±0,2
Hymenoptera	Vespididae (kumbang kuning)	0,5±0,2	0,8±0,2
Hymenoptera	Sphecidae (kumbang oranye-hitam)	0,7±0,3	0,3±0,1
Coleoptera	Lycidae (Kepik besar coklat)	Data tidak tersedia	0,9±0,2
Lepidoptera	Lycaenidae (Kupu-kupu biru)	0,7±0,2	1,1±0,3
Lepidoptera	Nymphalidae (Kupu-kupu polka dot)	1,4±0,3	0,5±0,2



Gambar 1. Contoh serangga pengunjung bunga *M. alternifolia* di kebun benih generasi kedua West Wyalong (A) lebah madu Eropa, (B) lalat dan kumbang

Tabel 2. Ringkasan REML analisis jenis serangga pengunjung, perbedaan waktu pengamatan dan perbedaan perlakuan (dalam jaring dan tanpa jaring)

Fixed term	db	Wald stat	Chi pr
Ordo (serangga)	8	433,01	<0,001
Waktu pengamatan	1	0,16	0,68
Waktu*ordo	8	6,48	0,59
Perlakuan (jaring)	1	3,09	0,8

Tabel 3. Hasil identifikasi serangga-serangga pengunjung bunga *M. alternifolia* di kebun benih generasi kedua West Wyalong yang dikumpulkan menggunakan lem perangkap

Ordo dan nama famili/ lokal	Jml serangga pengunjung (rerata ± standar deviasi)	
	Koleksi dari lem perangkap di dlm jaring (2x2) mm ²	Koleksi dari lem perangkap tanpa jaring
Coleoptera – Anthicidae (semut besar)	0,5 ± 0,5	0,5 ± 0,3
Coleoptera – Melyridae (kepik)	Data tidak tersedia	1 ± 0,4
Coleoptera (kepik)	1,25 ± 0,6	0,5 ± 0,3
Diptera (lalat yg sangat kecil)	4,25 ± 1,3	1,75 ± 0,85
Hemiptera – Cicadellidae (kutu loncat)	3 ± 0,82	2,75 ± 0,5
Hemiptera – Lygaeidae (nyius)	7 ± 3	4,25 ± 0,85
Hymenoptera – Formicidae (semut)	0,25 ± 0,25	2,75 ± 0,85
Hymenoptera (ngengat)	Data tidak tersedia	1 ± 0,4
Syrphidae (lalat bunga)	Data tidak tersedia	1,75 ± 0,85
Thysanoptera (thrips)	26 ± 8,73	23,5 ± 3,7

analisis menunjukkan bahwa jumlah serangga pengunjung sangat bervariasi antar familinya (Wald stat = 433,01; d.b. = 8, $\chi = <0,001$). Tabel

2 memperlihatkan hasil analisis tersebut; sedangkan variasi jenis serangga pengunjung disajikan pada Tabel 3. Lebih lanjut dari Tabel 3 diketahui

bahwa serangga yang sangat kecil dari famili Thysanoptera merupakan serangga yang mengunjungi bunga terbanyak, diikuti serangga dari famili Muscidae dan Syrphidae, dimana keduanya adalah jenis lalat.

Hasil analisis tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata antara serangga pengunjung dengan waktu berlangsungnya observasi (pagi dan sore) (Wald stat = 0,16; d.b. = 1, $\chi = 0,68$), maupun interaksi antara keduanya (Wald stat = 6,48; d.b. = 8, $\chi = 0,59$). Hasil analisis tersebut memperlihatkan bahwa perbedaan waktu pengamatan yang terkait erat dengan perbedaan temperatur tidak mempengaruhi jumlah serangga yang mengunjungi bunga.

Berbagai jenis serangga kecil ditemukan pada lem perangkap baik yang diletakkan di dalam jaring ukuran 2 x 2 mm² maupun yang tanpa jaring. Meskipun demikian, jumlah rerata serangga kecil yang mengunjungi bunga *M. alternifolia* tidak menunjukkan perbedaan nyata antara dua perlakuan tersebut (Wald stat = 3,09; d.b. = 1, $\chi = 0,8$). Seperti yang tertulis pada Tabel 3, *thrips* merupakan jenis mayoritas serangga kecil yang didapatkan dari lem perangkap. Jenis serangga lain seperti ngengat (*wasps*), lalat (*flies*), *bugs*, kutu loncat (*leafhopper*), semut (*ants*) dan kepik (*beetles*) juga didapatkan dari lem perangkap. Hasil observasi menunjukkan bahwa lalat dan kumbang hanya ditemukan pada lem perangkap yang diletakkan di luar jaring.

Terlihat jelas dari Tabel 3, bahwa bunga-bunga *M. alternifolia* dikunjungi oleh berbagai macam serangga-serangga kecil. Terdapat 9 macam serangga yang berbeda yang mempunyai tipe serangga yang kecil termasuk *thrips*. Bunga

M. alternifolia di kebun benih generasi kedua West Wyalong, dan kemungkinan juga pada populasi dan tempat yang berbeda, dikunjungi oleh berbagai jenis serangga baik serangga yang kecil maupun serangga yang besar seperti: berbagai jenis lebah, lalat, kumbang, kupu-kupu, ngengat, kepik, *thrips* dan kutu loncat. Dari penelitian ini didapatkan *thrips* dan lalat adalah serangga terbanyak yang mengunjungi bunga *M. alternifolia*. Penelitian terdahulu pada jenis *Eucalyptus* menunjukkan bahwa lalat hijau merupakan serangga penyerbuk bunga-bunga jenis *Eucalyptus* (Pryor, 1976). Lebih lanjut Hingston dkk. (2004) menjelaskan bahwa lalat hijau merupakan serangga pengunjung yang umum dijumpai pada bunga *Eucalyptus nitens*.

Sebuah penelitian awal tentang serangga pengunjung pada *M. cajuputi* menyebutkan bahwa tanaman kayu putih banyak dikunjungi oleh kumbang, lebah maupun kupu-kupu (Kartikawati, 2008). Lebih lanjut, beberapa penelitian tentang serangga pengunjung pada jenis *Eucalyptus* juga melaporkan bahwa lalat dan/atau lebah merupakan serangga-serangga yang umumnya dijumpai mengunjungi bunga jenis tersebut (Ashton, 1975a; Ireland dan Griffin, 1984; Hingston dan Potts, 1998; Hingston dan Mc Quillan, 2000). Meskipun demikian, serangga pengunjung belum tentu merupakan serangga yang efektif menjadi agen penyerbuk (Olsen, 1997; Freitas dan Paxton, 1998; Ivey dkk., 2003). Seperti yang disebutkan oleh Faegri dan van der Pijl (1979); Carthew (1993), bahwa pada jenis-jenis tanaman yang penyerbukannya bukan karena perantara angin, bunga jenis tanaman tersebut umumnya didatangi oleh berbagai macam serangga pengunjung.

Meskipun demikian, efektivitas serangga pengunjung tersebut sebagai agen penyerbuk juga bervariasi tergantung pada efektivitas membawa dan memindahkan pollen. Sebagai contoh, cara pemindahan pollen dan ukuran serangga pengunjung akan mempengaruhi efektivitas pemindahan pollen ke kepala putik. (Sedgley dan Griffin, 1989; House, 1997).

Variasi jenis dan jumlah serangga pengunjung bunga *M. alternifolia* pada kebun benih generasi kedua di West Wyalong ini diduga merupakan salah satu faktor yang membantu terjadinya proses perkawinan silang. Tingginya jumlah serangga yang mengunjungi bunga *M. alternifolia* mengindikasikan bahwa salah satu dari berbagai serangga pengunjung tersebut merupakan agen penyerbuk yang efektif, sehingga akan membantu proses terjadinya perkawinan antar pohon.

IV. KESIMPULAN

Hasil pengamatan serangga pengunjung pada tanaman *M. alternifolia* di kebun benih generasi kedua West Wyalong, New South Wales, Australia menunjukkan:

1. Jumlah serangga pengunjung bunga *tea tree* bervariasi antar familinya.
2. Waktu berlangsungnya pengamatan (pagi dan sore hari) tidak mempengaruhi perbedaan jenis serangga yang mengunjungi bunga.
3. Bunga pada kebun benih uji keturunan generasi kedua di West Wyalong dikunjungi oleh berbagai macam serangga baik yang berukuran kecil maupun besar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr. Saul Cunningham (CSIRO Entomology) atas bantuan dalam mengidentifikasi jenis serangga maupun memberikan masukan atas penelitian ini. Terimakasih juga diucapkan kepada Prof. Peter Kanowski (ANU), Dr. John Doran, Mr. Mike Moncur atas masukan demi kelancaran penelitian serta kepada Dr. Emlyn Williams (ANU) atas bantuannya mengoreksi analisis data.

DAFTAR PUSTAKA

- Armstrong, J. A., 1979. Biotic pollination mechanism in the Australian flora - a review. *New Zealand Journal of Botany* **17**: 467 - 508.
- Ashton, D. H., 1975a. The seasonal growth of *Eucalyptus regnans* F. Muell. *Australian Journal of Botany* **23**: 239 - 252.
- Ashton, D. H., 1975b. Studies of flowering behaviour in *Eucalyptus regnans* F. Muell. *Australian Journal Botany* **23**: 399 - 411.
- Baskorowati, L., 2006. *Controlled Pollination Methods for Melaleuca alternifolia* (Maiden and Betce) Chell. ACIAR Technical Report 63. ACIAR, Canberra.
- Boulter, S. L., Kitching, R. L., Zalucki, J. M. and Goodall, K. L., 2006. *Reproductive biology and pollination in rainforest trees: Techniques for a community level approach*. Cooperative Research Centre for Tropical Rainforest Ecology and Management, Rainforest CRC, Cairns, Australia.

- Carthew, S. M., 1993. An assessment of pollinator visitation to *Banksia spinulosa*. *Australian Journal of Ecology* **18**: 257 - 268.
- Cruden, R. W., Hermann, S. M. and Peterson, S., 1983. Patterns of nectar production and plant-pollinator coevolution. In: *The Biology of Nectaries*, eds B. Bentley and T. Elias. Columbia University Press, New York, pp. 80 - 125.
- Dafni, A., 1992. *Pollination Ecology: A Practical Approach*. Oirl Press at Oxford University Press, Oxford.
- Davis, A. R., 1997. Influence of floral visitation on nectar-sugar composition and nectary surface changes in *Eucalyptus*. *Apidologie* **28**: 27 - 42.
- Eldridge, K., Davidson, J., Harwood, C. and van Wyk, G. 1993. *Eucalypt Domestication and Breeding*. Oxford University Press, Oxford.
- Faegri, K. and van der Pijl, L., 1979. *The Principles of Pollination Ecology*. Third edition, Pergamon Press, Oxford.
- Ford, H. A. and Paton, D. C. 1986. *The Dynamic Partnership: Birds and Plants in Southern Australia*. Government Printer, Adelaide, South Australia.
- Freitas, B. M. and Paxton, R. J., 1998. A comparison of two pollinators: the introduced honey bee *Apis mellifera* and an indigenous bee *Centris tarsata* on cashew *Anacardium occidentale* in its native range of NE Brazil. *Journal of Applied Ecology* **35**: 109 -121.
- Hawkeswood, T. J., 1980. Jewel beetles as pollinators of *Melaleuca pauperiflora* F. Muell. (Myrtaceae) between Eucla (W.A.) and Koonalda (S.A.). *Western Australian Naturalist* **14**: 238 - 239.
- Hawkeswood, T. J., 1985. The role of butterflies as pollinators of *Acacia bidwillii* Benth. (Mimosaceae) at Townsville, Northern Queensland. *Australian Journal of Botany* **33**: 167 - 173.
- Hingston, A. B. and Potts, B. M., 1998. Floral visitors of *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* (Myrtaceae). *Tasforests* **10**: 125 - 137.
- Hingston, A. B. and McQuillan, P. B., 2000. Are pollination syndromes useful predictors of floral visitors in Tasmania? *Austral Ecology* **25**: 600 - 609.
- Hingston, A. B., McQuillan, P. B. and Potts, B. M., 2004. Pollinators in seed orchards of *Eucalyptus nitens* (Myrtaceae). *Australian Journal of Botany* **52**: 353 - 369.
- Ireland, J. C. and Griffin, A. R., 1984. Observations on the pollination ecology of *Eucalyptus muellerana* Howitt in East Gippsland. *The Victorian Naturalist* **101**: 207 - 211.
- Ivey, C.T., Martinez, P. and Wyatt, R., 2003. Variations in pollinator effectiveness in swamp milkweed, *Asclepias incarnata* (Apocynaceae). *American Journal of Botany* **90**: 214 - 225.
- Kartikawati, N. K., 2008. Pollinator pada tanaman kayu putih. *Petunjuk Teknis B2BPTH* **6 (1)**: 11 - 16.
- Kearns, C. A. and Inouye, D. W., 1993. *Techniques for Pollination Biologist*. University Press of Colorado, Colorado.
- Olsen, K. M., 1997. Pollination effectiveness and pollination importance in a population of

Heterotheca subaxillaris (Asteraceae).
Oecologia **109**: 114 - 121.

- Pandit, S. and Choudhury, B. C., 2001. Factors affecting pollinator visitation and reproductive success in *Sonneratia caseolaris* and *Aegiceras corniculatum* in a mangrove forest in India. *Journal of Tropical Ecology* **17**: 431 - 447.
- Primack, R. B. and Inouye, D. W., 1993. Factors affecting visitation rates: a biogeographic comparison. *Current Science* **65**: 257 - 262.
- Pryor, L. D. and Boden, R. W., 1962. Blowflies as pollinators in producing Eucalyptus seed. *The Australian Journal of Science* **24**: 326.
- Pryor, L. D., 1976. *The Biology of Eucalypts*. Edward Arnold, London.
- Ratchke, B. J., 1992. Nectar distributions, pollinator behaviour and plant reproductive success. In: *Effects of Resource Distribution on Animal-plant Interaction*, eds M. D. Hunter, T. Ohguishi and R. W. Price. Academic Press, New York, pp. 113 - 138.
- Sedgley, M. and Griffin, A. R., 1989. *Sexual Reproduction of Tree Crops*. Academic Press, London.
- Sornsathapornkul, P. and Owens, J. N., 1998. Pollination biology in a tropical Acacia hybrid (*A. mangium* Wild. x *A. auriculiformis* A. Cunn ex Benth). *Annals Botany* **81**: 631 - 645.
- Stone, G. N., Raine, N. E., Prescott M. and Willmer G., 2003. Pollination ecology of acacias. *Australian Systematic Botany* **16**: 103 - 118.
- Tibbits, W. N., Boomsma, D. B. and Jarvis, S., 1997. Distribution, biology, genetics and improvement programs for *Eucalyptus globulus* and *E. nitens* around the world. In: *Proceeding of the 24th Southern Forest Tree Improvement Conference, June 9 - 12*, eds T. White, D. Huber and G. Powell. Southern Tree Improvement Committee, Orlando, Florida, pp. 1 - 15.
- Zimmerman, M. and Pyke, G. H., 1986. Reproduction in *Polemonium*: Patterns and implications of floral nectar production and standing crops. *American Journal of Botany* **73**: 1405 - 1415.