

PENGENALAN PEMBELAJARAN TENTANG LEBAH MADU (HONEY BEES)

by Bambang Supeno

Submission date: 01-Mar-2022 09:35AM (UTC+0700)

Submission ID: 1773465786

File name: Buku_Lebah_31-1-2022-FINAL-1.pdf (5.58M)

Word count: 43450

Character count: 242054

BIOGRAFI PENULIS



Dr. Ir. Bambang Supeno, MP., sebagai Putra bungsu dari lima bersaudara dari pasangan Bapak Karsowiyono (Alm) dan Ibu Sulasminten (Almh), lahir di Kota Kediri, Provinsi Jawa Timur pada tanggal 8 November 1959. Penulis telah beristri dengan Dra. Sri Sutitani dan dikaruniai dua orang putri, yaitu Nanalisa Thesisxanthi Rahayu, ST dan Fitrii Indrawati Rahayu, SE. Pendidikan Sekolah Dasar ditempuh di SDN Bangsal 1 Kediri (Jatim) lulus tahun 1972. Tahun 1973 penulis melanjutkan sekolah di Perguruan Taman Siswa, di tingkat Taman Dewasa/TD (SMP), Kediri (Jatim) hingga kenaikan kelas tiga untuk selanjutnya pindah ke SMPN Praya (Lombok Tengah) hingga lulus tahun 1975.

Setelah tamat SMP penulis melanjutkan sekolah di SMAN Praya, Lombok Tengah, NTB hingga tamat pada tahun 1979. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Fakultas Pertanian, Universitas Mataram hingga mendapatkan gelar insiyur (Ir) pada tahun 1984. Pendidikan S2 ditempuh di Universitas Brawijaya, Malang (Jatim) selesai tahun 1997 dengan mendapat gelar Magister Pertanian (MP). Gelar akademis Doktor (Dr) bidang Entomologi diperoleh di Institut Pertanian Bogor (IPB) pada tahun 2011.

Selama bekerja sebagai Dosen (1 Maret 1985) di Fakultas Pertanian, Universitas Mataram berbagai karya dibidang pertanian telah dilakukan sebagai Tri Dharma Perguruan Tinggi. Sejak tahun 2011 penulis mengikuti bidang perlebaran yang terpadukan dengan pertanian dan berbagai publikasi ilmiah, kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat tentang perlebaran yang telah dihasilkan. Komunikasi dengan penulis dapat dilakukan di Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Jalan Majapahit 62 Mataram 83125, Lombok-NTB atau melalui alamat email: su_peno@yahoo.co.id.



Dr. Ir. Erwan, M.Si., lahir di Ampenan, 30 Januari 1963 dari pasangan Bapak H. Muhammad Saleh (Alm) dan Ibu Hj. Nurjannah. Beragama Islam. Memiliki seorang istri Hj. Siti Maryam dan dikaruniai tiga orang anak 1) Maulana Hidayatullah, 2) Annisa Raudatul Jannah, dan 3) Imam Hamif Hijratullah

Pendidikan penulis dimulai dari SD No. 7 Ampenan (1976), SMP Ampenan (1979), SMAN 1 Mataram (1982), S1 Fakultas Pertanian Universitas Mataram (1986), S2 Program Studi Ilmu Ternak IPB Bogor (1999) dan S3 Program Studi Ilmu Ternak IPB Bogor (2006). Pada program S2 dan S3 di IPB mengambil fokus penelitian tentang Pakan Lebah Madu.

Berbagai karya dibidang penelitian dan pengabdian kepada masyarakat tentang lebah madu telah banyak dilahirkan antara lain Teknik Penyediaan Pakan Lebah, Pengembangan Pakan Lebah Tanpa Bunga Tanaman, Teknik Perbanyakkan Lebah Ratu dan Pengembangan Wisata Kampung Lebah. Penulis dapat dihubungi melalui email : erwan_apis@yahoo.co.id.

Penerbit ARGA PUJI PRESS

Jl. Berlian Raya, Kluster Rijnjam 11, BSA 2,
Belecong, Gunung Sari, Lombok Barat NTB
e-mail: sasakrenganis@gmail.com
web site: www.argapuji.com



ISBN 978-602-6800-12-1



9 786026 800121

PENGENALAN PEMBELAJARAN TENTANG LEBAH MADU (HONEY BEES)

Bambang Supeno, dan Erwan

PENGENALAN PEMBELAJARAN TENTANG LEBAH MADU (HONEY BEES)

Dr. Ir. Bambang Supeno, MP.
Dr. Ir. Erwan, M.Si.



Pengenalan Pembelajaran Tentang Lebah Madu (Honey Bees)

Dr. Ir. Bambang Supeno, MP., Dr. Ir. Erwan, M.Si. | Pembelajaran Tentang Lebah i

PENGENALAN PEMBELAJARAN TENTANG LEBAH MADU (HONEY BEES)

Penulis:
Dr. Ir. Bambang Supeno, MP
Dr. Ir. Erwan, M.Si.



Penerbit Arga Puji Press

Pengenalan Pembelajaran Tentang Lebah Madu (Honey Bees)

Penulis:

Dr. Ir. Bambang Supeno, MP

Dr. Ir. Erwan, M.Si.

123

Lay Out:

Muzani

Desin Cover:

M. Tahir

Arga Puji Press Mataram Lombok

Jl. Berlian Raya Klaster Rinjani 11, Perumahan Bumi Selaparang Asri, Midang, Gunung
Sari Lombok Barat NTB, Tlp: 061-93-1234-271.

e-mail: sasakrenganis@gmail.com. web site: www.argapuji.com

Cetakan Pertama, Januari 2016

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

All Rights Reserved

Perpustakaan Nasional RI: Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Pengenalan Pembelajaran Tentang Lebah Madu (*Honey Bees*) – Dr. Ir. Bambang Supeno,
MP, Dr. Erwan, M.Si. - Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat.

Penerbit Arga Puji Press, 2016

vi + 172 hlm. 16 cm x 24 cm.

ISBN: 978-602-6800-12-1

PRAKATA

Buku ini merupakan buku Edisi pertama yang penulis arahkan untuk mengenal tentang lebah madu yang umumnya orang mengenal bahwa semua lebah menghasilkan madu. Pandangan tersebut tidaklah benar karena banyak golongan lebah yang tidak menghasilkan madu, seperti lebah pemotong daun (*leafcutter bee*), lebah penggerek kayu (*carpenter bee*), lebah parasitik (*parasitic bee*), lebah perompak (*pirates bee*). Dalam buku ini penulis akan membahas tentang lebah madu yang definisikan sebagai golongan lebah yang dalam aktifitas kehidupannya menghasilkan madu (*honey*). Diketahui hanya tiga Tribe lebah yang dapat menghasilkan madu, yaitu Apini (*true honey bee*), Meliponini (*stingless bee*) dan Bombini (*bumble bee*). Tribe lebah Apinii dan Meliponini merupakan golongan lebah madu yang telah banyak dieksplorasi untuk menghasilkan madu dan berbagai produk lainnya. Untuk itu dalam buku ini banyak membahas tentang kedua golongan lebah madu tersebut (*Apini* dan *Meliponini*).

Kami berusaha menyajikan tentang pengertian lebah, bagaimana membedakan lebah dan bukan lebah, penggolongan lebah dan habitatnya, sumber pakan lebah dan madu sebagai hasil utamanya. Materi isi buku ini banyak diambilkan dari berbagai artikel ilmiah dan hasil penelitian serta pengalaman penulis selama menggeluti tentang lebah madu. Buku ini **289** tujuan bagi praktisi perlebahan, mahasiswa, siswa dan pemerhati perlebahan. **Akhir kata semoga buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca.**

Bambang Supeno

UCAPAN TERIMAKASIH

Buku ini merupakan hasil kegiatan penelitian yang penulis peroleh dari berbagai sumber dana yang hasilnya kami rangkumkan dan padukan dengan berbagai pustaka lainnya. Untuk itu kami mengucapkan terimakasih kepada Kemenristekdikti dan Rektor Unram yang telah membiayai kegiatan penelitian Ristek Insinas yang didanai tahun 2015 sesuai dengan Surat Perjanjian **49**-rja No: 07/SPP-SINAS-RT/UN18.12/PL/2015 tanggal 16 April 2015. **Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian MP3EI (Master Plan Percepatan Pertumbuhan Pembangunan Ekonomi Indonesia) Nomor: 273/SP2H/PL/DIT. LITABMAS/VII/2013, Tanggal 15 Juli 2013**

DAFTAR ISI

PRAKATA	v
UCAPAN TERIMAKASIH	vi
DAFTAR ISI	vii
I PENDAHULUAN	1
II LEBAH MADU (<i>HONEY BEE</i>)	8
2.1. Pengertian Lebah Madu	8
2.2. Membedakan lebah dan bukan lebah	9
2.3. Identifikasi Lebah Madu	12
2.4. Penggolongan Lebah Madu	14
III LEBAH MADU APIS (<i>TRUE HONEY BEE</i>)	18
3.1. Morfologi dan Perkembangan lebah madu Apis	24
3.2. Distribusi dan Pengelompokan lebah madu Apis	29
3.3. Spesies-spesies lebah madu Apis	33
3.3.1. <i>Apis mellifera</i>	33
3.3.2. <i>Apis cerana</i>	35
3.3.3. <i>Apis koschevnikovi</i>	41
3.3.4. <i>Apis nigrocincta</i>	44
3.3.5. <i>Apis nuluensis</i>	45
3.3.6. <i>Apis florea</i>	47
3.3.7. <i>Apis andreniformis</i>	50
3.3.8. <i>Apis dorsata</i>	53
3.8.1. Pohon sarang lebah madu Apis dorsata	57
3.8.2. Teknik Tradisional Memelihara A. dorsata	61
3.3.9. <i>Apis laboriosa</i>	64
IV LEBAH MADU TAK BERSENGAT (<i>STINGLESS BEE</i>)	67
4.1. Biologi Lebah Madu Tak-bersengat	67
4.2. Sarang Lebah Madu Tak-bersengat	74
4.3. Klasifikasi Lebah Madu Tak-bersengat	83
4.4. Distribusi Lebah Madu Tak-bersengat	88
V PAKAN LEBAH	91
5.1. Nektar	91
5.2. Pollen	112
5.3. Resin atau Getah	119
5.4. Periode Waktu Ketersediaan Sumber Pakan Lebah Madu	129

VI	PRODUK MADU YANG DIHASILKAN OLEH LEBAH	134
	Pengertian Madu	134
	Penggolongan dan Penamaan Madu	135
	Komposisi Kimia Madu	137
	Standarisasi Madu	138
	Deteksi Kemurnian Madu	145
	DAFTAR PUSTAKA	158

I. PENDAHULUAN

Semua orang tentunya terbayang bila ditanyakan tentang lebah (*bee*), yaitu golongan serangga yang menghasilkan madu dan memiliki sengat serta hidupnya berkoloni atau serangga sosial. Interpretasi yang demikian itu kuranglah tepat, karena tidak semua lebah menghasilkan madu dan mempunyai sengat serta berkoloni. Sebagai contoh lebah jantan tidak memiliki sengat dan hanya lebah betina saja yang bersengat. Beberapa spesies lebah yang tidak memiliki sengat (*stingless bee*), *Trigona* sp. dengan nama lebah Lanceng (bahasa Jawa), lebah Kele-kele (bahasa Bali), lebah Keledan dan Nyanteng (bahasa Sasak). Tidak selalu kehidupan lebah itu berkoloni atau bersifat sebagai serangga sosial (*Social insects*), seperti lebah pemotong daun (*leafcutters*) dan lebah penggerek kayu (*carpenter bee*) hidupnya menyendiri (*soliter*). Demikian juga beberapa spesies lebah yang dalam kehidupannya tidak menghasilkan madu, yaitu lebah pemotong daun (*leafcutter bee*) dan lebah penggerek kayu (*carpenter bee*) ataupun lebah parasitik (*parasitic bee*).

Diketahui lebih dari dua puluh²⁷⁰ ribuan jenis lebah yang ada di permukaan Bumi ini, sehingga tidaklah mudah untuk membedakan satu jenis dengan jenis yang lainnya. Namun kita dapat mudah membedakan jenis-jenis lebah komersial yang umumnya diketahui. Demikian juga kita dapat membedakan antara lebah dan bukan lebah melalui beberapa karakter morfologinya. ²⁵⁸

Peran lebah dalam kehidupan manusia sangatlah memiliki peran yang sangat penting baik dari segi ekonomis, kesehatan dan pertanian atau sebaliknya. Peran positif dari lebah antara lain sebagai penyerbuk tanaman (*pollinator*), penghasil produk komersial (madu, beepollen, propolis, dan royal jelly), sebagai terapi kesehatan manusia (*apiterapi*) dan pengusir serangga hama tanaman. Disisi lain peran lebah juga dapat bersifat negatif atau antagonis bagi kehidupan manusia, seperti hama tanaman, perusak kayu bangunan dan sebagai pembunuh hewan ternak ataupun manusia (*killer bee*).

Peranan lebah sebagai penyerbuk tanaman (*pollinator*) tidaklah diragukan lagi hasilnya, sehingga banyaqk digunakan secara luas dan intensif dalam budidaya pertanian. Kondisi ini disebabkan oleh adanya kemampuan lebah dalam melakukan penyebukan dan banyaknya jenis lebah yang melakukan polinasi. Telah dilaporkan di Eropa seekor lebah mampu mengunjungi antara 50 hingga 1.000 bunga dalam sekali perjalanan (*trip*) dengan periode waktu berkisar antara 30 menit sampai satu jam. Satu hari seekor lebah mampu melakukan perjalanan sebanyak 7-14 kali, sehingga diambil rata-rata perhari melakukan 10 kali maka dalam satu koloni yang terdiri dari 25.000 lebah pekerja bisa melakukan penyerbukan sebanyak 250 million bunga. Proses penyerbukan atau polinasi merupakan suatu mekanisme transfer tepung sari (*pollen*) dari *anther* ke putik

(*stigma*) pada bunga tanaman.

Polinasi tanaman dapat terjadi oleh faktor abiotik dan biotik, faktor abiotik adalah angin dan air (20%), sedangkan biotik dilakukan oleh hewan dengan presentase mencapai 80%, yang meliputi kelelawar, lalat, kupu-kupu, kumbang, lebah dan serangga lainnya. Mayoritas faktor biotik tersebut adalah serangga dan lebahlah yang mendominasi penyerbuk tersebut (*Anthophila*). Sekitar 17.000 spesies lebah yang telah dideskripsikan dan 30.000 spesies lebah liar sebagai polinator (Calderone 2012). Di Amerika Utara dilaporkan terdapat sekitar 4.500 spesies lebah dan mayoritas merupakan lebah soliter, sedangkan 49 spesies lebah bumble, 41 spesies juga ditemukan US dan 11 spesies di Mexico (Michener 2000). Tepedino *et al* (2006) mengatakan bahwa di Western Nebraska ditangkap 12 spesies lebah yang mengunjungi bunga *Penstemon haydenii*. Padyakova *et al* (2013) mayoritas yang mengunjungi bunga virgin (*Hypoestes aristata*) di Cameron adalah golongan lebah.

Berdasarkan potensi lebah sebagai polinator tersebut, maka efek yang diberikan adalah peningkatan hasil produksi di bidang pertanian pada beberapa negara yang telah memanfaatkannya. Sebagai contoh di Amerika Serikat selama periode tahun 1992-2009 dapat meningkatkan secara linier produksi pertanian dari 7,16 ton/ha menjadi 8,16 ton/ha dengan total nilai yang diberikan mencapai 16,03 billion dolar US (Calderone 2012). Adanya lebah penyerbuk para petani pear, timun (cucumber), dan semangka di Taiwan dapat menghemat biaya pekerja masing-masing sebesar 85%, 90% dan 80% (POST 2010). Peningkatan produksi tanaman-tanaman yang langsung tergantung (*Directly dependent crops/DD*) oleh kehadiran lebah mencapai 12,4 Bellion Dolar Amerika, sementara untuk tanaman-tanaman yang tidak langsung tergantung (*Indirectly dependent crops/ID*) oleh lebah meningkat sampai 6,8 Bellion Dolar Amerika (Calderone 2012).

Lebah selain berperan dalam membantu peningkatan produksi tanaman melalui penyerbukan juga dapat memberikan produk-produk komersial yang bernilai ekonomis tinggi, seperti madu, propolis, beepollen, dan royal jeli. Sehingga lebah madu ini dapat dikatakan memiliki empat tambang emas dalam tubuh lebah. Keempat emas tersebut adalah emas kuning, coklat, hitam dan putih. Emas kuning berupa beepollen, emas coklat adalah madunya, propolis merupakan tambang emas hitam dan royal jeli adalah emas putihnya. Produk²²⁴ produk tersebut hanya dihasilkan dari spesies-spesies lebah madu (honey bee). Madu merupakan cairan kental yang dihasilkan oleh lebah dari berbagai sumber nektar, baik itu berasal dari floral ataupun ektrafloral. Madu telah dikenal dengan berbagai manfaat bagi kesehatan manusia dan bahan industri obat-obatan serta memiliki nilai ekonomis tinggi. Harga madu sangatlah tergantung dari jenis madu dari lebah bersengat atau tak bersengat, asal madu apakah madu hasil ternak lebah atau lebah liar, dan kualitasnya. Harga madu murni di kota Mataram sangat bervariasi

dari Rp 100.000 hingga Rp150.000 per botol (620 cc).

Beepollen merupakan tepungsari dari berbagai **bunga tanaman** (pollen) yang dikumpulkan oleh lebah pekerja sebagai sumber **protein** lebah. Beepollen memiliki kandungan nutrisi yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh manusia, terutama untuk **meningkatkan** dan memperbaiki sel-sel tubuh. Sihombing (2005) menyatakan bahwa *bee pollen* mengandung 10 jenis asam amino esensial, asam lemak esensial, 10 jenis mineral, vitamin A, B, C, D, dan E, hormon pertumbuhan, hormon reproduksi dan berbagai jenis alkaloid yang mempunyai khasiat dalam melakukan stabilisasi metabolisme sel dan pertumbuhan sel (regenerasi-rehabilitasi) pada umumnya. Harga beepollen mencapai Rp 500.000 per kg, **hingga** merupakan salah satu tambang emas dari tubuh lebah.

Royal jelly merupakan cairan berwarna **putih** susu seperti susu kental yang dihasilkan oleh kelenjar **hypopharyngeal** lebah-lebah pekerja. Royal jelly merupakan pakan larva calon ratu lebah dan sedikit untuk bakal lebah jantan. Adanya keistimewaan royal jelly tersebut membuat **para** pakar melakukan penelitian-penelitian tentang kandungan dan kasiatnya dalam royal jelly.

Hasil penelitian para ahli, menyatakan bahwa Royal Jelly mengandung senyawa-senyawa alami yang bermanfaat bagi kesehatan manusia. Dari hasil analisis kimia menunjukkan bahwa Royal Jelly mengandung: 66,05% substansi pelembab; 12,34% protein; 5,46% lemak; 2,49% substansi tereduksi; 0,82% mineral; 2,84% senyawa yang belum diketahui. Kandungan lainnya berupa hormon-hormon alami dan berbagai vitamin seperti vitamin B Kompleks (Tiamin, Piridoksin, Riboflavin, Niacin, asam Panthotenat, Biotin, Inositol asam Folat), vitamin A, vitamin C dan vitamin E (sebagai antioksidant), 20 macam asam amino (14 diantaranya adalah asam amino esensial), asam Nucleat dengan ikatan DNA-RNA mempertahankan kerja seluruh sistem sel di dalam inti sel dengan demikian memperkuat sel, protein dalam bentuk Gelatin – Kolagen dan Asam lemak esensial serta berbagai jenis mineral penting bagi tubuh. Acetyl-Cholin yang berperan untuk menghantar rangsangan saraf atau transmisi impuls saraf, yang dikenal sebagai neurotransmitter atau disebut juga sebagai pengatur sekresi kelenjar-kelenjar tubuh. Gammaglobulin serta asam Decanoic yang merupakan senyawa penting untuk meningkatkan sistem imunitas dan menghalau terhadap serangan infeksi kuman-jamur. Adanya komposisi Royal Jelly yang kompleks dan kaya akan komponen bagi kebugaran, kesehatan bagi kehidupan manusia ini, maka royal jelly merupakan produk lebah yang sangat mahal nilainya. Di era kemajuan jaman teknologi farmasi dan kedokteran ini royal jelly ini dapat dikemas dalam dua formulasi, yaitu cair dan tablet. Harga masing-masing kemasan sangat bervariasi tergantung merek dagangnya, namun secara umum dapat mencapai Rp 375.000 untuk satu botol Royal jelly cair dengan berat 150 g dan 30 tablet 15 mg mencapai Rp 150.000.

²¹⁴ Propolis merupakan suatu zat yang dihasilkan oleh lebah madu (pekerja) yang diambil dan dikumpulkan dari getah tanaman (resin) yang keluar dari berbagai organ tanaman, seperti batang, ranting, kuncup ataupun daun dan organ tanaman lainnya. Warna propolis sangat bervariasi, tergantung dari sumber getah yang tersedia di alam dan umumnya berwarna coklat tua bersifat lengket pada kondisi ⁹⁴ temperatur kamar dan keras serta rapuh bila berada pada temperatur rendah. Komposisi Propolis yang baru dipanen dari sarang lebah umumnya terdiri dari kurang lebih 50% resin, 30 % lilin lebah, 10 % essential oils, 5 % Pollen dan 5 % sisa-sisa tanaman. Hasil analisis kimia lainnya juga ¹³³ telah berhasil ditemukan beberapa zat kimia, seperti : *Viscidone*, *naphthoquinone epoxide*, dan ¹³³ asam-asam prenylated (*prenylated acids*) seperti asam *4-hydroxy-3,5-diprenyl cinnamic acid*, *sinapic acid*, *isoferulic acid*, *caffeic acid*, dan *chrysin*.

¹⁵³ Propolis digunakan oleh lebah untuk menutup lubang dan sterilisasi sarang. Propolis bersifat disinfektan (*antimicrobial*) yang membunuh semua patogen yang masuk ke sarang ³¹³ h. Dengan demikian semua yang ada di dalam sarang tersebut yang meliputi *ratu lebah*, telur, larva, pupa, lebah pekerja, dan hasil simpanannya (madu, beepollen, dan royal jeli) terhindar dari serbuan mikroba seperti, bakteri, jamur, dan virus. Adanya manfaat propolis ini dalam melindungi lebah dan kebugarannya, maka banyak penelitian yang tertarik dan tertuju pada propolis untuk kesehatan manusia. Sekarang telah banyak dukungan dari penelitian dan teknologi modern yang telah banyak menemukan kasiat propolis untuk mengatasi berbagai macam penyakit manusia. Adanya sejumlah besar kasiat propolis ini bagi manusia di bidang kesehatan dan kedokteran, maka harga propolis pun menjadi tinggi dan cukup memberikan peluang emas ²⁷⁴ di bidang perekonomian. Harga propolis mentah per kilogramnya mencapai **sekitar Rp 500.000 hingga Rp 650.000**. Harga propolis yang telah diekstrak dalam kemasan memiliki harga yang bervariasi, seperti dalam botol 6 ml mencapai Rp 100.000 dan 15 ml mencapai Rp 200.000.

Di samping peran lebah bagi kesehatan manusia dengan produk-produk yang dihasilkan tersebut di atas lebah juga dapat secara langsung sebagai bahan terapi kesehatan, yaitu melalui terapi sengat lebah (terapi venom/racun). Terapi sengat lebah dikenal dengan istilah apipunktur yang merupakan bagian dari apiterapi. Apipunktur merupakan terapi dengan memanfaatkan racun lebah (*bee venom*) yang dikeluarkan pada saat lebah menyengat. Terapi ini menggunakan metode akupunktur dengan menggunakan ser ¹⁷⁴ lebah. Tidaklah semua lebah dapat dijadikan sebagai bahan terapi, hingga saat ini baru ada dua spesies lebah yang biasa digunakan, yaitu *Apis mellifera* dan *Apis cerana*. Hal ini disebabkan karena spesies-spesies lebah lainnya racunnya sangat kuat sehingga bisa fatal akibatnya. Sebagai contoh *Apis dorsata* atau lebah Africa yang dikenal sebagai lebah pembunuh hewan bahkan manusia bila kehidupannya terganggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara keseluruhan racun sengat lebah mengandung **sekitar 120 komponen kimia aktif dan baru 40-an komponen yang**

7 sudah terdeteksi, diantaranya 11 peptida, 5 enzim, 3 amine, karbohidrat, lemak, dan asam amino. Peptida yang paling berperan adalah melittin, apamin, Mast Cell Degranulating Peptida, dan adolapin. Komponen zat tersebut akan berfungsi sebagai anti radang, anti jamur, anti bakteri, anti pyretic, serta merangsang hormon ACTH. Hormon ACTH dapat merangsang cortex adrenal untuk memproduksi hormon kortison lebih banyak Enzim utama dalam racun lebah adalah hyaluronidase dan fosfolipase A. Hyaluronidase memecah cairan antar sel sehingga racun lebih cepat menyebar di antara sel, sedangkan fosfolipase A merusak fosfolipid yang menyebabkan kematian sel.

Hubungan antara lebah dan tanaman yang terjadi di alam banyak yang belum jelas diketahui, kecuali sebagai penyerbuk tanaman dengan mengumpulkan pollen dari bunga satu ke bunga lainnya dan menghisap nektar sebagai pakan lebah dan koloninya. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa lebah mampu mengusir kehadiran hama tanaman di kebun. Tautz and Rostas (2008) melakukan percobaan dengan menggunakan dua kurungan kasa yang berisikan 10 pot tanaman lada dan 10 pot tanaman kedelai. Masing-masing tanaman diinfestasikan dengan ulat tentara/armyworm (*Spodoptera* sp.). Salah satu kurungan dihubungkan dengan kotak (stup) sarang lebah dan yang lainnya sebagai kontrol (tidak dihubungkan dengan kotak sarang lebah). Setelah 18 hari dilakukan pengamatan menunjukkan bahwa kedua tanaman baik itu lada (*peppers*) dan kedelai (*soybean*) yang dihubungkan dengan kotak sarang lebah serangan ulat *Spodoptera* sp. berbeda nyata. Secara kualitatif dapat dikatakan bahwa kedua tanaman yang dilindungi lebah mendapatkan serangan hama tiga kali lipat lebih ringan daripada yang tidak diperlakukan dengan lebah. Secara ekologi dapat dikatakan bahwa tanaman-tanaman yang sering kali dilalui terbang lebah akan menurunkan kerusakan oleh hama ulat.

Disisi positif peran lebah sangatlah banyak seperti yang telah diuraikan di atas bagi kehidupan manusia ataupun tanaman, namun lebah juga dapat memberikan peran negatif bagi kehidupan manusia, hewan dan tanaman. Peran negatif dari lebah bagi kehidupan tanaman, manusia dan hewan diantaranya adalah: lebah sebagai hama tanaman, perusak kayu bangunan, dan pembunuh hewan bahkan manusia dapat dibunuh oleh kawanan lebah (koloni).

Beberapa spesies lebah dalam aktivitas dan perilakunya dapat menyebabkan kerusakan tanaman sehingga dianggap sebagai serangga hama. Lebah madu, spesies *Apis mellifera* yang sangat produktif menghasilkan madu dan produk lainnya, pada beberapa kasus dikatakan sebagai hama. Di Uganda tanaman *Alnus* banyak digunakan sebagai firewood, poles, stakes, fodder, timber, shelter dan pengobatan herbal diserang oleh lebah *Apis mellifera*. Ada dua spesies tanaman *Alnus*, yaitu *A. acuminata* Kunth dan *A. nepalensis* D. Don. (*Betulaceae*) yang diserang oleh lebah. Nyeko *et al* (2002) melaporkan bahwa

intensitas kerusakan akibat serangan *A. mellifera* mencapai lebih dari 90% pada daun-daun muda per ranting *Alnus acuminata* setiap bulannya pada saat musim kering. *Apis mellifera* lebih menyukai *Alnus acuminata* daripada *Alnus nepalensis* (Nyeko *et al* 2002). Lebah menggigit dan merusak daun-daun muda, pucuk ataupun tunas pohon *Alnus* untuk mengumpulkan getah (prpolis) yang dikeluarkan akibat luka.

Lebah pemotong daun (*leafcutter bee*) dalam populasi tinggi dapat merusak tanaman, khususnya tanaman-tanaman hias seperti mawar atau tanaman lainnya. Lebah melakukan pemotongan daun sebagai sarang bertelur dan membesarkan larva lebah. Lebah pemotong daun ini tidak memakan daun seperti halnya serangga hama lainnya apakah itu ulat ataupun belalang. Lebah pemotong daun memotong lamina daun berbentuk setengah lingkaran membentuk seperti bulan sabit. Potongan-potongan daun tersebut digunakan untuk membuat sarang yang telah dibuatnya pada kayu-kayu atau ranting yang telah kering. Sebagai contoh spesies *Megachile rotundata* (Fabricius) yang menimbulkan kerusakan pada pertanaman mawar di Amerika (Keith 2013). Adanya kerusakan daun ini membuat tanaman banyak kehilangan daun sehingga secara tak langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Jenis lebah lain yang dianggap sebagai perusak bangunan adalah *carpenter bee* (lebah penggerek kayu). Sama dengan lebah pemotong daun jenis lebah ini juga tidak mengkonsumsi kayu sebagai makannya, namun sebagai sarang untuk meletakkan telur dan memperbesar larva atau keturunannya. Perilaku lebah yang demikian ini seringkali memberikan kerusakan pada kayu-kayu bangunan rumah seperti tiang rumah, kursi kayu, kusen pintu, cendela atau bangunan lainnya. Kerusakan ini terasa sangat merugikan pada bangunan-bangunan bersejarah, seperti rumah-rumah adat yang sebagian besar bahannya terbuat dari kayu. Sebagian besar spesies penggerek kayu (*carpenter bee*) ini dari genus *Xylocopa* yang tersebar luas di daerah tropis maupun subtropis.

Peran negatif lebah yang mengerikan adalah lebah-lebah pembunuh (*killer bee*) hewan liar ataupun peliharaan bahkan manusiapun dapat menjadi sasaran dari koloni lebah pembunuh ini. Lebah ini merupakan lebah Afrika yang dikenal dengan Africans honey Bee/AHB, *Apis mellifera scutellata*. Spesies lebah ini terkenal dengan keagresifannya dan keganasannya, sehingga disebut sebagai lebah pembunuh (*killer bees*). Dilaporkan pada bulan Juli 2013 di Pantego Texas koloni lebah (30.000 lebah) membunuh kuda, ayam dan anjing peliharaan dan menyerang dua orang hingga sakit (CSMonitor.com 2013). Satu bulan sebelumnya tepatnya pada tanggal 2 Juni 2013, koloni lebah membunuh seorang laki-laki yang tanpa sengaja merobohkan pohon yang dihuni oleh koloni lebah africa dengan perkiraan mencapai 40.000 lebah. Kejadian tersebut juga menyebabkan saudara perempuannya menderita serious akibat sengatan lebah

(*Johnson M.A.* 2013). Diberitakan juga bahwa lebah pembunuh Afrika ini setidaknya membunuh 1-2 orang per tahunnya di Amerika.

II. LEBAH MADU (HONEY BEES)

2.1. Pengertian Lebah Madu (Honey bee)

Lebah madu (*honey bee*) merupakan golongan lebah yang dalam aktifitas kehidupannya menghasilkan madu (*honey*). Madu diambil dan dikumpulkan dari nektar bunga tanaman (*floral nectar*), nektar non bunga (*extra floral*) dan atau embun madu (*honeydew*). Nektar dibawa oleh lebah madu dengan jalan mengumpulkan dalam perut madu (*honey stomach*) yang disebut juga dengan Crop (tembolok). Perut lebah ini memiliki katup/klep stomadeal (*muscular/stomadeal valve*) yang berfungsi untuk mengatur agar nektar yang dibawa tidak lolos ke perut tengah (*ventriculus*) hingga penuh sesuai dengan kapasitasnya (rerata sekitar 70 mg nektar). Nektar yang terkumpul selanjutnya dibawa ke sarang untuk selanjutnya ditransfer ke lebah pekerja muda untuk diproses dalam perut lebah secara enzimatis. Gula-gula kompleks dari nektar tersebut dipecah menjadi gula-gula sederhana oleh enzim invertase dalam perut lebah pekerja muda. Proses ini dikenal sebagai inversi berlangsung selama hampir setengah jam, yaitu memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Proses kedua adalah aksi enzimatis yang dikenal dengan oksidase glukosa. Tahapan ini adalah mengubah sebagian kecil dari glukosa menjadi hidrogen peroksida dan asam glukonat. Asam glutamat ini berfungsi untuk mengubah madu ke dalam lingkungan asam dengan pH sangat rendah berkisar antara pH 3-5. Proses berikutnya adalah deposit tetesan kecil lebah madu pada sisi atas dari sel-sel madu. Tahapan terakhir adalah proses penguapan kadar air dari 80% menjadi hanya 17-18% dan memberikan tekanan osmotik tinggi, dengan jalan mengipas-ngipaskan kedua sayapnya.

Tidak semua golongan lebah menghasilkan madu atau yang disebut sebagai lebah madu (*honey bee*). Diketahui hanya tiga Tribe lebah yang dapat menghasilkan madu, yaitu Apini (*true honey bee*), Meliponini (*stingless bee*) dan Bombini (*bumble bee*) Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Tiga kelompok lebah madu

Spesies-spesies Apini dan Meliponini telah banyak dikembangkan dan

dibudidayakan (Slaa *et al.* 2006). Supeno dan Erwan (2012) mengatakan bahwa di Kabupaten Lombok Barat telah berkembang budidaya lebah madu Meliponini. Hasil identifikasi menunjukkan ada dua spesies lebah madu Meliponini, yaitu *Lisotrigona* sp. dan *Homotrigona* sp. (Supeno dan Erwan 2012).

Lebah madu lainnya yang masih belum digali potensinya, yaitu lebah bumble (*bumble bee*) dari genus *Bombus*. Lebah madu golongan bumble ini masih belum digali potensinya sebagai penghasil madu, karena produksi madu dalam koloni yang kecil sekali. Di Indonesia baru diketahui ada lima spesies lebah madu Bombini yang tersebar di pulau Sumatra (Engel 2012).

2.2. Membedakan Lebah Dan Bukan Lebah

Lebah atau bukan bila kita melihat serangga yang mengunjungi bunga-bunga di pekarangan, kebun atau taman. Bagi seorang entomologis atau orang yang berpengalaman dalam dunia lebah tentunya tidak mengalami kesulitan untuk menentukan apakah itu lebah atau bukan, namun bagi seorang pemula tentunya akan mengalami kesulitan.

Ada dua jenis serangga yang sering membuat kita bingung menentukan apakah itu termasuk lebah atau bukan, yaitu lalat (*flies*) dan tabuan (*wasps*). Kedua serangga tersebut akan lebih membingungkan lagi bila ukuran dan corak tubuhnya mendekati karakter lebah.

Untuk non-entomologis atau pemula mempelajari lebah dapat melakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop binokuler atau lensa pembesar biasa (*loupe*) untuk melihat karakter morfologi pada masing-masing contoh serangga. Beberapa karakter morfologi dan langkah-langkah dalam membedakan lebah atau bukan dapat disajikan seperti berikut:

1. Untuk membedakan lebah dengan lalat yang menyerupai lebah (Famili Syrphidae) sangatlah mudah. Lalat memiliki satu pasang sayap sedangkan lebah dua pasang (Gambar 2.2.) Antena lalat adalah pendek dan satu ruas yang membesar dengan satu rambut, sedangkan lebah memiliki antena lebih dari satu ruas 12-13 ruas (Gambar 2.3.) Tubuh lalat berbulu tunggal atau tidak bercabang sedangkan lebah bercabang.

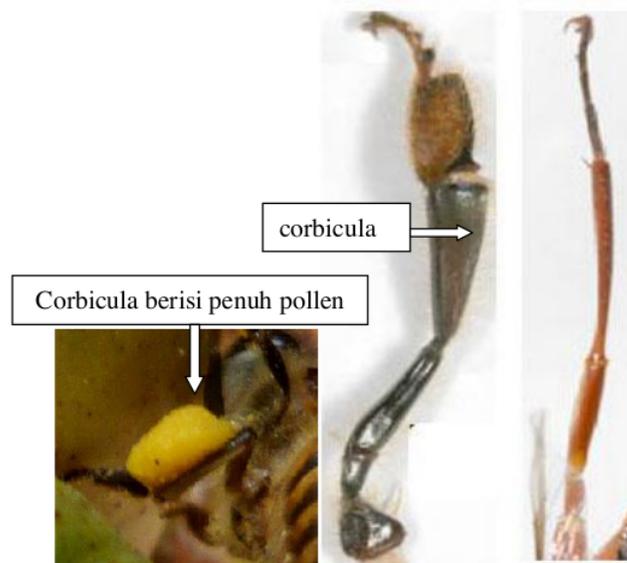


Gambar 2.2. Sayap lalat ada satu (kiri) dan sayap lebah ada dua (kanan)



Gambar 2.3. Antena lalat (kiri) dan antena lebah (kanan)

2. Untuk membedakan lebah dengan golongan tabuan yang masih dalam ordo yang sama dengan lebah, dapat dibedakan dengan karakteristik morfologi. Karakter morfologi yang sangat cepat bisa digunakan adalah tipe alat mulut, organ pengumpul pollen, dan petiole
3. Tipe alat mulut tabuan adalah penggit dan pengunyah, sedangkan untuk lebah mengalami evolusi adalah pengisap dan pengigit.
4. Karakter kuat lain yang membedakan antara lebah dan tabuan adalah ada tidaknya organ pengumpul pollen untuk lebah sedangkan tabuan tidak memilikinya (Gambar 2.4.).



Gambar 2.4. Tungkai belakang dengan organ alat pengumpul pollen (*corbicula*) berisi pollen dan kosong dan tungkai yang tidak memiliki corbicula (paling kanan).

Organ ini biasanya terdapat pada tungkai belakang (lebah madu) atau di bawah abdomen untuk leaf cutter atau didalam tubuhnya (internal), seperti *Hylaeus* sp. dan *Lestrimelitta* sp. membawa pollen di dalam kantung perutnya.

5. Karakter lain bila alat pengumpul pollen ini tidak terlihat atau terdapat di dalam tubuh lebah (internal), maka beberapa karakter yang bisa digunakan , yaitu rambut yang menyelimuti tubuh lebah dan ada tidaknya petiole yang memisahkan antara toraks dan abdomen.
6. Tabuan selalu tampak jelas petiolenya sedangkan lebah umumnya tidak memiliki petiole (Gambar 2.5.)



Gambar 2.5. Petiole pada tabuan (kiri) dan tubuh lebah tanpa petiole (kanan).



Gambar 2.6. Foto rambut lebah (2e) dan gambar rambut non-lebah(2f).

7. Tubuh Lebah umumnya ditumbuhi oleh rambut-rambut yang bercabang (plumose) dan atau kebanyakan lebah juga mempunyai rambut yang tidak bercabang yang tersebar diseluruh bagian tubuhnya. Sedangkan untuk sebagian besar spesies anggota dari ordo Hymenoptera lainnya rambutnya sederhana, kaku dan tunggal atau tidak bercabang (Gambar 2.6.);

8. Hanya spesies semut dari famili Mutillidae (semut beludru, *velvet ant*) yang memiliki rambut tubuhnya bercabang (Gambar 2.7.) dan mudah untuk membedakan antara lebah dengan golongan semut ini, yaitu melihat semut betinanya yang tidak bersayap.



Gambar 2.7. Semut bludru (*velvet*) jantan

9. Rambut-rambut lebah sebagian besar selalu mengelilingi pronotal lobe atau pada propodeum ;
10. Rambut-rambut lebah kadang-kadang nampak seperti wol dan lebih banyak nampak bercabang ataupun juga mungkin tidak bercabang pada beberapa kasus;
11. Beberapa kasus percabangan rambut-rambut lebah ini sangat terlalu halus dan lembut sehingga memerlukan suatu perbesaran yang lebah besar lagi.

2.3. Identifikasi Lebah

Identifikasi sangatlah diperlukan, khususnya bagi yang ingin mendalami lebah tidak cukup hanya membedakan lebah atau bukan lebah, namun perlu membedakan antara lebah satu dengan lebah lainnya, hingga tingkat famili. Sedangkan untuk mencapai tingkat spesies sangatlah sulit dan memerlukan waktu yang lama untuk mengidentifikasi. Hal ini disebabkan karena jumlah spesies lebah yang telah diketahui di dunia sangat besar, yaitu berkisar antara 20.000 – 35.000 spesies lebah. Buku ini diberikan cara-cara identifikasi hingga mencapai tingkat famili saja, bilaperlu sampai tingkat genus.

Lebah madu termasuk dalam kelas serangga (insecta) ordo Hymenoptera, subordo Apoidea, superfamili Apoidea.

Superfamili Apoidea memiliki karakter morfologi yang membedakan dengan superfamili lainnya antara lain : (1) Tibia tungkai belakang tidak memiliki taji (spur) dengan ruas antena kurang atau sama dengan 13, bila memiliki satu atau dua taji telah termodifikasi dalam bentuk calcar; (2) ruas pertama metasomal seperti node, terdapat garis, lebah pekerja bersayap dan terdapat metapleurale gland; (3) tubuhnya diselubungi oleh rambut-rambut yang lebat dan bercabang,

semua kasta dalam koloni bersayap dan belum pernah dijumpai yang tidak bersayap, dan basitarsus tungkai belakangnya menebal dibanding tarsus-tasus berikutnya (Houston dan Michener 1991).

Superfamili Apoidea dipisahkan menjadi sembilan (9) famili, yaitu Colletidae, Andrenidae, Megachilidae, Halictidae, Oxaeidae, Anthophoridae, Mellitidae, Fideliidae, dan Apidae. Ke sembilan famili tersebut diatas memiliki 16 karakter morfologi yang dapat membedakan satu sama lainnya. Karakter-karakter tersebut adalah (1) jumlah sutur subantena; (2) letak sutur subantena ke luar atau ke dalam; (3) ada tidaknya foveae pada muka; (4) bentuk labrum; (5) bentuk ujung glosa; (6) memiliki flabelum atau tidak; (7) ukuran galea; (8) jumlah ruas dan bentuk labial palpinya; (9) keberadaan sutur pre-episternal; (10) ada tidaknya basitibial plate; (11) letak scopa ada di tibia atau organ lainnya dan kemilikan scopa; (12) Mempunyai pygidium atau tidak; (13) Ukuran jugal lobe; (15) Ada tidaknya arolia; dan (16) keberadaan sel marginal pada sayap depan (Stephen 1969). Semua karakter tersebut dalam memudahkan identifikasi disusun dalam kunci dikotomi famili dari superfamili apoidea.

Famili Apidae memiliki tiga sub-famili, yaitu Xylocopinae, Nomadinae dan Apinae. Subfamili Apinae terpilahkan menjadi 19 tribe dan tiga diantaranya yang dimiliki oleh lebah Madu. Ketiga tribe tersebut adalah Apini (*Apis honeybees*), Meliponini (*stingless bee*), and Bombini (*bumblebee*). Secara hirarqi sistematika dari lebah madu tampak seperti berikut.

Kingdom	: 475	malia
Filum	: 253	Arthropoda
Kelas	:	Insecta
Ordo	:	Hymenoptera
Sub-ordo	:	Apocrita
Superfamili	:	Apoidea
Famili	:	Apidae
Sub-famili	:	Apinae
Tribe	:	Apini
Tribe	:	Meliponini
Tribe	:	Bombini

2.3.1. Kunci identifikasi dari 3 Tribe lebah madu sub-famili Apinae

Ada tiga Tribe lebah madu, khususnya yang ada di Indonesia, yaitu Apini, Meliponini dan Bombini. Ketiga tribe tersebut dapat dibuatkan kunci determinasi seperti berikut (Engel 2012):

- 1 Terdapat jugal lobe pada sayap belakang, memiliki metatibial spur, arolia, dan tidak ditemukan adanya groove mandibel 2
Tidak ditemukan jugal lobe pada sayap belakang, tidak memiliki

metatibia spur, tidak mempunyai arolia ataupun kalau ada tereduksi atau tidak kelihatan, memiliki groove mandibel **Bombini**

- 2 Venasi diskal sayap depan tereduksi, marginal sel umumnya terbuka hingga sampai ujung, kuku pratarsalnya sederhana, penicillium tampak pada lebah pekerja, tidak memiliki auricle, sengat tereduksi atau tidak memiliki **Meliponini**

Venasi diskal sayap depan lengkap, marginal selnya panjang dan dengan batas yang tegas oleh rangka tabular, pretarsalnya berkuku dua, lebah pekerjanya memiliki penicillum, mempunyai auricle, memiliki sengat **Apini**

2.3.2. Penggolongan Lebah Madu

Penggolongan lebah sangatlah variatif tergantung dari sudut pandang apa dalam memilahkannya lebah tersebut. Pada dasarnya penggolongan lebah ini adalah untuk memudahkan dalam mengenali dan mempelajarinya.

Lebah (*bee*) dimasukkan ke dalam golongan serangga dengan karakteristik yang umum dimiliki oleh serangga yaitu tubuhnya terbagi menjadi tiga bagian (kepala, toraks dan abdomen). Jumlah tungkai yang dimiliki adalah tiga pasang atau enam tungkai (*hexapoda*).

Penggolongan lebah yang telah lama dikenal, yaitu lebah yang mampu menghasilkan madu, sehingga dalam penamaannya disebut sebagai lebah madu (*honey bees*). Lebah penghasil madu yang telah lama dikenal orang, yaitu lebah dari golongan Genus *Apis*. Selain Genus *Apis* ditemukan juga golongan lebah penghasil madu adalah Genus *Trigona* (*stingless bees*) dan *Bombus* (*bumble bees*). Penamaan lebah madu tersebut tentunya membawa konsekuensi dan pertanyaan apakah ada golongan lebah yang tidak menghasilkan madu ?. Jawaban tersebut adalah ada. Beberapa golongan lebah tidak menghasilkan madu, seperti lebah pemotong daun (*leaf cutter*) dan lebah parasitoid.

Secara internal dalam kelompok lebah yang hidupnya sosial (*eusocial*) itu sendiri, lebah dapat digolongkan berdasarkan kastanya, yaitu lebah ratu, lebah jantan dan lebah pekerja. Lebah ratu merupakan yang memimpin dan menjaga kelompoknya, khususnya dalam kelangsungan hidup. Hanya satu ekor lebah ratu dalam satu kelompok (*lani*) lebah dan mempunyai ukuran tubuh paling besar, yaitu dapat mencapai 2,8 kali berat tubuh lebah pekerja. Lebah ratu berreproduksi sepanjang hidupnya dan seekor lebah ratu mampu menghasilkan telur sekitar 175.000-200.000 butir setiap tahunnya. Umur lebah ratu lebih panjang dibandingkan dengan lebah pekerja yakni mampu hidup hingga 3-5 tahun sedangkan lebah pekerja hanya hidup sekitar 40 hari (Gojmerac 1983; Wilson 1991 dan Pusbahnas 2008). Lebah jantan (*drone*) memiliki ukuran tubuh lebih kecil dari ukuran tubuh lebah ratu dan lebih besar daripada lebah pekerja dan

bersifat tidak agresif. Selain ukuran tubuh, lebah jantan dapat dibedakan dari mata majemuknya ⁸² lebih besar dan memiliki jumlah faset yang lebih banyak dibandingkan mata lebah pekerja dan lebah ratu. Probosis lebah jantan tereduksi atau tidak memilikinya dan juga tidak memiliki corbikula (kantong polen) pada tungkai belakangnya. Kenyataan ini menunjukkan bahwa lebah jantan tidak berperan untuk mengumpulkan polen ataupun nektar. Lebah jantan juga tidak mempunyai sengat (sting) khususnya untuk kelompok lebah dari genus *Apis*. Peran lebah jantan dalam kelompoknya adalah sebagai pejantan, yaitu hanya mengawini lebah ratu. Lebah jantan mampu mengawini ratu sejak berumur 4-14 hari (tergantung cuaca) dengan terbang pertama dilakukan pada umumnya sore hari dan terbang untuk kawin pertama kali dilakukan pada hari ke 12 selama 30-60 menit (Gojmerac 1983). Selama hidupnya lebah jantan melakukan terbang mencapai 25 kali selama 21 hari dan bila terjadi perkawinan maka lebah jantan akan segera mati (Gojmerac 1983). Winston (1991) menyatakan bahwa dalam satu koloni lebah *A. cerana* terdapat 660 – 3.960 lebah jantan dengan jumlah rata-rata 2.400 ekor. Lebah pekerja (*worker*) memiliki ukuran paling kecil semua lebah pekerja berkelamin betina namun memiliki *ovary* sangat kecil dan tidak mampu menghasilkan telur. Bentuk tubuhnya ramping dan mempunyai sengat yang lurus dan berduri untuk melindungi koloni dan sarangnya dari hewan pengganggu atau pengganggu lainnya.

Secara morfologi luar tubuh lebah madu (*external morphology*) yang sangat khas seperti ada tidaknya sengat yang dimiliki oleh lebah betina, maka ada yang menggolongkan atau menyebutnya sebagai lebah tanpa sengat (*stingless bees*). Lebah tanpa sengat ini dimiliki oleh lebah dari genus *Trigona*. Beberapa spesies lebah madu memiliki ukuran tubuh yang besar dan berbulu lebat serta mengeluarkan suara yang khas, maka dikelompokkan sebagai lebah bumble (*bumbles bees*). Seperti yang dimiliki spesies lebah dari Genus *Bombus*.

Lebah berdasarkan perilaku hidupnya dapat dipisahkan menjadi dua golongan, yaitu lebah yang hidupnya sebagai serangga sosial atau eusocial (berkoloni) dan lebah yang hidupnya menyendiri (*solitary*). Stephen (1969) memisahkan lebah menjadi tiga golongan berdasarkan perilakunya, yaitu lebah sosial, semi-sosial dan solitary. Dilaporkan juga bahwa ratusan spesies lebah di Northwestern America diperkirakan sepuluh persennya (10%) merupakan lebah sosial atau semi-sosial, sepuluh persennya lagi adalah lebah parasitoid dan sisanya (80%) berupa lebah solitary. ²³¹ Lebah sosial adalah kelompok lebah yang hidupnya terorganisir yang terdiri dari lebah ratu, lebah pejantan dan lebah pekerja. Lebah ratu sebagai pemimpin koloni dan bertanggung jawab dalam kelangsungan hidup koloninya. Semua anggota kelompok (koloni) sangat taat dan tunduk terhadap sang lebah ratu, sehingga kemana aja mereka pergi semua koloni akan mengikutinya. Status sosial lainnya adalah lebah jantan (*drones*) ini jumlahnya

sedikit dan bertugas untuk mengawini sang lebah ratu dan membantu menjaga sarang. Tingkat terakhir status sosial lebah dalam koloninya adalah lebah pekerja (*workers*) yang mempunyai fungsi yang besar, sebagai pembersih sarang, pencari pakan berupa nektar dan pollen bunga tanaman, sebagai perawat dan pengasuh larva-larva yang dihasilkan oleh ratu, penghasil royal jelly makanan lebah ratu hingga menyuapin sang ratu. Lebah solitary (menyendiri) ini dalam aktivitas kehidupannya dilakukan secara mandiri tidak ada lebah pembantu (asisten) lainnya. Selain aktivitas hidupnya yang menyendiri tersebut lebah solitary ini juga tidak melakukan hubungan lagi setelah membuat sarang untuk keturunannya hingga meletakkan telurnya.

Tempat atau lokasi dan perilaku lebah madu dalam membuat sarang juga dapat dijadikan dasar penggolongan lebah. Lebah yang dalam membangun sarangnya di dalam tanah, sehingga dikenal sebagai lebah tanah dan hasil madunya disebut madu tanah. Lebah ini dalam membangun sarang, apakah itu memanfaatkan lorong-lorong yang terjadi secara alami atau bekas sarang tikus atau hewan lainnya ataupun dengan lebah aktif menggali tanah untuk sarang (Tabel 2.1.)

Tabel 2.1. Contoh lebah-lebah yang bersarang di dalam tanah

No.	Famili	Genus
1	Melittidae	<i>Macropis</i>
2	Megachilidae	<i>Paranthidium</i>
3	Apidae	<i>Melissodes</i> <i>Peponapis</i> <i>Svastra</i>
4	Andrenidae	<i>Andrena</i> <i>Caliopsis</i> <i>Perdita</i> <i>Protandrena</i>
5	Halictidae	<i>Agapostemon</i> <i>Augochlorella</i> <i>Augochloropsis</i> <i>Dufourea</i> <i>Halictus</i>
6	Colletidae	<i>Colletes</i>

Beberapa golongan lebah membangun sarangnya dengan jalan membuat lubang-lubang dalam kayu, pohon dan ranting kering, ataupun bangunan-bangunan yang terbuat dari kayu, seperti kusen, kursi atau yang lainnya. Lebah-lebah yang demikian ini dikenal dengan nama lebah pengorok kayu atau *carpenter bees*. Demikian juga untuk lebah-lebah yang membuat sarang dalam

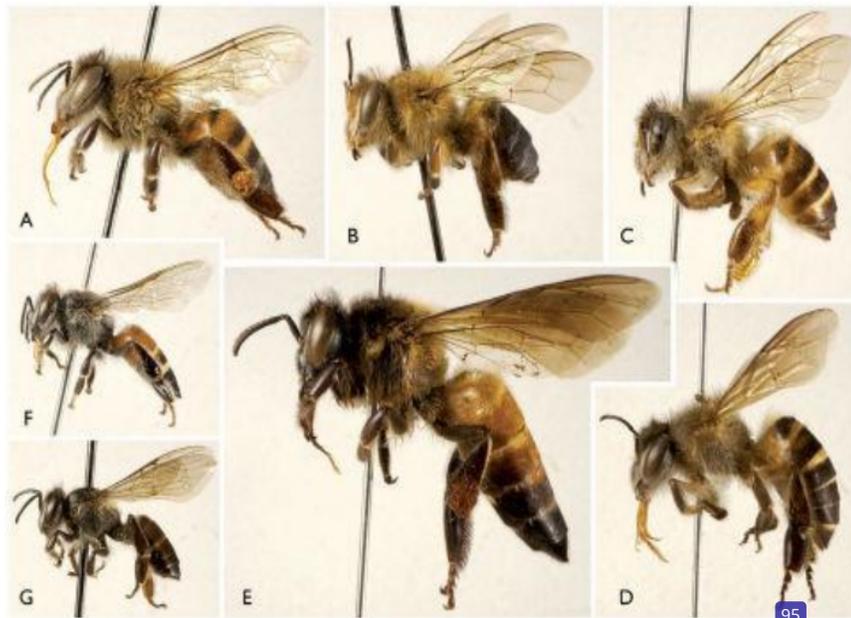
kayu kering seperti carpenter bees, namun lorong tersebut dilapisi oleh daun-daun hasil memotong dedaunan disekitarnya dikenal dengan *leafcutter bees* atau lebah pemotong daun.

Berdasarkan kekhususan pakan yang digunakan oleh lebah, maka lebah dapat digolongkan menjadi lebah generalis dan spesialis. Lebah generalis merupakan lebah-lebah yang dalam mengumpulkan pakan berupa nektar dan pollen yang berasal dari sembarang bunga tanaman. Dalam hal ini lebah tidak memilahkan sumber pakannya, sehingga nektar dan pollen yang ada di sekitarnya dapat dijadikan sebagai sumber pakannya. Sementara lebah yang spesialis adalah lebah-lebah yang hanya mengumpulkan atau satu jenis tanaman masih dalam satu genus sebagai sumber pakan. Sebagai contoh lebah anggrek/*Orchid bees* (Hymenoptera: Apidae: Euglossini), atau lebah polinator dari bunga-bunga tanaman famili Orchidaceae.

Perkembangan dunia lebah telah maju, sehingga ada lebah madu yang telah bisa dternakan atau dibudidayakan dan juga ada lebah yang belum bisa dibudidayakan dengan berbagai tujuan. Atas dasar campur tangan manusia ini lebah dapat digolongkan lebah ternak dan lebah liar (wilds). Golongan lebah ternak ini antara lain lebah dari genus *Apis* dan *Trigona*.

III. LEBAH MADU APIS (APIS HONEY BEES)

Lebah madu dari golongan Apis paling lama dikenal oleh orang dan penyebarannya merata di seluruh Dunia. Lebah madu diklasifikasikan dalam Tribe Apini yang termasuk ke dalam subfamili Apinae dan famili Apidae (Ruttner 1988). Jumlah spesies lebah madu Apis yang telah dideskripsikan di Dunia adalah sepuluh spesies yaitu (Gambar 3.1): *A. mellifera*, *A. cerana*, *A. dorsata*, *A. brevitarsis*, *A. laboriosa*, *A. florea*, *A. andreniformis* (Ruttner 1988; Winston 1991), *A. nigrocincta* (Hadisoesilo & Otis 1996), *A. nuluensis* (Tingek *et al.* 1996) dan *A. koschevnikovi* (Hadisoesilo *et al.* 2008). Satu spesies lebah madu Apis asli benua Africa, yaitu *A. mellifera* dan sisanya merupakan lebah madu asli benua Asia. Sembilan spesies lebah madu Asia tersebut tujuh spesies diantaranya merupakan asli Indonesia *indigenus*



Gambar 3.1. Foto lebah pekerja (workers) pada skala yang sama, (A) *Apis mellifera* Linnaeus, (B) *Apis koschevnikovi* Enderlein, (C) *Apis nigrocincta* Smith, (D) *Apis cerana* Fabricius, (E) *Apis dorsata* Fabricius, (F) *Apis florea* Fabricius, (G) *Apis andreniformis* Smith. (Setelah Engel *et al.* 2009)

Semua spesies lebah madu Apis tergolong dalam serangga sosial atau eusosial yang dicirikan oleh tiga kriteria yang dimiliki oleh lebah madu. Sifat pertama dari lebah madu ini adalah setiap individu larva yang lahir akan dirawat oleh lebah pekerja, dan perawatannya tidak membeda-bedakan antara larva satu dengan yang lainnya, semuanya mendapat perhatian yang sama dari lebah pekerja, kecuali untuk larva-larva calon lebah ratu. Sifat lebah yang kedua adalah reproduksinya tunggal (*monopolizes reproduction*) artinya hanya ratu lebah yang bertanggung jawab atas kelangsungan hidup koloni, sedangkan lebah betina lainnya adalah steril. Bentuk eusosial terakhirnya adalah terjadinya generasi yang overlapping dan pembagian tingkatan (kasta) dalam berkoloni.

Lebah madu sebagai serangga eusosial terdiri dari tiga tingkatan sosial atau kasta, yaitu lebah ratu (*queen*), lebah jantan (*drone*) dan lebah pekerja (*workers*). Masing-masing tingkatan sosial tersebut memiliki pembagian fungsi dan perannya yang jelas dan tegas dari setiap kasta dalam menjalankan kehidupannya berkoloni.

Lebah ratu merupakan satu-satunya lebah dalam satu koloni yang bersifat fertil dan merupakan induk dari semua lebah dalam satu koloninya, baik itu lebah pekerja maupun lebah jantan. Lebah ratu adalah pemimpin yang sangat ditaatinya, sehingga ketika lebah ratu pergi akan diikuti oleh semua anggotanya. Perkembangan lebah ratu berasal dari sel-sel telur yang dibuahi (diploid, $2n=32$) atau heterozygot. Seekor lebah ratu melakukan perkawinan yang berulang-ulang, seperti yang terjadi pada *A. dorsata* mencapai rata-rata 88,5 kali perkawinan (*mating*) dengan lebih dari satu pejantan (*Polyandry*). Ukuran tubuh lebah ratu adalah yang paling besar dalam koloninya. Lebah ratu melakukan perkawinan rata-rata berumur 8-9 hari setelah keluar dari pupa (*emerge*), *A. cerana* lebih awal melakukan perkawinan dibandingkan dengan *A. mellifera*, yaitu 6-8 hari setelah dewasa (Wongsiri, 1995).

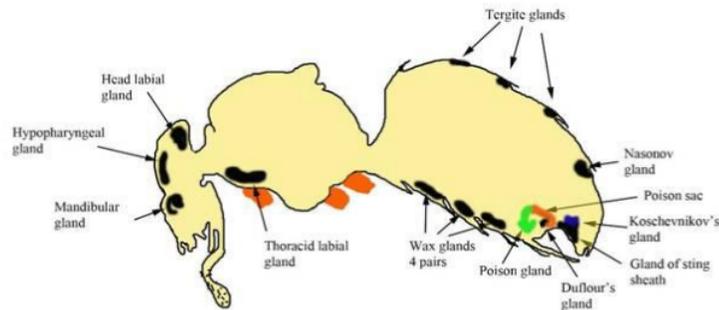
Lebah jantan merupakan kasta kedua setelah lebah ratu dengan ukuran tubuh yang lebih besar daripada lebah pekerja dan lebih kecil dari ukuran tubuh lebah ratu. Lebah jantan berasal dari telur-telur yang tidak dibuahi atau homozygot (haploid, $n=16$). Berdasarkan peran dan fungsinya lebah jantan ini hanya berfungsi sebagai pejantan dari lebah ratu, sehingga tubuhnya tidak memiliki sengat, corbikula atau kelenjar madu. Jumlah lebah jantan dalam koloni tidak banyak berkisar dari puluhan hingga ratusan ekor. Perilaku lebah jantan adalah pemakan cadangan makanan yang banyak (rakus) sehingga bila masa peceklis banyak lebah jantan yang dibunuh oleh lebah pekerja. Aktivitas lainnya adalah terbang untuk membersihkan diri dan mencari lokasi untuk kawin (Drone Congregation Area/DCA). Waktu kawin lebah sangatlah bervariasi tergantung spesiesnya, seperti lebah *A. cerana* di Thailand melakukan perkawinan di udara berkisar antara pukul 15.00 – 17.30. Struktur dan morfologi alat kelamin jantan

(genitalia) adalah sangat khas dan berbeda antara spesies satu dengan lainnya, sehingga saat ini masih digunakan untuk identifikasi karakter spesies lebah.

Tingkatan sosial lebah yang terakhir adalah golongan lebah pekerja (*workers*). Lebah pekerja berasal dari telur-telur yang dibuahi (fertil) atau diploid ($2n=32$), sehingga semuanya berkelamin betina. Lebah pekerja seperti halnya dengan lebah ratu, hanya bedanya ovarium lebah pekerja tidak berkembang sehingga tidak mampu menghasilkan telur dalam kondisi normal. Walaupun lebah pekerja adalah lebah betina yang steril, namun kadang-kadang lebah pekerja ini juga mampu menghasilkan telur haploid ($n=16$) yang menghasilkan lebah jantan. Jumlah lebah pekerja ini adalah yang paling besar dalam koloninya, bisa mencapai 20.000 – 60.000 ekor/koloni dan tergantung pada spesies dan musim atau iklim.

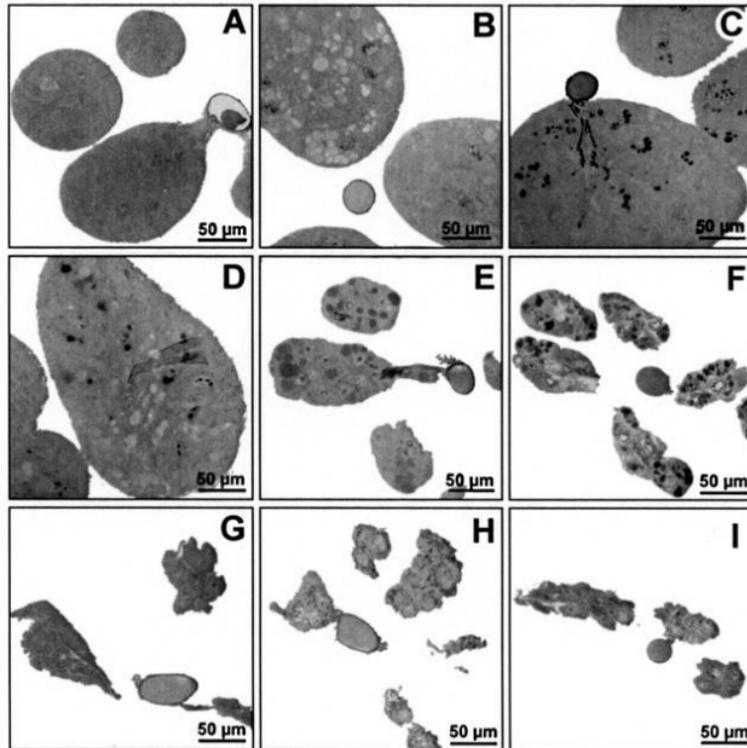
Lebah pekerja memiliki peran dan tugas yang banyak, yaitu membersihkan sarang, merawat larva, merawat sang ratu, membangun sarang, melindungi koloni, mencari dan mengumpulkan pakan berupa nektar dan polen. Pekerjaan-pekerjaan yang diemban lebah pekerja ini telah terdeskripsikan secara jelas dan tegas atas dasar umur lebah pekerja. Lebah-lebah muda bertanggung jawab terhadap pekerjaan di sarang sedangkan lebah pekerja dewasa bekerja di luar sarang. Sebagai contoh lebah pekerja yang baru keluar atau menetas yang masih rentan dan tubuhnya belum berkembang secara sempurna memiliki tugas membersihkan sarang-sarang lebah. Saat umur lebah mencapai 5-10 hari setelah menetas tugas lain telah menggantikannya, yaitu merawat dan memberikan makanan larva dan sang ratu. Lebah pekerja pada saat umur 10-16 hari setelah menetas kembali mengalami pergantian tugas yaitu membuat sarang-sarang dan membersihkan sarang, karena lebah telah mampu menghasilkan lilin sebagai bahan dasar membangun sarang. Lebah pekerja saat mencapai umur 2-4 minggu telah berkembang kelenjar venom, kelenjar madu dengan enzim-enzim invertasenya, maka lebah bekerja ini siap berganti tugas. Lebah-lebah dewasa ini siap menjadi pelindung dan pencari atau pengumpul nektar untuk diproses menjadi madu dan mengumpulkan pollen di luar sarang.

Proses atau tahapan pergantian tugas lebah madu pekerja ini sangatlah terkait dengan perubahan dan terbentuknya serta berfungsinya beberapa kelenjar yang dimiliki oleh lebah pekerja sesuai dengan tahapan umur lebah setelah menetas (*emerging*). Kelenjar-kelenjar tersebut adalah kelenjar makanan (*hypopharyngeal gland*), kelenjar mandibular (*mandibular gland*), kelenjar lilin (*wax gland*), kelenjar aroma/bau (*nosonov gland*), kelenjar venom (*venom gland*), kelenjar sengat (*sting gland*). Posisi kelenjar-kelenjar tersebut di dalam tubuh lebah madu berbeda-beda seperti tampak dalam Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Posisi beberapa jenis kelenjar di dalam tubuh lebah madu *Apis*.

Lebah pekerja yang baru keluar (*emerging*) dari pupa dengan kondisi fisiologis yang masih belum sempurna, maka tugasnya adalah membersihkan sarang sebagai persiapan untuk bertelur sang ratu. Periode waktu dari perkembangan kelenjar-kelenjar ini bervariasi tergantung spesies lebah madu. Sebagai contoh *Apis mellifera* bertugas sebagai pembersih sarang sekitar 1-9 hari, sementara untuk *Apis cerana* sekitar umur 3-5 hari (Koeniger, 1995; Winston, 1987). Pada saat umur lebah mencapai 3-5 hari setelah menetas mulai terjadi perkembangan kelenjar hipofaringeal dan mandibular. Kondisi perkembangan yang sempurna dari kedua kelenjar tersebut menyebabkan awalnya perubahan tugas dari lebah pekerja, yaitu menggantikan sebagai lebah perawat larva dan lebah ratu. Lebah-lebah ini memproduksi makanan yang berasal dari madu yang tercampur dengan larutan sekresi kelenjar hipofaringeal dan mandibular serta enzim-enzim pencernaan. Makanan-makanan tersebut merupakan pakan yang diperuntukkan untuk larva dan lebah ratu. Perkembangan kelenjar hipofaringeal sesuai dengan tahapan umur lebah pekerja tampak seperti pada Gambar 3. 3. (Deseyn dan Billen 2005).



Gambar 3.3. Gambar mikroskopik dari kelenjar hipofaringeal sesuai dengan umur lebah pekerja pada perbesaran yang sama : A umur 3 hari; B umur 6 hari; C umur 9 hari; D umur 12 hari; E umur 15 hari; F umur 18 hari; G umur 21 hari; H umur 24 hari dan I umur 33 hari (Deseyn dan Billen 2005).

Tampak terlihat pada Gambar 3.3. perkembangan kelenjar hipofaringeal terjadi pertumbuhan mulai umur 3 hari hingga menyusut dan kurang berfungsi lagi mulai 15 hari hingga umur 33 hari.

Pertumbuhan dan berkembang kelenjar hipofaringeal pesat mulai lebah berumur 3 hari dan maksimum tampak terlihat pada umur 12 hari, kondisi ini terkait fungsi lebah sebagai perawat larva dan ratu. Keadaan tersebut menggambarkan bahwa pada kisaran umur itu lebah pekerja mulai memproduksi royal jelly sebagai sumber pakan lebah ratu dan larva. Dengan demikian peran lebah pekerja seumur tersebut sebagai perawat lebah ratu dan larva.

Pergantian tugas selanjutnya dicapai oleh lebah yang berumur 7-8 hari, yaitu mulai membangun sarang. Kondisi yang demikian ini selaras dengan perkembangan kelenjar lilin dari lebah pekerja. Kelenjar lilin terletak di dalam sternum pada ruas 4-7 abdomen yang berjumlah empat pasang (Gambar 3.4). Ukuran lilin yang di hasilkan sekitar 3 mm (0,12 inch) dan ketebalan lilin sekitar 0,1 mm dan dibutuhkan sebanyak 1.100 balok lilin untuk menghasilkan satu gram lilin.



Gambar 3.4. Lebah pekerja saat menghasilkan lilin dari 4 pasang kelenjar lilinnya yang terletak di Sternum.(Foto: Krape D., 2012)

Perkembangan kelenjar lilin ini maksimum terjadi pada saat lebah berumur 12-13 hari setelah menetas dan menurun secara pelan hingga mencapai umur 22-23 hari. Perkembangan penuh dari lebah pekerja terjadi pada umur 2-4 minggu yang ditunjukkan oleh berfungsinya kelenjar racun (venom), kelenjar nosonov, kelenjar sengat dan kelenjar madu dalam kantong madu. Adanya perkembangan yang sempurna dari kelenjar-kelenjar tersebut, maka lebah pekerja mulai mengemban tugas barunya, yaitu sebagai pelindung (*guard*) kelompoknya, menjaga suhu udara di dalam sarang, mencari pakan (*foraging*) dengan memproduksi madu dan mengumpulkan pollen. Pertumbuhan sempurna dari lebah pekerja ini juga ditunjukkan oleh adanya perkembangan kelenjar aroma/bau (nosonov gland) yang berfungsi sebagai feromon. Kelenjar nesonov terdapat di anatar tergum ke VI dan VII seperti tersaji dalam Gambar 3.5. Kelenjar ini menghasilkan feromon sebagai alat komunikasi antar lebah pekerja dalam *foraging* di lapangan.



Gambar 3.5. Lokasi kelenjar nesonov (tanda panah) pada lebah pekerja (Foto Michael Andree. 2013)

A1. Morfologi dan Perkembangan Lebah Madu Apis

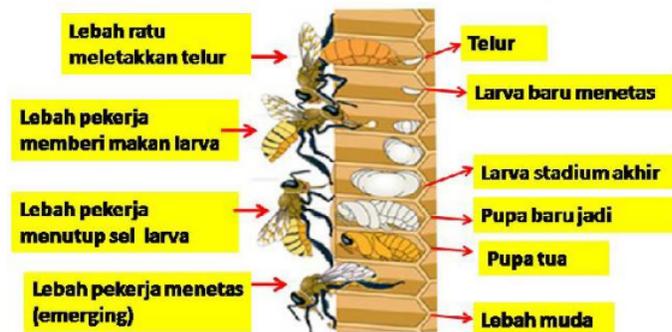
Lebah madu Apis dalam perkembangan dan pertumbuhannya mengalami perubahan bentuk dan ukuran selama pascaembrionik yang disebut dengan metamorfosis (Gambar 3.6.).



Gambar 3.6. Perubahan bentuk lebah madu Apis (metamorfosis) (Foto Ken Fang 2013)

Metamorfosis yang dialami oleh lebah madu dikelompokkan dalam tipe Holometabola. Lebah madu Apis mengalami empat stadia dalam metamorfosisnya, yaitu stadia telur, larva, pupa dan dewasa (imago). Waller

(2013) mengatakan bahwa larva lebah madu mempunyai 5 stadium pertumbuhan (instar) seperti tersaji dalam Tabel 3.5. Proses atau tahapan pertumbuhan lebah dimulai dari peletakan telur oleh lebah ratu dalam sel-sel sarang dan perawatan oleh lebah pekerja hingga menjadi lebah dewasa diilustrasikan dalam Gambar 3.7



Gambar 3.7. Proses pertumbuhan lebah madu Apis. (Foto Ken Fang 2013)

Periode waktu yang dibutuhkan oleh lebah madu untuk menyelesaikan seluruh perkembangan dan pertumbuhan mulai dari telur hingga dewasa sangat tergantung kasta dan spesiesnya. Secara umum pertumbuhan lebah madu disajikan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Periode waktu stadia pertumbuhan lebah madu Apis.

Kasta Lebah	Stadium			
	Telur (hari)	Larva (hari)	Pupa (hari)	Dewasa (hari)
Ratu	1-3	4-9	10-15	16
Pekerja	1-3	4-9	10-20	21
Jantan	1-3	4-9	10-23	24

Telur lebah berukuran sekitar 1-1,5 mm atau hampir sama dengan separuh butiran beras. Periode waktu stadium telur berkisar 1-3 hari setelah telur diletakkan. Selanjutnya telur menetas menjadi larva dan mengalami pergantian kulit sebanyak 6 kali atau ada 5 instar. Periode waktu masing-masing pertumbuhan lebah madu disajikan dalam Tabel 3.2.

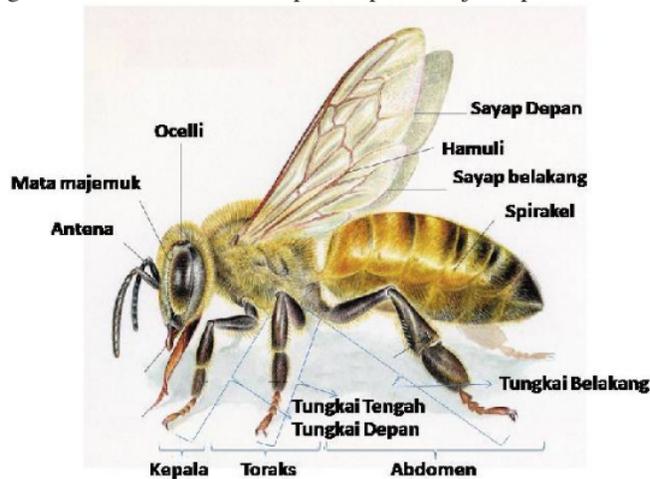
Tabel 3.2. Hasil pengamatan perkembangan lebah madu Apis (Waller 2013)

Hari ke	Lebah Pekerja (workers)		Lebah Ratu (Queens)		Lebah Jantan (Drone)	
	stadia	Ganti kulit	stadia	Ganti kulit	stadia	Ganti kulit
1	-	-	-	-	-	-
2	Telur	-	Telur	-	Telur	-
3	-	Menetas	-	Menetas	-	Menetas
4	Instar I	Ganti kulit I	Instar I	Ganti kulit I	Instar I	Ganti kulit I
5	Instar II	Ganti kulit II	Instar II	Ganti kulit II	Instar II	Ganti kulit II
6	Instar III	Ganti kulit III	Instar III	Ganti kulit III	Instar III	Ganti kulit III
7	Instar IV	Ganti kulit IV	Instar IV	Ganti kulit IV	Instar IV	Ganti kulit IV
8	Instar IV	-	Instar IV	-	Instar IV	-
9	Instar IV	-	Instar IV	-	Instar IV	-
10	Instar IV	-	Instar IV	-	Instar IV	-
11	PREPUPA	Ganti kulit V	PREPUPA	Ganti kulit V	Instar IV	-
12	-	-	-	-	PREPUPA	-
13	-	-	PUPA	-	-	-
14	-	-	-	-	-	Ganti kulit V
15	PUPA	-	-	-	-	-
16	-	-	IMAGO	Ganti Kulit VI (emerging)	-	-
17	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	PUPA	-
20	-	-	-	-	-	-

21	IMAGO	Ganti Kulit VI (emerging)	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	IMAGO	Ganti Kulit VI (emerging)
24	-	-	-	-	-	-

Morfologi lebah madu Apis berbeda antara satu spesies dengan spesies lainnya yang dicirikan satu atau lebih karakter morfologi yang stabil, seperti venasi sayap depan, cubital index pada sayap depan, alat genitalia lebah jantan, ukuran tubuh, ukuran mata majemuk, jumlah ommatidia, panjang probosis, panjang sayap (depan dan belakang), tergit.

Secara umum morfologi luar (*external morphology*) lebah madu Apis adalah sama dengan serangga lainnya, yaitu tubuhnya terbagi menjadi tiga bagian kepala, toraks, dan abdomen. Semua lebah dilengkapi dengan dua pasang sayap yang berada di toraks (meso dan meta toraks). Tiga pasang tungkai yang masing-masing pasang tungkai terletak di protoraks, mesotoraks dan metatoraks. Morfologi luar tubuh lebah madu Apis tampak tersajikan pada Gambar 3.8



Gambar 3.8. Morfologi luar tubuh lebah madu Apis

Masing-masing tingkatan sosial lebah madu atau kasta memiliki morfologi luar yang berbeda-beda, sehingga mudah untuk dikenali (Gambar 3.9.).



Gambar 3.9. Morfologi lebah madu *Apis mellifera* dalam kastanya. (Foto: Encyclopedia Britanica, Inc. 2006)

Selain ukuran tubuh dari tiga kasta lebah madu *Apis* tersebut di atas, ukuran dan jumlah ommatidia pada masing-masing kasta lebah berbeda nyata. Tabel 3.2. menunjukkan bahwa lebah ratu, jantan dan lebah pekerja dari lima spesies tampak berbeda.

Tabel 3.2. Ukuran Tubuh dan mata facet lima spesies *Apis* (Streinzer *et al.*, 2013).

Spesies	Kasta	Ukuran Tubuh (mm)	Mata Majemuk (facet)			Jumlah Ommatidia
			Panjang g (mm)	Permukaan (mm ²)	Diameter (μm)	
<i>Apis florae</i>	Ratu	3,1±0,1	2,1±0,0	1,9±0,0	24,9±0,3	4.036±54
	Pekerja	2,0±0,0	1,8±0,0	1,5±0,0	22,1±0,3	4.394±29
	Jantan	3,1±0,1	3,2±0,1	8,1±0,3	38,0±0,5	9.434±334
<i>Apis andreniformis</i>	Ratu	2,9±0,0	2,0±0,0	1,6±0,0	24,1±0,1	3.965±93
	Pekerja	1,8±0,0	1,6±0,0	1,3±0,0	21,6±0,3	3.851±110
	Jantan	3,2±0,1	2,8±0,0	5,5±0,2	34,4±0,2	7.351±225
<i>Apis dorsata</i>	Ratu	4,3±0,1	2,9±0,0	4,1±0,0	34,7±0,3	4.479±54
	Pekerja	3,1±0,0	2,9±0,0	4,1±0,2	30,8±0,7	5.974±112
	Jantan	3,8±0,1	3,6±0,1	10,7±0,7	46,3±1,0	8.383±463
<i>Apis mellifera</i>	Ratu	3,5±0,1	2,4±0,1	2,2±0,0	26,1±0,2	4.460±55
	Pekerja	2,9±0,0	2,4±0,1	2,5±0,1	25,2±0,3	5.375±143
	Jantan	4,3±0,1	3,6±0,1	9,4±0,4	40,1±0,7	9.993±483
<i>Apis cerana</i>	Ratu	3,2±0,1	2,1±0,1	1,8±0,1	25,9±0,3	3.582±106

	Pekerja	2,6±0,1	2,1±0,0	2,3±0,0	25,4±0,1	4.921±88
	Jantan	3,2±0,1	2,8±0,1	5,9±0,3	35,8±1,1	7.994±167

46 Lebah ratu memiliki ukuran tubuh rata-rata yang paling besar dan diikuti oleh lebah jantan dan ukuran tubuh yang paling kecil adalah golongan lebah pekerja. Mata majemuk (facet) dari lebah madu jantan berukuran paling besar yaitu berkisar antara 35-47 μm dengan jumlah ommatidia per mata facet mencapai 10.000 ommatidium. Tabel 3.2. terlihat bahwa jumlah ommatidia pada *A. mellifera* jantan mencapai 9.993 ± 483 ommatidium. Selain ukuran tubuh lebah dan mata facet yang menonjol dalam kasta tersebut (Tabel 3.2) ada organ asesoris lain yang dapat digunakan untuk membedakannya. Hadisoesilo (2001) melakukan pengukuran karakter morfologi lebah madu asli Indonesia tampak dalam Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Perbandingan beberapa karakter morfologi lebah madu asli Indonesia (Hadisoesilo 2001)

Karakter	<i>Apis andreniformis</i>	<i>Apis florea</i>	<i>Apis dorsata</i>		<i>Apis cerana</i>	<i>Apis nigrocincta</i>	<i>Apis koschevnikovi</i>
			<i>dorsata</i>	<i>binghami</i>			
Panjang probocis (mm)	2,87	3,37	6,56	6,66	4,56	4,98	5,64
Panjang sayap depan (mm)	6,27	6,71	12,80	13,51	7,64	8,12	8,64
Panjang sayap belakang (mm)	2,08	2,31	4,51	4,67	2,66	2,73	3,01
Panjang tungkai belakang (mm)	4,91	5,43	10,58	11,58	6,57	7,31	7,68
Tergit 3+4 (mm)	2,53	2,85	5,81	6,06	3,26	3,71	3,98
Indeks cubital	6,17	2,89	8,87	5,81	3,8	3,84	6,38

A2. Distribusi dan Pengelompokan Lebah Madu Apis

Lebah madu apis telah terdistribusikan diseluruh benua baik itu golongan lebah madu Apis asli benua (indigenous) maupun introduksi antar benua. Berdasarkan distribusi dan keaslian (indigenous) spesies lebah madu Apis dapat dikelompokkan seperti dalam Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Distribusi asal spesies lebah madu (indigenous)

No.	Benua	Spesies indigenous	Spesies introduksi
1	Afrika	<i>Apis mellifera</i>	<i>Apis florae</i>
2	Asia	<i>Apis andreniformis</i> <i>Apis binghami</i> <i>Apis breviligula</i> <i>Apis cerana</i> <i>Apis dorsata</i> <i>Apis florea</i> <i>Apis laboriosa</i> <i>Apis koschevnikovi</i> <i>Apis nigrocincta</i> <i>Apis nuluensis</i>	<i>Apis mellifera</i>
3	Australia	Tidak memiliki spesies lebah madu	<i>Apis mellifera</i> , <i>Apis cerana</i>
4	Eropa	<i>Apis mellifera</i> <i>Apis florae</i>	
5	America	Tidak memiliki spesies lebah madu	<i>Apis mellifera</i>

Tabel 3.4. tampak terlihat bahwa spesies lebah madu yang ada di di dunia ini berasal 90,9 % dari benua Asia dan hanya satu spesies merupakan asli benua Africa. Indonesia merupakan negara yang paling banyak memiliki spesies lebah madu, yaitu 7 spesies dari 11 spesies yang ada di dunia atau 63,6 % (Hadisoesilo 2001).

Pemisahan lebah madu *Apis* juga dilakukan berdasarkan jumlah sisiran sarang yang dibentuk, yaitu lebah-lebah madu *Apis* yang membentuk sisiran sarang hanya satu atau tunggal dan sisiran sarang yang lebih daripada satu sisir (Tabel 3.5).

Tabel 3.5. Spesies lebah madu *Apis* berdasarkan tipe sarangnya.

Spesies yang membentuk sisiran sarang lebih dari satu	Spesies yang membentuk sisiran sarang tunggal
<i>Apis cerana</i> <i>Apis koschevnikovi</i> <i>Apis mellifera</i> <i>Apis nigrocincta</i> <i>Apis nuluensis</i>	<i>Apis andreniformis</i> <i>Apis binghami</i> <i>Apis breviligula</i> <i>Apis dorsata</i> <i>Apis florea</i> <i>Apis laboriosa</i>

Lebah madu *Apis* sering juga dikelompokkan berdasarkan bisa dan belum bisa ditangkarkan, atau dengan kata lain lebah madu ternakan dan liar. Beberapa

spesies lebah madu Apis hingga saat ini masih belum bisa diternakan, sehingga untuk memperoleh produksi madu masih dengan jalan berburu di hutan (Tabel 3.6).

Tabel 3.6. Spesies lebah madu Apis yang telah dan belum bisa diternakan

Spesies yang telah diternakan	Spesies yang belum bisa diternakan (masih liar)
¹⁶³ <i>Apis cerana</i> <i>Apis koschevnikovi</i> <i>Apis mellifera</i> <i>Apis nigrocincta</i> <i>Apis nuluensis</i> <i>Apis binghami</i> <i>Apis breviligula</i>	<i>Apis andreniformis</i> <i>Apis dorsata</i> <i>Apis florea</i> <i>Apis laboriosa</i>

Hasil madu dari spesies yang liar (belum dapat diternakan) ini dikenal sebagai madu alam atau madu hutan. Di Indonesia, sp²⁴¹es lebah madu tersebut hanya terdapat di pulau Jawa, Sumatera, gugusan Kepulauan Sunda Kecil, Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur (Hadisoesilo 2001).

Berdasarkan habitat (tempat) pembuatan sarang, lebah madu Apis ini dapat dipisahkan menjadi lebah madu yang bersarang di tempat tertutup (*cavity nesting honey bee*) dan lebah madu yang bersarang di tempat terbuka (*open nesting honey bees*). Golongan spesies lebah madu Apis tersebut tersajikan dalam Tabel 3.7 berikut:

Tabel 3.7. Spesies Apis yang bersarang di tempat tertutup dan terbuka

Spesies lebah madu Apis yang bersarang di tempat tertutup	Spesies lebah madu Apis yang bersarang di tempat terbuka
<i>Apis cerana</i> <i>Apis koschevnikovi</i> <i>Apis mellifera</i> <i>Apis nigrocincta</i> <i>Apis nuluensis</i> <i>Apis breviligula</i>	⁵⁰ <i>Apis andreniformis</i> <i>Apis dorsata</i> <i>Apis florea</i> <i>Apis laboriosa</i> <i>Apis binghami</i>

Lebah madu Apis yang bersarang di tempat tertutup di alam dapat ditemukan pada bebatuan, lubang batang pohon yang lapuk, di atap rumah-rumah penduduk atau yang lainnya.



Gambar 3. 9. Lebah madu Apis bersarang di bongkol pohon kelapa yang berlubang dan lubang pangkal pohon yang rusak



Gambar 3.10. Sarang lebah madu Apis di bawah atap rumah

Pengelompokan lebah madu Apis juga dapat didasarkan pada ukuran tubuh rata-rata dari setiap spesies. Atas dasar ukuran tubuh ini lebah madu Apis dapat digolongkan menjadi tiga golongan, yaitu lebah madu kerdil (*dwarf honey bee*), sedang (*medium honey bee*) dan besar (*giant honey bee*), tersaji dalam Tabel 3.8.

Tabel 3.8. Pengelompokan lebah madu Apis berdasarkan ukuran tubuh

No.	Nama Kelompok Lebah	Nama Spesies	Autor	Nama umum
1	Lebah madu kerdil (<i>dwarf honey bee</i>)	<i>Apis andreniformis</i>	Smith 1858 Fabricius	Small <i>dwarf honey bee</i> atau <i>Black dwarf honey bee</i>

		<i>Apis florea</i>	1787	Dwarf honey bee atau Red dwarf honey bee
2	Lebah madu medium (<i>medium honey bee</i>)	<i>Apis cerana</i> <i>Apis koschevnikovi</i> <i>Apis nigrocincta</i> <i>Apis nuluensis</i> <i>Apis mellifera</i>	Fabricius 1793 Enderlein 1906 Smith 1861 Smith 1861 Linnaeus 1758	Eastern hive honey bee Red honey bee Sulawesian honey bee Mountain honey bee Western honey bee
3	Lebah madu besar (<i>giant honey bee</i>)	<i>Apis laboriosa</i> <i>Apis dorsata</i> <i>Apis breviligula</i>	Smith 1871 Fabricius 1793 Maa 1953	Giant mountain honey bee Common gaint honey bee Giant Philippines honey bee

A3. Spesies-spesies lebah madu *Apis*

A3.1. *Apis mellifera*

Lebah madu *A. mellifera* merupakan lebah madu asli Afrika dan digolongkan sebagai penghasil madu tertinggi pada saat ini sebagai lebah budidaya (Winston 1991). *Apis mellifera* telah menyebar dan diintroduksi ke berbagai negara di seluruh Benua. Perkembangan Budidaya lebah madu *Apis mellifera* telah maju dengan pesat dengan berbagai teknik pengembangan dan pembiakan baik itu melalui penyilangan ataupun teknologi lainnya. Berbagai subspecies telah didiskripsikan berdasarkan sifat-sifat karakter morfologis maupun secara molekuler. Dengan demikian telah muncul beberapa subspecies dari lebah madu *Apis mellifera*. Berdasarkan beberapa karakter morfologinya Lebah madu *A. mellifera* dibedakan menjadi beberapa subspecies (lihat Tabel 3.7), antara lain *A. m. mellifera*, *A. m. scutellata*, *A. m. Ligustica*, *A. m. iberiensis*, *A. m. Pomonella*, *A. m. caucasica*, *A. m. meda* (Ruttner et al, 1985).

Lebah madu species *A. mellifera* mempunyai ukuran tubuh sekitar 1.25 kali lebih panjang daripada *A. cerana*, yaitu sekitar 1.35, 1.65 dan 1.90 cm masing-masing untuk pekerja, jantan dan ratu atau tergantung subspeciesnya (Gambar 3.11.).



Gambar 3.11. *Apis mellifera melifera* (kiri) dan *Apis mellifera scutellata* (kanan)

Ciri-ciri fisik lain adalah warna badan bervariasi dari coklat gelap sampai kuning kehitaman. Lebah ini memiliki sifat jinak dan selalu menjaga sarangnya agar tetap bersih (Pusbahnas 2008). *Apis mellifera* dibudidayakan di seluruh dunia termasuk Indonesia yang sudah dikenal sejak 1972, didatangkan dari Australia oleh Pusat Apiari Pramuka sebagai lebah unggul yang dapat beradaptasi dengan kondisi iklim tropis Indonesia dan mampu berproduksi tinggi yaitu sekitar 30–60 kg per koloni per tahun, di Turkey dapat menghasilkan rata-rata 15,6 kg/stupe atau 67.000 ton/tahun (Sirali *et al.*, 2003; Sihombing 2005). Beberapa karakter morfologi yang dipakai dalam mengidentifikasi spesies *Apis mellifera* hingga subspecies tersajikan dalam Tabel 3.6.

Tabel 3.9 Ukuran beberapa karakter morfologi *Apis mellifera* (Sirali *et al.*, 2003)

No. Koloni	Karakter morfologi									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	8,62	5,56	7,69	7,41	11,76	22,86	12,50	13,16	6,25	30,78
2	5,17	3,71	26,92	9,26	29,41	14,29	18,75	10,53	12,50	15,38
3	5,17	18,52	30,77	20,37	23,53	20,00	21,87	2,63	18,75	0
4	1,72	0	7,69	7,41	5,89	5,71	15,63	7,89	31,25	15,38
5	22,42	33,33	0	24,07	5,89	11,43	12,50	10,53	18,75	15,38
6	8,62	12,96	3,85	1,85	0	8,57	6,25	39,47	0	7,70
7	22,42	12,96	11,54	12,96	11,76	14,29	6,25	10,53	6,25	0
8	25,86	12,96	11,54	16,67	11,76	18,9	6,25	5,26	6,25	15,38

Keterangan : A= Berat kering (g) B= Panjang sayap depan (mm)
 C= Lebar sayap depan (mm) D= Panjang sayap belakang (mm)
 E= Lebar sayap belakang (mm) F= Total panjang antena (mm)
 G= Panjang kepala (mm) H= Lebar kepala (mm)
 I= Panjang mata facet (mm) J= Lebar mata facet (mm)

Berdasarkan indeks cubital pada venasi sayap depan masing-masing subspecies berbeda-beda, seperti yang disajikan dalam Tabel 3.7 berikut:

Tabel 3.10. Rerata ukuran indeks cubital (\pm sd) subspecies *Apis mellifera* (Ruttner 1988)

No.	Subspecies <i>Apis mellifera</i>	Rerata Indeks cubital (CI) dan Sd
1	<i>m. adami</i>	1.89 \pm 0.18
2	<i>m. adansonii</i>	2.39 \pm 0.41
3	<i>m. armeniaca</i>	2.61 \pm 0.42
4	<i>m. anatolica</i>	2.24 \pm 0.18
5	<i>m. capensis</i>	2.33 \pm 0.34
6	<i>m. carnica</i>	2.59 \pm 0.42
7	<i>m. caucasica</i>	2.16 \pm 0.31
8	<i>m. cecropia</i>	3.11 \pm 0.57
9	<i>m. cypria</i>	2.72 \pm 0.36
10	<i>m. iberica</i>	1.84 \pm 0.27
11	<i>m. intermissa</i>	2.33 \pm 0.36
12	<i>m. lamarckii</i>	2.37 \pm 0.37
13	<i>m. ligustica</i>	2.55 \pm 0.41
14	<i>m. litorea</i>	2.25 \pm 0.41
15	<i>m. macedonica</i>	2.59 \pm 0.41
16	<i>m. mellifera</i>	1.84 \pm 0.28
17	<i>m. meda</i>	2.56 \pm 0.72
18	<i>m. monticola</i>	2.35 \pm 0.41
19	<i>m. sahariensis</i>	2.62 \pm 0.41
20	<i>m. scutellata</i>	2.52 \pm 0.46
21	<i>m. sicula</i>	2.47 \pm 0.42
22	<i>m. syriaca</i>	2.28 \pm 0.37
23	<i>m. unicolor</i>	2.79 \pm 0.42
24	<i>A. m. yemenitica</i>	2.20 \pm 0.40

A. mellifera memiliki daya jelajah yang jauh, seperti yang dilaporkan oleh para peneliti menunjukkan²⁷⁶ bahwa daya jelajah maksimum yang ditempuh adalah lebih dari 10km (D.P. Abrol, 2011; Beekman & Ratnieks, 2000; Visscher & Seeley, 1982). Sebagian besar koloni lebah pekerja sekitar 1.650 m, dan sebagian besar lebah pekerja (95%) ditemukan pada jarak 6 km di daerah hutan America utara (Visscher & Seeley, 1982).

²⁵⁶ A3.2. *Apis cerana*

Apis cerana merupakan lebah indigenous benua Asia yang telah tersebar di berbagai negara seAsia dengan berbagai bentuk morfologi yang sedikit berbeda. Di Indonesia *A. cerana* tersebar hampir di seluruh pulau-pulau hingga

sampai pulau Timor, kecuali untuk pulau Maluku dan Irian/Papua (Hadisoesilo 2001). Kedua pulau tersebut lebah madu *A. cerana* bukan lebah asli pulau melainkan introduksi dari daerah lain. Secara morfologis, ukuran tubuh *A. cerana* adalah yang paling kecil di antara keempat species lebah madu yang membentuk sarang di tempat tertutup. Bila dibandingkan dengan 9 species lebah madu Apis yang ada di dunia ini *Apis cerana* tergolong berukuran medium. Namun demikian diantara *A. cerana* sendiri ukuran tubuh mereka juga berbeda dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Ukuran tubuh lebah madu *A. cerana* sekitar 1,10 cm untuk pekerja (*worker*), 1,30 cm untuk pejantan (*drone*) dan 1,50 cm untuk ratu (*queen*). Beberapa karakter morfologi lebah madu *Apis cerana* yang diteliti di Jepang dan China tersaji dalam Tabel 3.8

Tabel 3.11. Rerata dan Standard Diviasi karakter morfologi *A. cerana* dari Yunnan(China) dan Jepang (Ken *et al.*, 2003)

No.	Karakter morfologi	Yunnan	Jepang
		Mean ± SD	Mean ± SD
1	Panjang bulu pada tergum ke V	24,78±6,57	28,18±1,31
2	Lebar tomentum pada tergum ke IV	35,45±5,48	62,37±2,44
3	Lebar strip warna gelap pada tergum ke IV	79,18±3,80	64,37±1,98
4	Panjang femur tungkai belakang	242,3±7,04	251,4±2,55
5	Panjang tibia tungkai belakang	304,6±8,89	318,1±3,26
6	Panjang metabasitarsus tungkai belakang	190,7±6,51	197,1±2,81
7	Lebar metabasitarsus tungkai belakang	109,1±3,62	103,5±2,06
8	Pigmen tergum ke 2	6,850±2,19	4,585±0,96
9	Pigmen tergum ke 3	7,259±0,84	5,019±0,75
10	Pigmen tergum ke 4	5,988±0,86	5,025±0,71
11	Panjang tergum ke 3	186,7±7,52	203,9±3,31
12	Panjang tergum ke 4	182,4±7,99	199,4±3,14
13	Panjang sternum ke 3	242,9±10,5	251,5±5,26
14	Panjang wax mirror	105,0±6,90	115,4±3,22
15	Lebar wax mirror	231,6±8,0	218,1±4,75
16	Jarak (distance) wax mirror	38,56±7,50	27,70±2,07
17	Panjang sternum ke 6	228,6±9,76	235,3±2,32
18	Lebar sternum ke 6	328,0±38,4	289,9±6,86
19	Panjang sayap depan	834,5±29,0	855,5±18,5
20	Lebar sayap depan	296,3±10,4	292,1±6,24
21	Pigmen scutellum-1	6,510±1,03	5,250±1,92
22	Pigmen scutellum-2	3,989±0,48	2,162±1,67
23	Pigmen labrum-1	6,995±0,3	7,000±0,00
24	Pigmen labrum-2	5,740±2,05	5,550±2,83
25	Panjang cubital vena-1	53,22±2,85	55,27±1,19

No.	Karakter morfologi	Yunnan	Jepang
		Mean ± SD	Mean ± SD
26	Panjang cubital vena-2	12,29±1,35	8,986±0,77
27	Sudut A4	31,75±0,88	27,46±1,75
28	Sudut b4	107,6±2,02	113,3±2,42
29	Sudut D7	95,47±1,56	93,36±1,84
30	Sudut E9	19,51±0,62	20,05±0,31
31	Sudut G18	88,41±1,67	89,98±0,87
32	Sudut J10	46,74±1,24	44,95±1,09
33	Sudut J16	100,4±1,86	103,3±1,23
34	Sudut K19	78,34±1,53	82,89±0,94
35	Sudut L13	14,49±0,99	14,99±0,65
36	Sudut N23	77,22±2,26	78,06±2,08
37	Sudut O26	34,73±59	34,23±2,27
38	Jumlah hamulli	8,05±0,79	18,50±0,73

A. cerana memiliki sifat mudah hijrah dari sarang (*absconding*) bila terusik, dan lebih tahan terhadap hama atau predator. Selain itu, lebah ini mampu beradaptasi dengan daerah tropis serta lebih efisien dalam mengumpulkan nektar dari ribuan bunga tanaman. *Apis cerana* hidup dan berklembang pada kisaran kondisi iklim yang luas dari daerah beriklim dingin hingga beriklim sedang, pada daerah dataran tinggi hingga dataran rendah, daerah kering, padang pasir dan daerah tropis. *Apis cerana* secara genetik, morfologi, ekologi dan perilakunya dipisahkan menjadi subspecies atau strain atau ⁴⁴ace. Lebah *A. cerana* dikelompokkan ke dalam empat subspecies, yaitu *A. cerana cerana*, *A. cerana indica*, *A. cerana japonica*, dan *A. cerana himalaya*.⁸⁹ Hasil identifikasi di China ditemukan 5 subspecies *A. cerana*, yaitu : *Apis cerana cerana*, *Apis cerana skorikovi*, *Apis cerana abaensis*, *Apis cerana himalaya*,¹²⁰ dan *Apis cerana indica*. Subspecies *A. cerana cerana* tersebar di Cina, Afganistan, Pakistan, India bagian utara, dan Vietnam bagian utara. Lebah *A. cerana indica* terdapat di India Selatan, Indonesia, Filipina, Malaysia, Sri lanka, Banglades, Myanmar, dan Thailand. *A. cerana japonica* berkembang biak di Jepang, sedangkan *A. cerana himalaya* berkembangbiak di sekitar pegunungan Himalaya, Nepal. *A. cerana indica* yang dipelihara di dalam stup baik secara alami maupun buatan manusia digolongkan sebagai lebah lokal Indonesia. Di alam lebah ini membuat sarang dalam rongga-rongga pohon dan celah batu dan di dalam kolong atap rumah.



Gambar 3.12. Lebah madu Subspesies *Apis cerana indica*



Gambar 3.13. Lebah pekerja madu Subspesies *Apis cerana cerana*



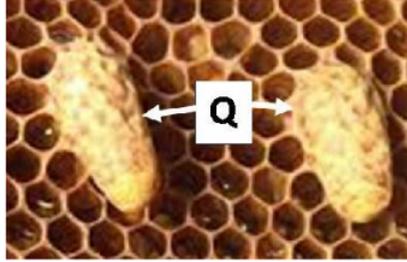
Gambar 3.14. Lebah pekerja *Apis cerana cerana* (kiri) dan lebah ratu *Apis. c. cerana* (kanan)

Kapasitas sarang lebah madu *A. cerana* sangat variatif antara 2,75-110 liter per koloni lebah. Rerata volume sarang yang telah dideskripsikan berkisar 10-15 liter per koloni. Di Sumatra Barat telah ditemukan koloni lebah madu *A. cerana* paling besar, yaitu mencapai sekitar 23,5 liter dan 45,9 liter (Inoue *et al.*, 1990).

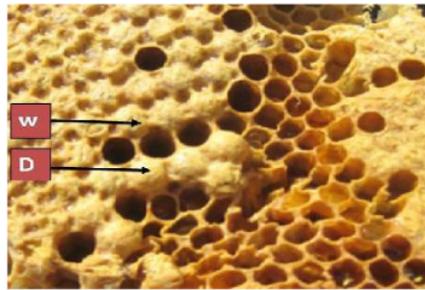
Sarang lebah madu *A. cerana* berbentuk sisiran paralel dengan jarak antar sisiran bervariasi. Jumlah sisir dalam satu koloni lebah juga bervariasi, yaitu dari 3 – 14 sisir/koloni dengan rata-rata mencapai 6,4 sisir di Bangladesh, 5,6 sisir di Thailand dan 7,9 sisir di Sumatra Barat, Indonesia (Inoue *et al* 1990).

Inoue *et al* (1990) melaporkan secara detail tentang ukuran dan karakteristik sarang lebah madu *A. cerana indica* di Sumatra Barat. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rerata jumlah sisir sarang adalah 7,9 (3-14, SE \pm 3.9) dengan rerata tinggi sarang 51.6 ± 21.6 cm, lebar 18.2 ± 7.1 cm, volume 22.3 liter dan beratnya sekitar 1,7 kg serta rerata jumlah sel sarang mencapai 28.352 atau 5.315-69.515 sel per koloni (Inoue *et al.*, 1990).

Dua jenis ukuran sel yang ditemukan dalam sarang lebah madu *A. cerana* yaitu sel berukuran kecil (worker cells) dengan diameter 4.2-4.8mm, kedalaman sel mencapai 1,01mm (Tingek, 1996 dalam Inoue *et al.*, 1990; Karlsson, 1990; Phiancharoen *et al.*, 2011; Friedrich Ruttner, 1988) dan sel berukuran besar (sel lebah jantan/drone cells dengan diameter of 4.7-5.3mm; Karlsson, 1990; Phiancharoen *et al.*, 2011; Friedrich Ruttner, 1988). Sel lebah ratu dibuat diujung sarang berbentuk lonjong atau conical (lihat Gambar 3.15)



Gambar 3.15. Sel bakal Calon lebah Ratu (Q)



Gambar 3.16. Sel lebah jantan (D) berukuran besar dan sel lebah pekerja (W) ukuran kecil

Siklus hidup atau perkembangan lebah madu *A. cerana* berbeda-beda setiap kasta dalam satu koloninya. Secara garis besarnya dapat disajikan dalam Tabel 3.8

Tabel 3.12. Siklus hidup lebah madu *Apis cerana* (Koetz 2013)

Stadia	Lebah Pekerja (hari)	Lebah Jantan (hari)	Lebah Ratu (hari)
Telur ke larva	3	3	3
Larva ke pupa	5	6	4-5,5
Pupa ke dewasa	11	14	6-7,5
Total	19	23	13-16

Apis cerana dalam mencari makan baik itu nektar dan pollen bervariasi jarak tempuhnya dari sarang. Secara umum lebah madu *A. cerana* jarak tempuh yang baik berkisar antara 200-300 m dari sarang (Partap 211). Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa 50% lebah pekerja menjelajah sekitar 250 m dari sarang dan yang lainnya mencapai 500-900 m dari sarang. Daya jelajah maksimum yang ditunjukkan oleh *A. cerana* dalam mengumpulkan pakan sekitar 1.500 – 2.500 m dari letak sarang (Dhaliwai & Sharma, 1974; Dyer & Seeley,

1991; Hisashi, 2010).

Peariode waktu aktivitas *A. cerana* adalah pagi hari hingga sore hari dan sangat ditentukan oleh faktor cuaca, seperti kelembaban udara, intensitas cahaya, suhu udara. Lebah madu *A. cerana* beraktivitas baik pada suhu udara 15.5°C, dengan kelembaban udara sekitar 76% , 600 lx tingkat pencahayaan dan 9mW/cm² intensitas cahaya. Aktivitas lebah madu *A. cerana* saat pagi hari antara jam 09.00 hingga 13.30 dengan suhu udara sekitar 15.5 – 21°C dan sore hari antara jam 15-18.00.

Kepadatan populasi lebah madu *A. cerana* per koloni sangat dipengaruhi oleh iklim atau cuaca dan vegetasi yang tersedia sebagai sumber pakan dan tempat bersarang. Keberadaan predator dan lebah kompetitor di sekitarnya juga akan mempengaruhi kepadatan koloni lebah madu. Hasil pengamatan dan penelitian sarang koloni lebah madu *A. cerana* ini minimal ada 1.400-2.000 lebah per koloni, namun umumnya lebih dari 34.000 lebah dan rata-rata mencapai 6.884 – 9.200 lebah/koloni. Beberapa peneliti juga menemukan kisaran kepadatan populasi lebah rata-rata mencapai sekitar 13.164-14.745 lebah/koloni (Inoue *et al.*, 1990). Kepadatan sarang dalam satuan luasan lahan juga dipengaruhi oleh kondisi cuaca, keragaman vegetasi sumber pakan lebah dan lebah kompetitor serta predator lainnya. Hasil survey di Padang, Sumatra Barat ditemukan sebanyak 22 sarang lebah madu *A. cerana* per satu km² dengan jarak antar sarang mencapai 104 m (67-244 m dengan SE±36).

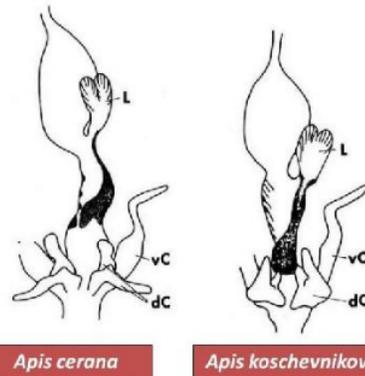
A3.3. *Apis koschevnikovi* Buttel-Reepen

Warna lebah madu *Apis koschevnikovi* ini adalah kemerah-merahan, sehingga di kenal dengan nama lebah madu merah (*red honey bee*) tersaji dalam Gambar 3.17. Penyebaran di Indonesia terdapat di pulau Jawa, pulau Sumatra (Muaro, Solok dan Sumatra Barat) dan pulau Kalimantan ditemukan di Barabai dan Kalimantan Selatan (Ruttner *et al.*, 1989; Hadisoesilo *et al.*, 1999). *A. koschevnikovi* tersebar pada daerah-daerah dataran tinggi sekitar 1200 m dpl. Hasil penelitian dari 102 lokasi penemuan lebah madu ini 98 lokasi terletak pada ketinggian sekitar 1200 m dpl dan 4 lokasi terletak di ketinggian antara 1200 sampai 2700 m dpl (Hadisoesilo *et al.*, 2008).





Gambar 3. 17 Koloni *A. koschevnikovi*



Gambar 3.18. Alat genitalia lebah jantan (drone) *Apis cerana* dan *Apis koschevnikovi* (Koeniger *et al.*, 1991)

Secara morfologi lebah ini ²⁷⁷ memiliki ukuran tubuh yang lebih besar dari tubuh lebah *Apis cerana*. Berdasarkan ukuran panjang sayap, tungkai dan sclerit *Apis koschevnikovi* lebih besar 10-15 % dari ukuran lebah pekerja *A. cerana*. Demikian juga karakter morfologi lainnya, seperti alat genitalia jantan/endophallus (Gambar 3.18) dan sifat ekologi sangat berbeda dengan semua karakter spesies lebah madu lainnya yang telah terdeskripsikan (Rinderer *et al.*, 1989). Karakter-karakter morfometrik dari lebah madu *A. koschevnikovi* terdapat dalam Tabel 3.13

Tabel 3.13. Rata-rata ukuran 36 karakter morfometrik 10 lebah dari 9 koloni *A. koschevnikovi* (Rinderer *et al.*, 1989)

No.	Karakter Morfologi	Rerata	SD	Kisaran	
				Terkecil	Terbesar
1	Panjang Probosis	5,34	0,11	5,15	5,45
2	Femur	2,38	0,04	2,32	2,46
3	Tibia	3,09	0,03	3,03	3,14
4	Panjang Metatarsus	2,00	0,02	1,97	2,04
5	Lebar Metatarsus	1,08	0,02	1,04	1,10
6	Panjang Tergit ke 3	2,00	0,04	1,92	2,07
7	Panjang Tergit ke-4	1,92	0,04	1,86	1,99
8	Panjang Sternit ke-3	2,63	0,05	2,52	2,70
9	Panjang wax mirror	1,08	0,02	1,04	1,10
10	Lebar wax mirror	2,08	0,02	2,05	2,12
11	Sternum	0,29	0,03	0,25	0,33
12	Panjang sternit ke-6	2,23	0,04	2,16	2,28
13	Panjang sayap depan	8,70	0,11	8,54	8,88
14	Lebar sayap depan	3,02	0,06	2,90	3,08
15	Jumlah hamuli	17,70	0,60	16,00	19,00
16	Cubital A (a)	0,57	0,03	0,53	0,63
17	Cubital B (b)	0,09	0,01	0,07	0,11
18	Cubital Index (a/b)	7,23	1,27	5,65	9,54
19	Sudut 31	31,64	1,32	29,91	34,52
20	Sdut 32	106,42	3,22	102,41	110,55
21	Sudut 33	91,06	1,59	88,11	92,66
22	Sudut 34	20,85	0,49	20,13	21,65
23	Sudut 35	93,85	2,85	89,40	98,45
24	Sudut 36	44,21	0,99	42,63	45,59
25	Sudut 37	100,38	21,82	42,31	110,20
26	Sudut 38	75,99	1,00	73,90	77,65
27	Sudut 39	15,70	0,98	14,36	17,00
28	Sudut 40	85,10	2,23	82,25	88,30
29	Sudut 41	31,19	1,52	29,20	33,40
30	Tomentum A (TmA)	0,39	0,13	0,21	0,61
31	Tomentum B	0,85	0,09	0,72	0,98
32	Pigmentasi tergit-2	6,64	1,14	4,00	7,90
33	Pigmentasi tergit-3	6,51	1,01	4,00	7,30
34	Pigmentasi tergit-4	6,45	0,99	4,00	7,10
35	Scutellum(Sc)	8,59	0,56	7,50	9,00
36	B	4,41	0,50	3,60	5,00
37	K	4,41	0,50	3,60	5,00

Apis koschevnikovi ini cepat dibedakan dengan empat spesies lebah berukuran medium lainnya adalah dengan melihat indeks venasi cubital, yaitu berukuran paling besar. Indeks cubital sayap depan keempat spesies ukuran medium tersebut secara berurutan adalah 7.64 ± 1.40 (*A. koschevnikovi*), 3.74 ± 0.24 (*A. cerana*), 4.25 ± 0.47 (*A. nigrocincta*), and 3.77 ± 0.12 (*A. nuluensis*) (Hadisoesilo *et al.*, 2008)

A3.4. *Apis nigrocincta* F. Smith, 1861

Lebah madu *A. nigrocincta* merupakan lebah madu asli Indonesia yang sampai saat ini *A. nigrocincta* baru ditemukan di Sulawesi, Sangehe (Otis, 1996; Damus dan Otis, 1997). Selain Indonesia lebah madu *A. nigrocincta* ditemukan juga di Philipina, yaitu di Mindanao. Dalam klasifikasi Maa (1953), jenis lebah ini sudah dikemukakan sebagai satu species tersendiri. Lebah madu *Apis nigrocincta* dinyatakan sebagai satu species tersendiri berbeda dengan species *A. cerana*. Bukti yang membedakannya adalah waktu penerbangan lebah jantan *A. nigrocincta* berbeda dengan waktu penerbangan lebah jantan *A. cerana* (Hadisoesilo dan Otis., 1996). Lebah jantan *A. nigrocincta* waktu terbang sore hari mulai jam 12.30 hingga 17.30 WITA sedangkan *A. cerana* mulai antara jam 12.30 berakhir jam 14.30 WITA. Karakter lainnya yang mendukung bahwa *A. nigrocincta* merupakan species tersendiri adalah struktur tutup sel lebah jantan *A. nigrocincta* yang berbeda dengan tutup sel lebah jantan *A. cerana* dan *A. koschevnikovi*. Tutup sel lebah jantan *A. nigrocincta* tidak keras, tidak berbentuk kerucut, dan tidak berlubang di atasnya sedangkan pada *A. cerana* dan *A. koschevnikovi* tutup sel ini keras, berbentuk kerucut dan berlubang di atasnya (Hadisoesilo dan Otis, 1998). Secara morfologis lebah ini mirip sekali dengan *A. cerana*, hanya sedikit lebih besar dan tidak ada ciri khas yang membedakan kedua species, kecuali warna tubuhnya yang lebih kuning, clipeus serta femur kaki belakang juga berwarna kuning (Hadisoesilo *et al.*, 1995; Hadisoesilo, 1997). Beberapa karakter morfologis yang membedakan kedua spesies lebah madu tersebut tampak tersaji pada Tabel 3.10. Disisi lain hasil penelitian Hadisoesilo (1997) menunjukkan bahwa endofalus kedua spesies *Apis* di atas juga sama, sehingga ada bukti baru bahwa kedua spesies tersebut sebenarnya sama. Fakta lain memberikan gambaran yang menyimpang dari hasil penelitian yang sudah diperoleh terdahulu menunjukkan perbedaan species lebah madu bisa diketahui hanya dengan melihat perbedaan anatomi endofali saja. Kondisi ini juga diperkuat oleh hasil penelitian Deborah *et al.* (2000) menunjukkan bahwa analisis filogenik antara *A. cerana* dan *A. nigrocincta* menunjukkan kesamaan kerabat species.

Tabel 3.14. Perbandingan beberapa karakter morfologi antara *Apis cerana* dan *Apis nigrocincta* (Hadisoesilo 2001)

Karakter morfologis	<i>Apis cerana</i>	<i>Apis nigrocincta</i>
Panjang probocis (mm)	4,56	4,98
Panjang sayap depan (mm)	7,64	8,12
Panjang sayap belakang (mm)	2,66	2,73
Panjang tungkai belakang (mm)	6,57	7,31
Tergit 3+4 (mm)	3,26	3,71
Indeks cubital	3,8	3,84

Beberapa sifat atau karakter morfologi dari lebah madu *Apis nigrocincta* tampak seperti dalam Tabel 3.15. Gambar morfologi *A. nigrocincta* dari arah dorsal dan sisi samping (lateral) tersajikan dalam Gambar 3.19.

Tabel 3.15 Nilai rerata dan SD beberapa karakter morfologi *A. nigrocincta* (Fuchs *et al.* 1996)

No	Karakter morfologi	Rerata ±SD
1	Ukuran tubuh (mm)	3,71±0,08
2	Tungkai (mm)	7,31±0,12
3	Ratio tubuh dan tungkai (mm)	0,58±0,0006
4	Slenderness	0,80±0,008
5	Sudut G18 (derajat)	90,3±1,8
6	Sudut L13 (derajat)	13,7±0,6
7	Sudut N23 (derajat)	78,1±2,28
8	Jarak wax mirror	0,43±0,03
9	Pigmen scutellum-1	7,09±0,10
10	Warna gelap tomentum	0,76±0,02



Gambar 3.20. Lebah madu *Apis nigrocincta* dari sisi dorsal dan samping

A3.5. *Apis nuluensis*

*Apis*¹⁸⁶ *nuluensis* sampai saat ini baru ditemukan di Sabah, Borneo (Tingek *et al.*, 1996), pada ketinggian di atas 1.500 m dpl. Zona transisinya terletak antara ketinggian 1500 sampai 1700 m dpl (Koeniger *et al.* 1996a). Jenis lebah ini

dibuktikan merupakan suatu jenis tersendiri setelah terbukti bahwa jam terbang lebah jantannya berbeda dengan jam terbang keempat jenis lebah madu yang ada di Sabah yakni *A. andreniformis*, *dorsata*, *cerana*, dan *koschevnikovi* (Tingek *et al.*, 1996). Penelitian biologi *A. nuluensis* masih terus dilakukan. Bagaimana keberadaan lebah madu *A. nuluensis* di wilayah Indonesia belum dapat dipastikan sehingga menjadi suatu tantangan bagi peneliti perlebah di Indonesia.

Apis nuluensis memiliki lebah jantan sekitar 255 lebah jantan dengan aktivitas terbang puncaknya pada tengah hari 12.00-12.15 (Koeniger *et al.* 1996a). Jumlah kandungan sperma setiap pejantan sekitar 1,3 juta sel sperma/lebah jantan dan jumlahnya lebih tinggi dari lebah jantan *A. cerana* (Koeniger *et al.*, 1996).



Gambar 3.21. Lebah madu pekerja *Apis nuluensis*

Tabel 3.16 Nilai rerata dan SD beberapa karakter morfologi *A.nuluensis* (Fuch *et al.*, 1996)

No	Karakter morfologi	Rerata ±SD
1	Ukuran tubuh (mm)	3,72±0,05
2	Tungkai (mm)	7,38±0,04
3	Ratio tubuh dan tungkai (mm)	0,50±0,0006
4	Slenderness	0,82±0,011
5	Sudut G18 (derajat)	88,0±1,1
6	Sudut L13 (derajat)	11,0±0,4
7	Sudut N23 (derajat)	90,5±1,3
8	Jarak wax mirror	0,46±0,01
9	Pigmen scutellum-I	3,7±1,36
10	Warna gelap tomentum	0,89±0,03

Hasil squensing DNA dari empat spesies *Apis* terlihat berbeda dan ditemukannya haplotipe baru untuk daerah non-coding mitrokondria DNA untuk spesies lebah madu *A. koschevnikovi* dan *A. nuluensis* (Gambar 3. 21.)

<i>Apis cerana</i>		
Borneo 2	AAAATTTAATAAGCTTAAATGCAATGAAATTTGAAATTCAAATTTAAAAATAAAACATTTATTAAAAATTAATAATTTAAATTTATTATTAAAAATTT	
<i>Apis koschevnikovi</i>		
Haplotype 1	ATAATTTAATAAGCAATTTATGCACCT--AATTTAATCAATAAAATAGTTATATAAACTTTTATTAAATTAATAAATTAATTAATTTAAAAATTT	
Sabah 1	ATAATTTAATAAGCAATTTATGCACCTGAAATTTAATCAATAAAATAGTTATATAAACTTTTATTAAATTAATAAATTAATTAATTTAAAAATTT	
<i>Apis nigrocincta</i>	Sulawesi Short	AAAATTAATAATTT-AA----TT-ATTATTAAAAATTT
<i>Apis cerana</i>	Taiwan Short	AAAATTAATAATTTAA----TTT-ATTATTAAAAATTT
<i>Apis cerana</i>	Philippine Short	AAGATTAATAATTT--ATAAAATTAATTTAAAAATTT
<i>Apis nuluensis</i>	Sabah Short	AAAATTAATAATTT----AAATTT-ATTATTAAAAATTT

Gambar 3.21. Susunan daerah intergenik non-coding tRNA leu dan COII dari mitokondria 4 spesies *A. cerana*, *A. koschevnikovi*, *A. nuluensis* and *A. nigrocincta* (Takahshi *et al* 2002).

A.3.6. *Apis florea* Fabricius.

Lebah ¹⁰⁷ *A. florea* tergolong berukuran tubuh kecil yang dik ²⁶² dengan nama lebah madu kerdil merah (*red dwarf honey bee*) atau dikenal juga dengan lebah madu kerdil (*dwarf honye bee*). Lebah madu *A. florea* ini tersebar di Iran, Arabia, Oman, India, Myanmar, Thailand, Laos dan dataran rendah China, Cambodia dan Vietnam. Spesies *Apis* ini belum pernah dilaporkan keberadaannya di Malay Peninsula, Indonesia, Philipina dan pulau-pulau sekitarnya hingga saat ini (De ⁸² anish *et al.*, 2001).

Ukuran tubuh lebah *A. florea* lebih besar daripada lebah *A. andreniformis* dan belum bisa diternakkan secara komersial seperti lebah madu *Apis cerana* ataupun *A. mellifera*. Sarang lebah ditemukan di ranting ataupun cabang pepohonan berbentuk bulat menyerupai lampion (Gambar 3.22.) dengan sisiran sarang tunggal.



Gambar 3.22. Sarang lebah madu *Apis florea*



MGambar 3.23. Lebah pekerja *A. florea* (Foto Al Khaimah R. 2007)

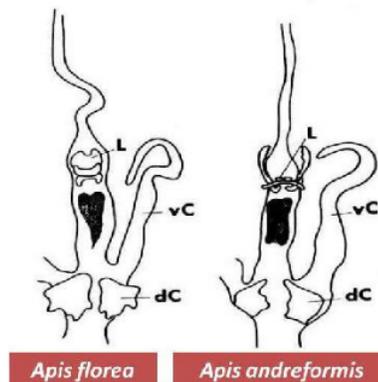
Hasil pengukuran beberapa karakter morfologi *A. florea* tampak seperti dalam Tabel 3.9.

Tabel 3.17. Hasil pengamatan beberapa karakter morfologi *A. florea* (Chaiyawong *et al.*, 2004)

No	Karakter Morfologi	Mean ± SD
1	Panjang probosis	3,33±0,15
2	Panjang labial palp	1,06±0,03
3	Sayap Depan	6,29±0,14
	-Panjang sel radial	2,32±0,06
	-Panjang posisi ujung sel radial	1,46±0,05
	-sudut venasi 34	19,18±1,31
	-sudut venasi 35	99,60±3,66
	-sudut venasi 37	27,86±2,39
4	Panjang venasi radial Sayap belakang	1,07±0,04
	-panjang vannal lobe	1,20±0,06
	-jumlah hamuli	11,17±1,03
5	Panjang femur	1,72±0,05
6	Panjang Tibia	2,18±0,06

7	Panjang Metatarsus	1,25±0,04
8	Panjang tergit ke tiga	1,37±0,05
9	Panjang garis gelap pada tergit ke-4	0,53±0,08
10	Panjang tergit ke-4	1,33±0,05
11	Panjang sternit ke-3	1,78±0,06
12	Panjang cetakan lilin pada sternit ke-3	0,76±0,04
13	Panjang sternit ke-6	1,45±0,04
14	Panjang flagellum	1,78±0,12
15	Panjang antena	2,82±0,09

A. florea hampir mirip dengan *A. andreniformis* sehingga awalnya kedua species ini dianggap sebagai satu species. Kemudian dapat dibuktikan bahwa *A. andreniformis* secara reproduksi terpisah dari *A. florea* berdasarkan waktu penerbangan lebah jantan (Rinderer *et al.*, 1993) serta bentuk alat genitalia lebah jantan, *endophallus*, (Gambar 3.24) yang berbeda dari kedua species ini (Wongsiri *et al.*, 1990).



Gambar 3.24. Anatomi endophallus *A. florea* (kiri) dan *A. andreniformis* (kanan), L:lobe; vC: ventral Cornua; dC: dorsal cornua (Koeniger *et al.*1991)

Sarang species lebah madu *A. florea* ini dapat ditemukan di tempat terbuka, biasanya menggantung di ranting atau dahan semak-semak atau pohon yang kecil serta bersembunyi di daun-daunan (Deowanish *et al.*, 2001). Ketinggian sarang dari atas tanah hanya sekitar sekitar 0,5-10,43 m . Sarang lebah ini hanya terdiri dari satu sisiran dengan luas sekitar 200-500 cm² *A. florea* (Wu dan Kuang, 1987). Kepadatan populasi lebah per koloni mencapai sekitar 6.000 lebah/koloni. Sel sarang lebah ratu berdiameter 0,47±0,09 cm dengan kedalaman

sel mencapai $1,41 \pm 0,15$ cm. Lebah pekerja memiliki ukuran sel yang kecil yaitu berdiameter sekitar $0,29 \pm 0,15$ cm dengan kedalaman sel $0,93 \pm 0,07$ cm (Deowanish *et al.*, 2001)

A3.7. *Apis andreniformis* F. Smith

Apis andreniformis merupakan species lebah madu *Apis* yang berukuran tubuh paling kecil, lebih kecil daripada *A. florea* sehingga dikenal dengan *small dwarf homey bee* dan masih juga belum dapat ditenakkan hingga sekarang. Lebah madu *Apis andreniformis* umumnya berwarna agak gelap sehingga disebut juga sebagai lebah madu kerdil hitam (*black dwarf honey bee*). *Apis andreniformis* hanya tersebar di bagian barat garis Wallace (Otis, 1996) pada ketinggian antara 0-500 m di atas permukaan laut (Salmah *et al.*, 1990; Otis, 1996). Lebah madu *A. andreniformis* ini tersebar di Thailand, China, India, Burma, Laos, Vietnam, Malaysia, Indonesia dan Philipina. Deskripsi beberapa karakter morfologi dari lebah pekerja *A. andreniformis* tampak seperti dalam Tabel 3.18 berikut:

Tabel 3.18. Deskripsi karakter morfologi (mean \pm SD) lebah madu *Apis andreniformis* asal Philipina dan Thailand (Rinderer *et al.*, 1995)

No.	Karakter Morfologi	Asal lebah madu <i>A. andreniformis</i>	
		Philiphina	Thailand
1	Panjang probosis	2,797 \pm 0,009	2,798 \pm 0,12
2	Panjang femur tungkai belakang	1,703 \pm 0,04	1,704 \pm 0,04
3	Panjang Tibia tungkai belakang	2,120 \pm 0,05	2,121 \pm 0,05
4	Panjang basitarsus	1,285 \pm 0,03	1,276 \pm 0,03
5	Lebar basitarsus	0,630 \pm 0,02	0,610 \pm 0,02
6	Panjang tergit ke-3	1,327 \pm 0,04	1,329 \pm 0,05
7	Panjang tergit ke-4	1,284 \pm 0,06	1,281 \pm 0,05
8	Panjang sternit ke-3	1,689 \pm 0,06	1,696 \pm 0,05
9	Panjang mirror wax	0,665 \pm 0,03	0,649 \pm 0,04
10	Lebar mirror wax A	1,318 \pm 0,03	1,330 \pm 0,04
11	Lebar mirror wax B	0,054 \pm 0,02	0,045 \pm 0,02
12	Panjang sternit ke 6	1,339 \pm 0,04	1,352 \pm 0,04
13	Lebar sternit ke-6	1,721 \pm 0,04	1,702 \pm 0,06
14	Panjang sayap depan	6,435 \pm 0,12	6,493 \pm 0,05
15	Lebar sayap depan	2,167 \pm 0,05	2,213 \pm 0,06
16	Sudut 20	62,95 \pm 3,16	61,25 \pm 0,06
17	Sudut 29	121,79 \pm 2,38	121,78 \pm 3,42
18	Sudut 30	34,46 \pm 2,48	34,35 \pm 3,29
19	Sudut 31	31,38 \pm 2,40	31,79 \pm 2,05

20	Sudut 32	104,57±5,33	101,64±5,06
21	Sudut 33	83,02±3,19	81,581±3,07
22	Sudut 34	19,921±1,52	20,565±1,47
23	Sudut 35	98,51±3,33	100,07±3,63
24	Sudut 36	42,07±2,54	42,40±2,50
25	Sudut 37	30,40±4,04	31,48±4,03
26	Sudut 38	76,24±2,41	72,49±2,67
27	Sudut 39	13,81±1,20	14,27±1,32
28	Sudut 40	72,97±3,18	75,25±3,55
29	Sudut 41	26,69±2,95	26,25±2,83
30	Sudut 42	99,84±1,96	97,68±2,55
31	Cubital A (a)	0,506±0,04	0,525±0,03
32	Cubital B (b)	0,084±0,02	0,090±0,02
33	Cubital index (a/b)	6,378±1,672	6,282±1,793
34	Jumlah hamuli	10,88±1,07	10,88±1,07
35	Panjang sayap belakang	3,22±0,07	3,23±0,09
36	Lebar sayap belakang	1,25±0,04	1,28±0,04
37	Tomentum A	0,387±0,044	0,392±0,064
38	Tomentum B	0,667±0,054	0,660±0,062
39	Pigmentasi tergit ke-2	6,60±1,65	5,85±1,37
40	Pigmentasi tergit ke-3	7,75±0,776	7,234±0,546
41	Pigmentasi tergit ke-4	7,650±0,770	7,154±0,407
42	Pigmentasi scutellum	5,375±2,789	3,406±3,137
43	Pigmentasi metanotum	1,525±2,050	0,491±1,304
44	Pigmentasi mesonotum	0,575±1,196	0,046±0,209

Sarang lebah dibuat diranting-ranting pohon dan ternaungi oleh dedaunan sehingga tampak tersembunyi. Ketinggian sarang lebah dari permukaan tanah sekitar 2,69 m dengan kepadatan populasi mencapai 5.000 lebah per koloni. Sarang berbentuk lonjong atau oval dengan tampak mirip ekor (Gambar 3.25). Sel calon lebah ratu bediameter (lebarnya) sekitar 0,54±0,08 cm dengan kedalaman sel 1,24±0,26 cm. Lebar Ukuran sel lebah pekerja mencapai 0,27±0,11 cm dan kedalaman selnya sekitar 0,76±0,14 cm.



Gambar 3.25. Sarang lebah madu *A. andreniformis* (Foto Simrat Brar, 2013)



Gambar 3.26. Lebah pekerja *A. andreniformis* (Singapore Biodiversity 2010)



Gambar 3.27 Ratu lebah dan lebah pekerja *A. andreniformis*

A3.8. *Apis dorsata* Fabricius

Di Indonesia lebah madu *A. dorsata* ini dikenal dengan berbagai bahasa daerah, seperti tawon Gung (Jawa), Odeng (Sunda), Sialang (Palembang), Lani (Sasak), niwa (Bima). Nama lebah ini dalam bahasa Indonesia disebut sebagai lebah hutan yang memiliki ukuran tubuh paling besar diantara lebah madu lainnya. Karena memiliki ukuran tubuh yang paling besar lebah ini dikenal dengan nama *common giant honey bee*.

Apis dorsata membuat sarang di alam terbuka, yaitu di atas pepohonan di hutan dengan membentuk sisiran sarang tunggal (Gambar 3.21). Sisiran sarang ini berukuran besar bisa mencapai 1,5 m. Diameter sarang lebah ini sangat bervariasi sesuai dengan jumlah lebah penghuninya. Diameter sarang sekitar 13 cm atau dengan luas permukaan mencapai 130 cm² perkiraan kepadatan populasi mencapai 35.000-40.000 lebah. Diameter sarang terkecil sebesar koloni anggur dihuni oleh ratusan lebah. Sarang lebah yang paling besar dengan diameter 113-150 cm didiami oleh lebih dari 100.000 lebah madu (Oldroyd dan Wongsiri 2006). Koloni lebah ini juga mampu melakukan migrasi hingga ketempat yang sangat jauh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *A. dorsata* ini mampu menyeberangi selat malaka untuk bermigrasi ke pulau Sumatra (Mardan 1989 dalam Robinson 2012). Di Sri Lanka ditemukan terjadi swarming lebah madu *A. dorsata* hingga mencapai lebih dari 200 km dari asalnya (Koeniger dan Koeniger, 1980).



Gambar 3.28. Sarang lebah *A. dorsata* (Robinson 2012)



Gambar 3.29 *A. dorsata* foraging di bunga *Eucalyptus*.

Bentuk sarang lebah madu *A. dorsata* ini sangat unik karena merupakan satu kesatuan yang dibangun di alam terbuka. Sarang bagian atas digunakan untuk mengumpulkan madu dengan ketebalan sekitar 10 cm. Sarang bagian bawah merupakan tempat anakan dengan ketebalan mencapai 4 cm. Satu sarang lebah ini bisa menghasilkan madu sebanyak 10-20 kg dan bila sarangnya sangat besar (1-1,5 m²) mampu menghasilkan madu sebesar 30 kg (Gambar 3.30). Madu dan pollen diletakkan disalah satu sudut atas sarang atau dibawah sel-sel anakan dan tidak pernah ditemukan berada di tengah-tengah sisiran sarang. Sel calon lebah pekerja dan jantan berukuran sama, yaitu berdiameter 3 mm dan kedalaman 15 mm serta ketebalan sel mencapai 0,5 mm. Sel calon ratu berdiameter sekitar 9 mm dan ketebalan dinding sel di atas 2 mm (Neupane & Sapkota 2005).



Gambar 3.30. Sarang lebah madu *Apis dorsata* di India berukuran 6 kaki (Sivaram 2009)

Lebah madu hutan, *A. dorsata*, ini memiliki tiga subspecies, dua diantaranya terdapat di Indonesia yakni *A. dorsata dorsata* dan *A. d. binghami* sedangkan subspecies yang ketiga *A.d. breviligula* terdapat di Filipina (Sakagami et al., 1980). Subspecies *A. dorsata binghami* yang hanya terdapat di pulau Sulawesi dan pulau-pulau di sekitarnya. *A. dorsata binghami*, oleh beberapa ahli perlembaan seperti Maa (1953) dianggap merupakan satu species tersendiri, *A. binghami* Cockerell. Perbedaan morfologi dan perilaku cara bersarang *A.d. dorsata* dan *A.d. binghami* merupakan dasar pemisahan ini. Warna abdomen dari *A.d. binghami* hitam dengan garis/strip putih sedangkan abdomen *A.d. dorsata* agak kecoklatan dengan strip oranye (Hadisoesilo 2001).



Gambar 3.31. Tiga subspecies lebah madu *Apis dorsata*

Selain itu perilaku bersarang *A.d. binghami* berbeda dengan cara bersarang *A.d. dorsata*. Pada satu pohon biasanya hanya dihuni oleh satu atau dua koloni *A.d. binghami*. Dasar pemikiran yang tidak menerima *A.d. binghami* sebagai species tersendiri adalah adanya persamaan alat kelamin lebah jantan antara kedua subspecies ini (Hadisoesilo 2001) dan waktu penerbangan lebah jantan yang sama yakni sesaat sesudah matahari terbenam. Oleh karena daerah penyebaran dari *A.d. binghami* sampai saat ini baru diketahui di Sulawesi, kepulauan Sula dan pulau Butung (Otis, 1996), tidak tumpang tindih dengan daerah penyebaran *A.d. dorsata*, keabsahan pendapat bahwa lebah ini merupakan satu species tersendiri masih diragukan. Sampai saat ini baru ada kesepakatan bahwa lebah ini hanyalah merupakan salah satu subspecies dari *A. dorsata*, dan disebut *A. dorsata binghami*, sampai nanti ada bukti kuat yang membuktikan bahwa kedua subspecies ini secara reproduksi terisolasi. Karakter morfologi yang dimiliki oleh *A. dorsata* disajikan dalam Tabel 3. 19 berikut ini.

Tabel 3. 19 Rerata karakter morfologi dan SD lebah madu *A. dorsata* di Yunnan dan Guangxi, China (Cao *et al.*, 2012)

No.	Karakter Morfologi	Lebah madu <i>Apis dorsata</i>	
		Yunnan	Guangxi
1	Rangka Cubital-1	1,09±0,01	1,11±0,02
2	Rangka Cubital-2	0,13±0,01	0,15±0,01
3	Panjang sayap depan	12,73±0,08	12,97±0,03
4	Lebar sayap depan	4,31±0,05	4,33±0,03
5	Panjang tergum ke-3	2,79±0,04	2,88±0,02
6	Panjang tergum ke-4	2,70±0,04	2,79±0,01
7	Panjang sternum ke-3	3,90±0,06	4,03±0,03
8	Panjang sternum ke-6	3,17±0,07	3,21±0,02
9	Lebar sternum ke-6	3,14±0,07	3,21±0,03
10	Panjang wax mirror	1,68±0,05	1,71±0,03
11	Lebar wax mirror	2,44±0,03	2,47±0,09
12	Jarak antar wax mirror	0,15±0,03	0,19±0,06
13	Panjang femur	3,26±0,07	3,28±0,05
14	Panjang Tibia	4,09±0,12	4,18±0,06
15	Panjang metatarsus	2,84±0,05	2,95±0,02
16	Lebar metatarsus	1,32±0,05	1,32±0,02
19	Sudut A4	38,08±0,59	36,81±1,07
20	Sudut B4	77,89±1,80	78,59±1,23
21	Sudut D7	90,57±0,92	91,74±2,15
22	Sudut E9	18,89±0,39	18,52±0,52
23	Sudut G18	98,30±1,77	96,66±1,01
24	Sudut J10	36,01±0,64	35,59±0,93
25	Sudut J16	89,15±1,17	89,84±1,49
26	Sudut K19	67,78±0,98	67,68±0,75
27	Sudut L13	12,29±0,29	12,23±0,38
28	Sudut N23	74,42±1,82	74,18±0,94
29	Sudut O26	36,88±2,39	36,93±3,59
30	Jumlah hamuli	26,14±1,12	25,01±0,97

A3.8. 1. Tempat bersarang lebah madu *A. dorsata*.

Lebah madu *Apis dorsata* bersarang di alam terbuka, yaitu di pohon-pohon hutan yang tinggi dan tebing-tebing yang curam. Pohon dan tebing merupakan tempat yang cocok untuk bersarang lebah madu *A. dorsata*. Beberapa daerah penghasil madu hutan sangat variatif jumlah sarang yang ditemukan pada kedua tempat tersebut. Hasil survey beberapa daerah di India menunjukkan bahwa tebing merupakan tempat yang paling banyak ditemukan sarang lebah *A. dorsata* di bandingkan dengan pohon hutan (Tabel 3.20).

Tabel 3. 20 Keberadaan sarang pada dua tempat bersarang *A. dorsata* (Roy *etal.*, 2011)

Lokasi	Jumlah sarang dalam		Jumlah	Persentase (%)	
	Pohon	Tebing		pohon	Tebing
Bandipur	61	31	92	66	34
Mudumalai	347	47	394	88	12
Nagarhole	249	0	249	100	
Sathyamangalam	23	1130	1.153	2	98
Wynaad	181	0	181	100	
Total	861	1208	2069		

A3.8.1.1. Pohon sarang lebah madu *A. dorsata*

Sarang terdapat di tempat terbuka, menggantung pada dahan pohon-pohon yang tinggi berdiameter mencapai 20-100 cm dengan tinggi bervariasi antara 20-50 m (Gambar 3.29). Pohon-pohon yang dijadikan tempat bersarang lebah madu *A. dorsata* adalah pohon-pohon tertentu dan tidak semua pohon yang ada dihutan cocok dijadikan sebagai sarang oleh lebah madu *A. dorsata*. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa ada beberapa karakteristik pohon yang dipilih oleh *A. dorsata* untuk tempat bersarang antara lain (Thomas *et al.*, 2009): (1) pohon yang menjulang tinggi sekitar 20-25 m dari permukaan tanah; (2) batangnya lurus tidak memiliki cabang pada ketinggian 13-15 m dari permukaan tanah; (3) struktur pohon berkulit halus; (4) pohon bersih dari tanaman parasitik, seperti liana atau epifit lainnya, (5) tidak pernah ditemukan sarang pada pohon-pohon yang telah mati.

Jenis-jenis pohon yang sering dipilih untuk sarang lebah *A. dorsata* antara lain (Gambar 3. 29): randu hutan (*Bombax ceiba*), kempas (*Kompassia excelsa*), meranti (*Shorea spp.*), Arau (*Araucaria spp.*), Keruing (*Dipterocarpus spp.*), kempas merah (*Kompassia malaccensis*), Gelam (*Melaleuca cajuputi*), Akasia (*Acacia auriculi-formis*), Ara (*Ficus carica L.*), Jinhah (*Gluta renghas*), Jalemu (*Canarium littorale*), Kaladan (*Dipterocarpus borneensis*), Mangaris (*Kompassia excelsa*), Pulau (*Alstonia spp*) dan Tilap (*Artocarpus 257ingayi*), Pelawan (*Tristaniopsis spp.*), Benuwang (*Octomeles Sumatrana*), beringin (*Ficus sp*), mangga (*Mangifera indica*), kemiri (*Aleurites mollucana*), Cempeda²²⁰ir (*Artocarpus Maingayi*), pohon tualang (*Kompassia Parvifolia*) (Saberioon *et al.* 2010; Ibrahim *et al.*, 2012; Liu *et al.*, 2007; Fristian *et al.*, 2010; Mujetahid 2005; Starr *et al.*, 1987). Beberapa jenis tanaman yang ditemukan sarang *A. dorsata* di India antara lain: *Mangifera indica L.* (Anacardiaceae), *Stereospermum colais* (Dillwyn) Mabb (Bignoniaceae), *Tetrameles nudiflora R. Br* (Datisaceae), *Diospyros meloxylon Roxb.*, *Elaeocarpus tuberculatus Roxb* (Elaeocarpaceae),

Mallotus tetra-coccus Kurz (Euphorbiaceae), *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn (Fabaceae), *Albizia lebbek* (L.) Benth. (Fabaceae), *Persea macrantha* (Nees) Kosterm. (Lauraceae), *Lagerstroemia macrocarpa* Wight (Lythraceae), *Ficus microcarpa* L. f. (Mora-ceae), *Ficus* sp. (Moraceae), *Syzygium* sp. (Myrtaceae), *Neolamarckia cadamba* (Roxb.) J. Bosser (Rubiaceae), *Schleichera oleosa* (Lour.) Oken (Sapindaceae), *Pterygota alata* (Roxb.) R. Br. (Sterculiaceae) (Thomas *et al.*, 2009).

Diantara pohon-pohon tempat bersarang *A. dorsata* tersebut di atas beberapa pohon yang paling disukai untuk bersarang lebah madu *A. dorsata*. Pohon-pohon tersebut antara lain (Gambino, Hoelmer, Daly. 1990; Thomas *et al.*, 2009; Ibrahim *et al.*, 2012; Liu *et al.*, 2007; Saberioon *et al.* 2010; Starr *et al.*, 1987): *Acacia auriculi-formis*, *Bombax ceiba*, *Melaleuca cajuputi*, *Koompassia excelsa*, *Quercus* spp., *Tetrameles nudiflora*, *Mangifera indica* L.

Letak sarang *A. dorsata* biasanya berdekatan satu dengan yang lain, pada satu pohon dapat ditemukan puluhan koloni. Hasil penelitian yang pernah diinformasikan menunjukkan bahwa jumlah koloni paling banyak hanya 10 koloni pada satu pohon (Hadisoesilo 2001). Namun hasil observasi oleh para peneliti di beberapa negara menunjukkan hal yang berbeda. Jumlah sarang per pohon juga sangat variasi dari tunggal hingga ratusan sarang per pohonnya (Gambar 3.32.).





Gambar 3.32. Beberapa contoh pohon yang disukai lebah madu *Apis dorsata* untuk tempat bersarang

A3.8.1.2. Tebing sarang lebah madu *A. dorsata*

Tebing-tebing yang banyak ditemukan di alam pengunungan merupakan salah satu tempat yang disukai untuk bersarang *A.dorsata*. Tidak semua tebing bisa dijadikan sebagai tempat bersarang seperti halnya dengan pohon-pohon di hutan. Hasil penelitian dan pengamatan karakter tebing yang banyak ditemukan sarang lebah madu (Woyke *et al.*, 2012) antara lain: (1) tebing berupa bebatuan yang kokoh yang membentuk cekungan atau relung yang dangkal, (2) warna tebing cerah putih, abu-abu atau coklat muda, (3) langit-langit cekungan tebing merupakan bebatuan yang kokoh sebagai tempat menggantungnya sarang, (4) tebing benar-benar bersih dari rerumputan atau lumut. Satu lokasi tebing yang berupa relung-relung tersebut dapat ditemukan beberapa koloni lebah madu hingga puluhan bahkan ratusan sarang lebah yang tersusun secara parallel (Gambar 3.33), (5) tinggi tebing berkisar antara 20-200 m dari permukaan tanah,

(6) arah tebing yang disukai adalah arah Tenggara dan Barat daya.



Gambar 3.33. Sarang-sarang lebah madu *A. dorsata* pada cekungan-cekungan tebing (Woyke *et al.*, 2012)

A3.8.1.3. Bangunan tempat bersarang lebah madu *A. dorsata*

Selain tempat-tempat terbuka yang alamiah ternyata *A. dorsata* juga senang bersarang di tempat-tempat bangunan buatan manusia. Beberapa bangunan yang ditemukan sebagai sarang antara lain, jembatan, tower penampung air atau teras-teras rumah bertingkat yang berlokasi di pinggiran hutan atau pergunungan (Gambar 3.34).



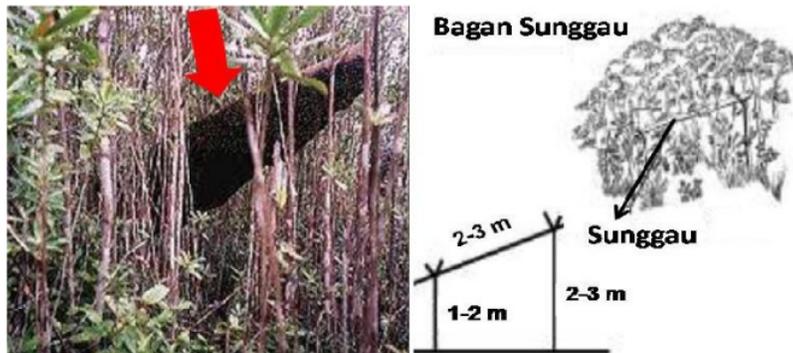


Gambar 3.34. Lebah madu *A. dorsata* bersarang di beberapa tempat bangunan buatan manusia, seperti tower air, jembatan dan teras rumah tingkat.

A3.8.1.4. Teknik Tradisional Memelihara *A. dorsata*

Lebah madu *A. dorsata* atau lebah madu hutan ini belum bisa dibudidayakan atau diternakan seperti halnya *A. cerana*, sehingga masih mengandalkan produksinya secara liar di hutan. Kondisi yang demikian ini membuat para pemburu lebah madu harus ekstra keras untuk menemukan sarang-sarang lebah dan pohon lebah madu di hutan. Namun bagi para pemburu yang telah berpengalaman dan profesional cukup mudah untuk mengenali berbagai tanda-tanda sarang lebah yang ada disekitar pohon sarang lebah. Berdasarkan pengalaman yang dimiliki oleh para pemburu dan juga mungkin merupakan warisan ilmu dan keterampilan dari orang tuanya atau leluhurnya di beberapa daerah di Indonesia, ditemukan beberapa cara atau teknik semi-permanen atau setengah budidaya lebah hutan. Teknik-teknik tradisional memelihara lebah tersebut memiliki nama yang berbeda-beda tergantung daerahnya, seperti Sunggau dari Bangka dan Belitung, Tikung bersasal dari Kapuas Hulu, Kalimantan Barat, and Tingku dari Poso, Sulawesi Tengah.

Sunggau



Gambar 3.35. Koloni lebah dengan Sunggau dan Design Sunggau (Hadisoesilo 2013; Kutadi 2013)

Sunggau merupakan teknik pengelolaan lebah *A. dorsata* secara tradisional yang dilakukan turun temurun oleh masyarakat pemburu lebah hutan di kepulauan Bangka Belitung. Teknik ini sangat memudahkan dalam pemeliharaan dan pemanenannya. Beberapa karakter yang dimiliki oleh Sunggau ini antara lain (Hadisoesilo 2013; Kutadi 2013): (1) lokasi pemeliharaan terletak di hutan sekunder lahan kering; (2) memiliki sudut kemiringan antara 15° sampai 30° ; (3) Bentuk kayu yang digunakan sebagai tempat bersarang berupa gelondongan (bulat) dengan diameter 10-20 cm dan panjangnya bervariasi antara 2-3 meter; (4) Jenis kayu yang digunakan diantaranya adalah Kayu medang (*Litsea* sp.), betor (*Callophyllum pulcherricum*), dan samak (*Eugenia garcinaefolia*); (5) Balok kayu diletakkan diantara dua cabang pohon atau juga bisa dengan tunggak dengan ketinggian 1,5-3,0 m dari permukaan tanah; (6) sunggau ditempatkan diantara semak-semak dan pemasangannya dilakukan menjelang musim bunga.

Tikung

Tikung tidak jauh berbeda dengan Sunggau merupakan teknik pengelolaan lebah hutan secara tradisional dan telah dilakukan oleh masyarakat pemburu lebah hutan di kawasan Kapuas, Provinsi Kalimantan Barat, Indonesia.

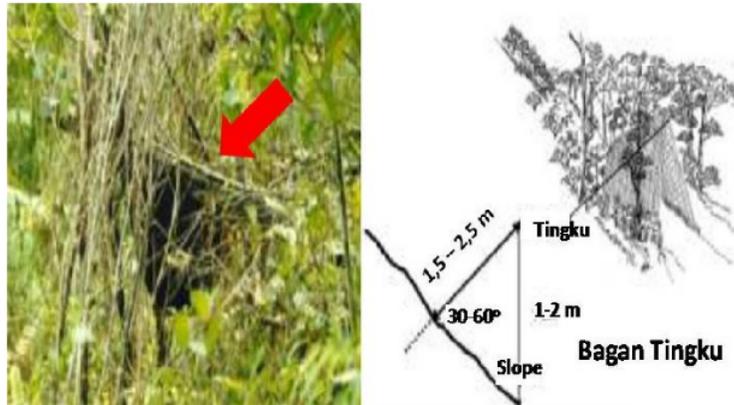


Gambar 3.36. Koloni lebah dengan Sunggau dan Design Sunggau (Hadisoesilo 2013; Kutadi 2013)

Karakter-karakter yang dibutuhkan dalam memasang Tikung antara lain pertama lokasi berada di kawasan hutan skunder, seperti lahan skunder pasang surut. Karakter kedua adalah susut kemiringan tikung beada disekitar 25-40 derajat. Papan kayu yang buat berasal dari kayu tembesu (*Fragraea fragrans* Roxb) dengan panjang 2-3 m, lebar \pm 20 cm dengan ketebalan papan antara 3-5 cm. Tikung dipasang di antara dua cabang pohon dengan ketinggian minimal sekitar 1,5 m dari permukaan tanah dan ditempatkan siantara semak-semak serta dapat dibuat permanen dalam jangka panjang.

Tingku

Tingku mirip dengan ²⁸⁸ **Tikung** yang sama-sama dipasang atau dibuat di areal hutan sekunder berbukit yang tampak seperti pada Gambar di bawah ini



Gambar 3.37. Tingku yang telah dihuni oleh koloni lebah dan bagan Tingku (Hadisoesilo 2013; Kutadi 2013)

Tingku memiliki beberapa kriteria dalam memasangnya di hutan, yaitu dipasang dengan sudut kemiringan (slope) antara 30-60 derajat dari permukaan lereng seperti tersajikan dalam Gambar di atas. Bahan papan yang digunakan biasanya digunakan, kondongio atau Cempaga (*Dysoxylum densiflorum* Miq.), Ampuni atau Ampupu (*Eucalyptus urophylla*), Angsana atau Sonokembang (*Pterocarpus indicus*), dan Tembesu (*Fragraea fragrans* Roxb). Papan kayu dibuat dengan ukuran panjang 2-4 m, lebar papan 10-25 cm dan tebal papan sekitar 5-10 cm. Tingku ini juga bisa dibuat dengan kayu golondong dengan diameter kayu antara 10-20 cm. Tinggi Tingku mencapai 1-2 m dan sisi-sisi Tingku dirimbunkan dengan semak belukar yang dapat bertahan lama atau jangka panjang.

A.3.9. *Apis laboriosa* Smith.

Lebah madu *Apis laboriosa* ini merupakan lebah madu besar (giant honey bee) yang masih berkerabat dekat dengan *A. dorsata*. Sebelum tahun 1980an lebah madu *A. laboriosa* ini digolongkan ke dalam subspecies *A. dorsata* dan setelah dua puluhan tahun berikutnya (1999an) digolongkan menjadi spesies tersendiri (Engel 1999). Adanya daya adaptasi yang tinggi pada daerah dataran tinggi dan ditemukannya adanya kecilnya aliran gen dari *Apis dorsata*, maka dikelompokkan menjadi spesies tersendiri.

Lebah madu *A. laboriosa* memiliki ukuran tubuh yang lebih besar dari ukuran tubuh *A. dorsata* (Gambar 3.31). Panjang sayap depan lebih panjang 8,5% dari ukuran panjang sayap depan *A. dorsata*. Indeks rangka cubital sayap depan sangat signifikan dibandingkan dengan indek cubital *A. dorsata*, yaitu mencapai

37,2% (Trung *et al.*, 1996). Beberapa karakter morfologi yang dimiliki *A. laboriosa* tampak seperti dalam Tabel 3.21

Tabel 3.21 Perbandingan karakter morfologi antara *A. laboriosa* dan *A. dorsata* (Trung *et al.*, 1996; Sakagami *et al.*, 1980)

No.	Karakter Morfologi	<i>A. laboriosa</i>	<i>A. dorsata</i>
1	Panjang tubuh	17,5±0,753	16,47±0,736
2	Panjang probosis	6,956±0,023	6,560±0,030
3	Panjang sayap depan	14,139±0,035	12,933±0,055
4	Panjang sternit ke-3	3,985±0,013	3,689±0,016
5	Indeks cubital	8,489±0,324	5,278±0,182
6	Panjang basitarsus tungkai belakang	3,189±0,078	2,911±0,061
7	Lebar basitarsus tungkai belakang	1,453±0,046	1,374±0,034



Gambar 3.38. Lebah pekerja *Apis laboriosa* (CalPhotos, 2013)

Apis laboriosa ini tersebar didaerah pegunungan Himalaya, Nepal (Bhutan), China (Tibet dan Yunnan), India, dan Vietnam. Secara umum *A. laboriosa* ini hidup dan berkembang di dataran tinggi, yaitu kisaran 2500 sampai 3000 m dpl. Lebah madu membangun sarang yang sangat besar di tebing-tebing pegunungan yang dapat menghasilkan madu sebanyak 60 kg (130 lb). (Trung *et al.*, 1996; Woyke *et al.*, 2012; Woyke *et al.*, 2003). Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa *A. laboriosa* tersebar di dataran tinggi dengan ketinggian tempat antara 1000-4000 m dpl yang sewaktu waktu temperatur dapat turun hingga di bawah 0 derajat Celcius (Otis (1996). Pada musim Gugur koloni *A. laboriosa* yang berada di ketinggian 2800-3000 dan 2000-2800 m dpl melakukan migrasi ke daerah yang berketinggian 1200-2000 m dpl (Underwood, 1990).

Lebah madu *A. laboriosa* bersarang diareal terbuka baik itu di pepohonan ataupun di tebing-tebing pegunungan yang terjal. Tidaklah semua pohon di hutan dipilih untuk tempat bersarang lebah madu *A. laboriosa* ini, beberapa pohon

yang sering ditemukan untuk besarang antara lain: *Abies spectabilis*, *Betula utilis*, *Rhododendron* spp., *Picea smithiana*, *Quersus semecarpifolia*, *Tsuga dumosa*, *Rhododendron arboreum*, *Quersus* spp., *Schima wallichii*, *Castanopsis indica*, *Shorea robusta*, dan *Ficus religiosa* (Sakagami *et al.*, 1980).

Periode terbang massa lebah *A. laboriosa* setiap harinya yaitu terbang mengelilingi sarang dengan jarak radius 30-40 m selama 3-5 menit atau 2-7 menit pada waktu matahari terbit. Hampir sekitar 50-80% koloni lebah madu *A. laboriosa* melakukan aktivitas periode terbang massa pada saat pagi hari (matahari terbit) dan 19-25% pada waktu siang hari . Terbang masa ini dilakukan oleh lebah pekerja sekitar 2-3 kali setiap harinya (Woyke *et al.*, 2003). Waktu terbang lebah jantan pada siang hari berkisar antara jam 12.30 hingga 14.30 (Underwood, 1990).

IV. LEBAH MADU TAK-BERSENGAT (STINGLESS BEE)

Lebah madu dari golongan lebah tak-bersengat (*stinglessbee*) dikelompokkan dalam dunia serangga dari ordo Hymenoptera, famili Apidae, tribe Trigonini dan Meliponini. Lebah tak-bersengat merupakan serangga sosial (*eusocial*) yang tersebar luas di daerah tropika dan subtropika. Dilaporkan bahwa terdapat sekitar 374 spesies yang telah dideskripsikan diseluruh dunia (Michener 2000). Camargo and Pedro (2012) mengatakan bahwa lebih dari 412 spesies yang berhasil dideskripsikan dan sebagian besar dari jumlah tersebut terdapat di wilayah Neotropik (Amerika Tengah, Amerika Selatan dan sebagian besar Mexico). Lebah tak-bersengat juga tersebar di wilayah Indo-malayan-Auntralian, yaitu wilayah yang tersebar mulai dari India dan Sri Lanka, kepulauan Salomon, ke Selatan menyebar sampai Indonesia, New-Guinea dan Australia (Michener 2000; Klakasikorn *et al.* 2005). Di Indonesia belum banyak diketahui berapa jumlah spesies yang tersebar dan terdeskripsikan secara kuantitatif. Hasil penelitian Schwarz (1937) melaporkan ada 31 spesies lebah tak-bersengat di pulau Kalimantan, 41 spesies di di pulau Sumatra dan sembilan (9) spesies yang terdistribusikan di pulau Jawa. Lebah madu tak-bersengat tersebut di Indonesia dikenal dengan berbagai nama sesuai dengan nama daerah, seperti gala-gala (Sumatera), klanceng, lenceng (Jawa), kelulut (Samarinda), kele-kele (Bali), nyanteng, keledan (Sasak), galo-galo (Minang), Niti (Bima), Ko'ok (Banten) dan teuweul (Sunda).

Lebah madu tak-bersengat hidup sepanjang tahun dengan beberapa ratus hingga ribuan lebah pekerja, yang membentuk satu koloni. Keberadaan spesies lebah madu tak-bersengat ini memiliki arti penting dalam dunia pertanian dan kesehatan (pengobatan), sehingga memiliki nilai ekonomis tinggi. Lebah tak-bersengat ini memainkan peran yang sangat penting sebagai serangga penyerbuk (pollinator). Dilaporkan terdapat sebanyak 225 spesies tanaman yang proses polinasinya dilakukan oleh lebah tak-bersengat ini (Rasmussen 2008). Disisi lain lebah jenis ini dapat menghasilkan madu, bee-pollen dan propolis yang banyak digunakan dalam dunia kesehatan manusia. Secara kuantitatif jumlah madu yang dihasilkan lebih sedikit jika dibandingkan dengan lebah Apis, namun sebaliknya mampu menghasilkan propolis yang lebih banyak.

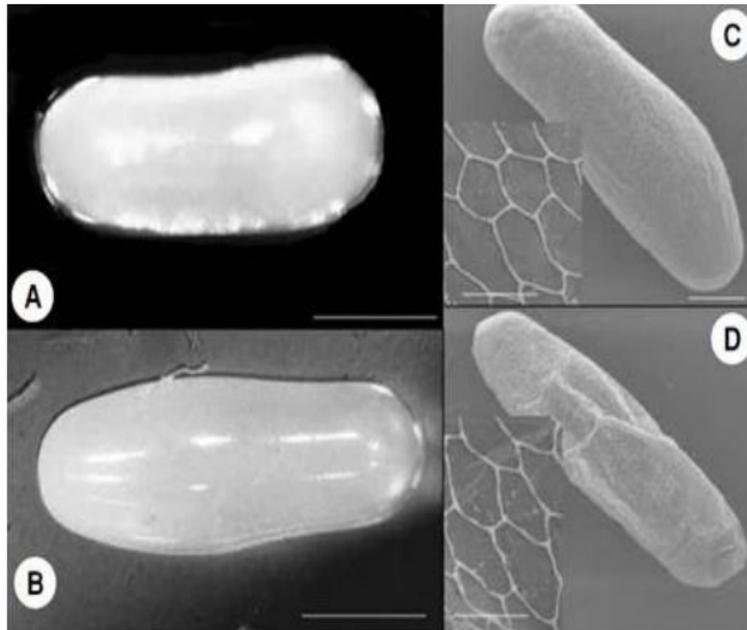
4.1. Biologi lebah tak-bersengat

Lebah tak-bersengat merupakan serangga eusosial hidupnya membentuk suatu koloni yang terdiri atas lebah ratu, lebah jantan dan lebah pekerja. Semua koloni lebah tersebut mengalami suatu pertumbuhan dan perkembangan hidup dengan menjalani beberapa perubahan bentuk. Perubahan bentuk lebah mulai dari telur, larva dengan beberapa instar, pupa dan dewasa yang dikenal dengan

metamorfosis sempurna atau holometabola. Tahapan pertumbuhan lebah mulai dari stadium telur, larva, pupa, dewasa hingga menghasilkan telur kembali disebut dengan siklus hidup lebah.

Telur lebah tak-bersengat

Telur berbentuk elip berwarna putih pucat dan sama bentuknya antara posterior dan anterior Gambar 4... (Pereira *et al.*, 2006). Telur dapat diproduksi dari lebah ratu dan lebah pekerja. Telur-telur dari lebah pekerja umumnya tidak dapat menetas, walaupun bisa menetas persentasenya sangat-sangat kecil sekali.



152
Gambar 4.1 Telur *Melipona Asilvai*: A. telur yang dihasilkan oleh lebah pekerja, B. Telur yang dihasilkan oleh lebah ratu. Skala (bars)=1 mm. Foto mikroskop elektron (SEM) telur reproduktif lebah ratu C dan D telur lebah pekerja Skala (bars)= 90 μ m. (Pereira *et al.*, 2006).

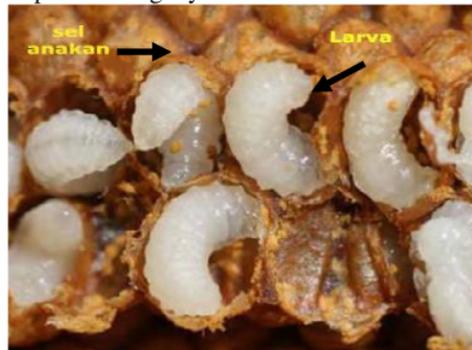
Ukuran telur lebah bervariasi tergantung spesiesnya, sebagai contoh ukuran telur tiga spesies *Melipona* yang tersajikan dalam Tabel 4...

Tabel 4.1 Ukuran (morfometrik) telur tiga spesies lebah tak-bersengat dari Genus *Melipona* (Pereira *et al.*, 2006).

No	Spesies	Tipe Telur	Panjang Telur (mm) ±SD	Lebar Telur (mm)± SD		
				Anterior	Tengah	Posterior
1	<i>Melipona asilvai</i>	Lebah ratu (n=20)	2,87±0,10	0,82±0,04	1,04±0,06	0,70±0,03
		Lebah Pekerja Produktif (n=5)	2,93±0,13	0,79±0,04	1,04±0,05	0,69±0,01
		Lebah Pekerja tropik (n=20)	2,22±0,16	0,78±0,03	0,85±0,04	0,73±0,04
2	<i>Melipona scutellaris</i>	Lebah ratu (n=10)	3,29±0,18	1,01±0,10	1,48±0,09	1,24±0,08
		Lebah Pekerja tropik (n=10)	3,03±0,21	1,09±0,08	1,10±0,07	1,17±0,10
3	<i>Melipona compressipes fasciculata</i>	Lebah ratu (n=10)	3,46±0,14	0,97±0,07	1,38±0,10	1,12±0,09
		Lebah Pekerja tropik (n=10)	2,81±0,22	0,93±0,05	1,08±0,05	1,05±0,07

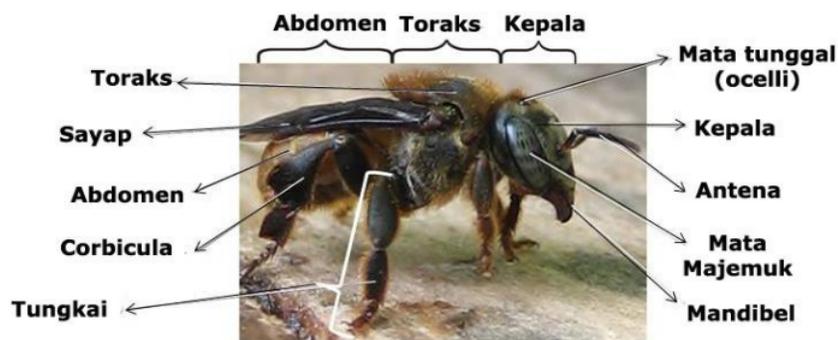
Larva lebah

Larva merupakan stadium setelah telur dengan melalui beberapa tahapan dalam pertumbuhan dan perkembangannya.



Dewasa

Bentuk tubuh lebah tak-bersengat ini sama dengan golongan lebah lainnya, dengan karakter yang sangat khas adalah tidak adanya sengat sebagai salah satu pertahanan diri. Tidak adanya sengat (*sting*) yang dimiliki baik itu lebah ratu, jantan dan pekerja ini yang membedakan dari dua golongan lebah madu lainnya, yaitu lebah madu Apis dan Babel. Kedua lebah madu terakhir tersebut (Apis dan Babel) hanya lebah jantan saja yang tidak memiliki sengat. Secara umum bentuk morfologi lebah tak-bersengat dapat dilihat seperti dalam Gambar 4.1. berikut:



Gambar 4.2. Morfologi lebah tak-bersengat (Foto Kwapong *et al.*, 2010)

Tubuh lebah terpilahkan menjadi tiga bagian utama, yaitu kepala, toraks (dada) dan abdomen. Kepala lebah dilengkapi dengan beberapa organ seperti mata tunggal (ocelli), mata majemuk (facet), antena dan bagian mulut seperti mandibel, probocis dan bagian lainnya. Bagian toraks dilengkapi dengan organ-organ penggerak, seperti dua pasang sayap dan tiga pasang tungkai (depan, tengah dan belakang). Tungkai belakang terdapat alat yang berfungsi sebagai wadah pengumpul pollen dan resin tumbuhan yang disebut dengan Corbicula. Bagian tubuh ketiga adalah abdomen yang terpilahkan menjadi beberapa ruas dengan dilengkapi dengan alat-alat penghasil lilin lebah, feromon serta alat kelamin dan asesori lainnya.

Lebah Ratu

Ratu lebah madu tak bersengat melakukan perkawinan hanya satu kali dalam hidupnya pada usia 7-8 hari setelah keluar dari pupa dan tidak seperti golongan lebah madu Apis yang melakukan perkawinan berkali-kali (polyandri), kecuali pada spesies lebah madu tak-bersengat *M. beecheii* and *S. postica* (Paxton *et al.* 1999). Lebah ratu dapat dengan mudah dikenali, selain ukurannya yang paling besar pada bagian abdomennya terisi penuh dengan telur yang tampak jelas

terlihat dengan mata dan bersayap pendek. Sperma tersimpan dalam kantung sperma lebah ratu (spermatheca) dan akan dilepaskan sesuai dengan kebutuhan. Bila sel sperma dilepaskan bersamaan dengan sel telur hingga terjadi pembuahan akan menghasilkan lebah-lebah betina sebagai lebah pekerja atau calon lebah ratu. Sebaliknya bila sel telur tidak dibuahi akan menghasilkan lebah-lebah jantan yang bersifat haploid. Lebah ratu bertelur sepanjang hidupnya (5-7 tahun) dengan kapasitas mencapai 1500 telur per hari pada usia pro-duktif.



Gambar 4.3 Sebelah kiri Lebah ratu *Homotrigona* sp. (Supeno 2013) dan kanan siklus hidup lebah ratu (Foto Kwapong *et al.*, 2010 dimodifikasi Supeno 2013)

Telur calon lebah ratu yang baru menetas akan dirawat oleh lebah-lebah pekerja secara khusus dengan pemberian makanan royal jely yang diproduksi oleh perawat lebah. Selama stadia larva calon lebah ratu dan sepanjang hidup dari ratu lebah diberikan makanan royal jely oleh lebah-lebah pekerja.

53 Lebah Pekerja

Semua lebah pekerja merupakan lebah betina yang organ reproduksinya tidak berfungsi secara sempurna. Kadang-kadang lebah pekerja ini juga mampu menghasilkan telur, namun tidak bisa menetas. Namun demikian, lebah pekerja mempunyai organ yang mampu melakukan berbagai tugas di dalam koloni (Anonymous, 2006). Lebah pekerja berukuran terkecil dibandingkan dengan lebah ratu dan lebah jantan. Sayap lebah pekerja hampir menutupi bagian perut, tungkai belakang berkembang menjadi alat pembawa pollen dan resin, dan tubuhnya berbulu. Jumlah lebah pekerja selalu mendominasi sebuah koloni lebah. Jumlah lebah pekerja mencapai ± 3.000 ekor dalam setiap koloni. Lebah pekerja dapat mencapai 99 % dari populasi dalam satu koloni. Tugas yang diemban oleh lebah pekerja sangat bervariasi sesuai dengan tingkatan usianya. Lebah pekerja yang baru menetas yang masih belum berkembang sempurna memiliki tugas sebagai pembersih sarang, termasuk bekas sel saat masih larva hingga pupa. Demikian

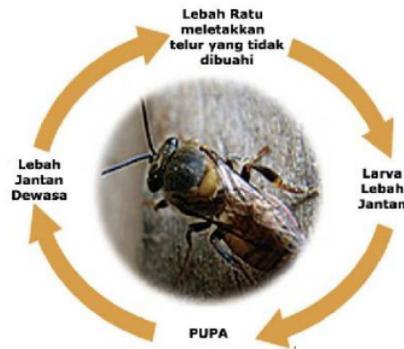
selanjutnya seiring dengan bertambahnya usia lebah pekerja membangun sel anakan, pot madu dan pollen, merawat larva dan pupa serta memberikan makan sang ratu lebah. Tugas selanjutnya adalah pencari pakan yang berupa nektar dan pollen serta resin yang dilakukan oleh lebah-lebah pekerja dewasa yang telah berkembang sempurna, purna tugas lebah pekerja bekerja sebagai penjaga keamanan koloni dan mati pada usia 7 minggu. Lebah pekerja sering disebut lebah pencari jejak, karena mampu membaca sinar ultraviolet matahari untuk mencari jejak dimana terdapat sumber makanan. Pada usia 6-7 minggu.



Gambar 4.4 Lebah pekerja sedang mengumpulkan resin/getah dan pollen (Foto Supeno 2013)

⁴⁶ Lebah Jantan

Lebah jantan merupakan kasta kelompok kedua yang memiliki ukuran tubuh lebih besar dari lebah pekerja dan lebih kecil dari lebah ratu. Tungkai belakang tidak dilengkapi dengan keranjang pengumpul pollen atau resin yang disebut dengan corbicula. Lebah jantan ini dalam koloninya berfungsi sebagai pejantan sang ratu lebah dan jumlahnya sedikit. Lebah jantan menetas dari telur yang diletakkan oleh lebah ratu tanpa pembuahan (fertilisasi) yang telah ditentukan oleh sang ratu lebah. Lebah pekerja produktifpun mampu menghasilkan telur-telur bakal calon lebah jantan. Siklus hidup dari lebah jantan dapat diilustrasikan seperti Gambar 4.5



Gambar 4.5 Siklus lebah jantan (Kwapong *et al.*, 2010)

Hasil pengamatan rasio jumlah produksi telur jantan oleh lebah ratu dan pekerja sangat tergantung spesies lebah. Koedam *et al.*, (2005) menunjukkan bahwa lebah ratu *Melipona subnitida* menghasilkan sebanyak 76-81 butir telur jantan sedangkan lebah pekerja mampu menghasilkan telur jantan saja sekitar 29-40 butir. Ratio jumlah lebah jantan dan betina yang ditemukan pada lebah *Melipona subnitida* adalah 81:281 (1: 3,5)

Lama hidup lebah

Lama hidup lebah tak-bersengat (longevity) tidak sama antara spesies satu dengan spesies lainnya dan dipengaruhi oleh faktor abiotik, seperti suhu dan kelembaban udara, ketinggian tempat dan ketersediaan bahan pakan. Beberapa lama hidup dari spesies lebah tak-bersengat tersajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4.2 Lama hidup (dalam hari) beberapa spesies lebah tak-bersengat (*ascicula bee*)

Species	Maksimum	Sumber
<i>Austroplebeia australis</i> (Friese)	161	Current study
<i>Melipona beecheii</i> Bennet	101	Biesmeijer and Tóth, 1998
<i>Melipona bicolor bicolor</i> Lepeletier	68	Bego, 1983
<i>Melipona compressipes asciculata</i> Smith	80	Giannini, 1997
<i>Melipona favosa</i> Fabricius	68	Sommeijer, 1984
<i>Nannotrigona (Scaptotrigona) postica</i> Latreille	60	Simões and Bego, 1991
<i>Plebeia droryana</i> Friese	75	Terada <i>et al.</i> , 1975
<i>Plebeia remota</i> (Holmberg)	90	van Benthem <i>et al.</i> , 1995
<i>Tetragonisca angustula angustula</i> Latreille	60	Grosso and Bego, 2002

Vvvvl	45,6	Salmah <i>et al.</i> , 1987; Salmah <i>et al.</i> , 1996
<i>g/Melipona beecheii</i> Bennet	53	Moo-Valle <i>et al.</i> , 2004

4.2. Sarang Lebah Tak-Bersengat

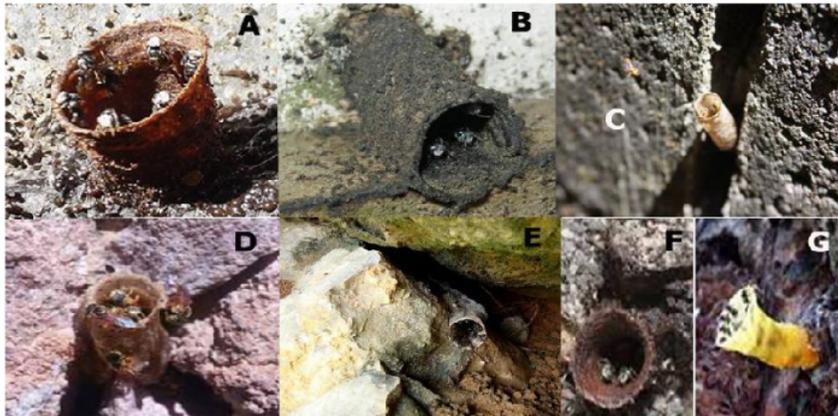
4.2.1. Tempat Bersarang

Sarang lebah madu tak-bersengat ditemukan di wilayah dengan ketinggian 18-850 mdpl atau rata-rata 400 m dpl. Tempat untuk membuat sarang lebah madu tak-bersengat dapat dipilahkan menjadi lima kelompok, yaitu batang tanaman, bekas sarang rayap atau semut, di dalam tanah, di gedung (bangunan) dan membangun sendiri di luar tanaman tersajikan dalam Gambar 4.1 s/d 4.4. Dilaporkan hanya ada satu spesies lebah tak-bersengat yang membangun sarangnya secara mandiri diluar tanaman tanpa memanfaatkan ruangan yang tersedia di alam (Gambar 4.4), yaitu *Dactylurina staudingeri*. Jongjitvimol dan Wattanachaiyingcharoen (2007) melaporkan bahwa sarang lebah tak-bersengat yang menghuni ruangan bekas sarang rayap dan ruangan bawah tanah ditemukan masing-masing sebesar 42,6% dan 33,75%, sementara untuk rongga-rongga di batang tumbuhan mencapai 15,63% dan bangunan sebesar 7,96%. Sarang dibuat di dalam ruangan-ruangan dengan menggunakan berbagai material, seperti campuran lilin, propolis, resin, serat tanaman, butiran pasir, dan tanah liat (Rasmussen & Camargo 2008). Lubang masuk sarang berbentuk bulat dengan ukuran sekitar 0.85 cm to 1.20 cm dan rerata 1.0 cm.



Gambar 4.6. Sarang lebah tak-bersengat di dalam tanah: A. Lubang keluar-masuk

lebah (*entrace*) dari Genus *Geotrigona* datar dengan tanah (Foto Barbosa *et al.*, 2013) ; B. lubang keluar masuk lebah dari genus *Trigona* membuat cerobong ke permukaan tanah (Foto Rasmussen dan Camargo 2008). C. Sarang lebah tak-bersengat setelah digali di dalam tanah; D. Sarang lebah-tak bersengat setelah di bedah tampak anakan lebah.



Gambar 4.7. A – G Sarang lebah tak-bersengat di celah rongga batu pondasi bangunan atau batu-batuan tebing dan tepian sungai (Foto Rich Hoyer 2008; Foto: Danae Frier 2014; Foto Costa Rica Apiaries 2012).



Gambar 4.8. Sarang lebah tak-bersengat di pohon: A. batang bambu (Foto Supen

2013); B bunga aren (Foto Supeno 2013); C. sarang lebah di pohon ulin (Foto Syafrizal *et al.*, 2012); D dan E. Anakan lebah dalam rongga bambu dan bunga aren (Foto Supeno 2013)



Gambar 4.9. Sarang lebah tak-bersengat *Dactylurina staudingeri*, A. berbentuk bulat seperti bola yang menempel pada batang atau cabang tanaman (Foto Kwapong *et al.*, 2010); B dan C berbentuk oval pada tanaman pear, *Persia americana* (Foto Erlangung des-Grades 2009), tanda panah lubang keluar masuk lebah (*entrance*).

Tanaman-tanaman yang sering ditemukan untuk bersarang sangatlah beragam tergantung ada tidaknya rongga di dalam batang untuk bersarang, jenis tanaman dan diameter batang. Pohon Jaranan (*Atropa curcas.*), Bambu (*Bambosa spp*), dan Aren (*Erenga pinnata*) merupakan beberapa pohon yang sering ditemukan di pulau Lombok sebagai tempat bersarang lebah tak-bersengat (Supeno dan Erwan 2013). Hasil penelitian dari 227 sarang lebah di Brazil ditemukan dua tanaman yang paling disukai untuk tempat bersarang lebah tak-bersengat, yaitu *Caesalpinia pyramidalis* (Caesalpiniaceae, 41.9%) dan *Commiphora leptophloeos* (Burseraceae, 33.9 %), minimal ditemukan 13 spesies tanaman yang dijadikan tempat untuk bersarang lebah madu tak-bersengat terincikan dalam Tabel 4.1. Sarang yang paling banyak ditemukan adalah sarang lebah *Melipona subnitida*, pada tanaman *C. leptophloeos* sebesar 50% (65 sarang dari 130 sarang yang teramati) dan 22.3% pada tanaman *C. pyramidalis* (29 dari 130 contoh sarang teramati). Lebah *M. asilvae* lebih menyukai tanaman *C. pyramidalis* untuk tempat sarang, yaitu sebesar 92.3% lebah *M. asilvae* berhasil ditemukan pada *C. pyramidalis* (36 sarang yang menempati dari 39 tanaman contoh (n=39). Volume sarang juga ditemukan sangat variatif dengan kisaran antara 785 sampai 9734 cm³.

Tabel 4.3. Spesies tanaman yang digunakan untuk tempat bersarang dari tujuh spesies lebah tak-bersengat di Caatinga, NE, Brazil. (Martin *et al.*, 2001).

Spesies Tanaman	Spesies lebah tak-bersengat							Total	Persentase (%)
	Ms	Ma	Fd	Fv	Pf	Psp	Sd		
<i>Commiphora leptophloeos</i>	65	3	-	6	-	-	3	77	33,9
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	29	36	9	12	4	3	2	95	41,9
<i>Piptadenia communis</i>	11	-	-	-	-	-	-	11	4,8
<i>Cnidocolus phyllacanthus</i>	9	-	-	-	-	-	-	9	4,0
<i>Spondias tuberosa</i>	3	-	1	1	-	-	1	6	2,6
<i>Anadenanthera collubrina</i>	2	-	-	-	-	-	-	2	0,9
<i>Aspidosperma pyriforme</i>	2	-	-	-	-	-	-	2	0,9
<i>Lycania rigida</i>	1	-	-	-	-	-	-	1	0,4
<i>Tabebuia caraiba</i>	-	-	1	-	-	-	2	3	1,3
<i>Mimosa acutistipula</i>	-	-	1	-	-	-	-	1	0,4
<i>Astronium urundeua</i>	-	-	-	2	-	-	-	2	0,9
<i>Schinopsis glebra</i>	-	-	-	10	-	-	-	10	4,4
Tanaman lainnya	8	-	-	-	-	-	-	8	3,5
Jumlah	130	39	12	31	4	3	8	227	
Persentase (%)	57,3	17,2	5,3	13,7	1,8	1,3	3,5		

Keterangan:

Ma: *Melipona asilvae*; Ms: *Melipona subnitida*; Fd: *Frieseomelitta doederleini*; Fv: *Frieseomelitta varia*; Pf: *Plebesia flavocinetica*; Psp: *Plebeia sp.*; Sd: *Scaptotrigona depilis*.

Demikian juga hasil riset yang dilakukan oleh Elitz *et al.*, (2003) menemukan 81 sarang dari 13 spesies lebah madu tak-bersengat yang bersarang pada 43 spesies tanaman di hutan Sabah. Tanaman-tanaman tersebut dapat ditemukan satu sarang lebah atau lebih setiap pohonnya (Tabel 4.2.).

Tabel 4.4. Nama-nama Tanaman tempat bersarang lebah madu tak-bersengat dan Jumlah Sarangnya (Elitz *et al.*, 2003)

Nama Spesies	Nama Famili	Nama Lokal	Jumlah Sarang	Nilai Komersial Spesies Tanaman
<i>Gluta aba</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Rengas	1	K
<i>Gluta sabahana</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Rengas	1	K
<i>Gluta sp.</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Rengas	1	K
<i>Lophopetalum beccarianum</i>	<i>Celastraceae</i>	Perupok	1	K
<i>Lophopetalum sp.</i>	<i>Celastraceae</i>	Perupok	1	K
<i>Dipterocarpus grandiflorus</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Keruing	1	K
<i>Dipterocarpus sp.</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Keruing	1	K
<i>Shorea acuminatissima</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Yellow Seraya	2	K
<i>Shorea atrinervosa</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Selangan Batu	1	K
<i>Shorea beccariana</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Red Seraya	1	K
<i>Shorea exelliptica</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Selangan Batu	1	K
<i>Shorea falciferoides</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Selangan Batu	2	K
<i>Shorea fallax</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Red Seraya	1	K
<i>Shorea ferruginea</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Red Seraya	1	K
<i>Shorea gibbosa</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Yellow Seraya	1	K
<i>Shorea johorensis</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Red Seraya	1	K
<i>Shorea macroptera</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Red Seraya	1	K
<i>Shorea mecistopteryx</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Kawang	1	K
<i>Shorea multiflora</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Banjutan	3	K
<i>Shorea parviflora</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Red Seraya	2	K
<i>Shorea pauciflora</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Oba Suluk	2	K
<i>Shorea pinanga</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Kawang	3	K
<i>Shorea smithiana</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Red Seraya	1	K
<i>Shorea waltonii</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Red Seraya	1	K
<i>Shorea sp.</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>	Seraya	8	K
<i>Chaetocarpus castanocarpus</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Kayu dusun	2	K
<i>Trigonapleura malayana</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Gambir hutan	1	NK

<i>Lithocarpus, Quercus sp.</i>	<i>Fagaceae</i>	Mempening	1	K
<i>Hydnocarpus woodii</i>	<i>Flacourtiaceae</i>	Karpus wood	1	K
<i>Callophyllum sp.</i>	<i>Guttiferae</i>	Bitangor	1	K
<i>Dehassia sp.</i>	<i>Lauraceae</i>	Medang	1	K
<i>Eusideroxylon zwageri</i>	<i>Lauraceae</i>	Belian	16	K
<i>Litsea caulocarpa</i>	<i>Lauraceae</i>	Medang	1	K
<i>Litsea sp.</i>	<i>Lauraceae</i>	Medang	2	K
<i>Phoebe macrophylla</i>	<i>Lauraceae</i>	Medang	1	K
<i>Dialium sp</i>	<i>Leguminosae</i>	Keranji	1	K
<i>Intsia palembanica</i>	<i>Leguminosae</i>	Merbau	1	K
<i>Sympetalandra borneensis</i>	<i>Leguminosae</i>	Merbau Lalat	2	K
<i>Ficus sp</i>	<i>Moraceae</i>	Kayu ara	2	NK
<i>Syzigium sp.</i>	<i>Myrtaceae</i>	Obah	2	K
<i>Scorodocarpus borneensis</i>	<i>Olacaceae</i>	Bawang hutan	3	K
<i>Scaphium affine</i>	<i>Sterculiaceae</i>	Kembang semangkok	1	K
<i>Wikstroemia sp.</i>	<i>Thymelaeaceae</i>	Tindot	1	NK

Keterangan :

K = Spesies tanaman bernilai komersil; NK = Spesies tanaman yang belum memiliki nilai komersil

Tanaman-tanaman tersebut umumnya memiliki arsitektur yang menyediakan rongga (ruangan) untuk tempat bersarang lebah, baik itu di dasar pohon ataupun di atas pohon dan cabang.

4.2.2. Bangunan Sarang

Sarang lebah tak-bersengat dibangun dalam suatu susunan bangunan yang terdiri atas pintu keluar masuk (*entrance*), lorong (*tunnel*) dan ruangan sarang (*nest cavity*). Secara garis besar bangunan arsitektur sarang lebah tak-bersengat dapat diilustrasikan seperti Gambar 4.



Gambar 4.10 Bangunan sarang lebah tak-bersengat bertempat di bawah tanah

Sarang lebah madu tak-bersengat dicirikan oleh adanya satu pintu keluar masuk koloni lebah (entrance) dengan berbagai bentuk dan ukurannya. Umumnya pintu keluar masuk lebah berbentuk bulat seperti cerobong asap dengan ukuran sekitar 0.85 cm sampai 1.20 cm dan rerata 1.0 cm, namun juga ada yang mencapai 14 cm. Pintu masuk lebah tak-bersengat memiliki karakter arsitektur yang khas (kuat) sehingga bisa digunakan untuk identifikasi genus ataupun spesies lebah, tersediakan pada Gambar 4.11



Gambar 4.11 Aneka ragam bentuk pintu keluar masuk lebah madu tak-bersengat, nomor 1-10 (Foto)

Pintu masuk lebah umumnya terbuat dari campuran beberapa material atau bahan, seperti lempung, butiran-butiran batuan atau pasir, serat dedaunan, lem yang terbuat dari resin atau getah tanaman dan lilin lebah serta partikel debu. Pintu masuk selalu dijaga oleh lebih dari tiga ekor lebah penjaga (Gambar 4..)

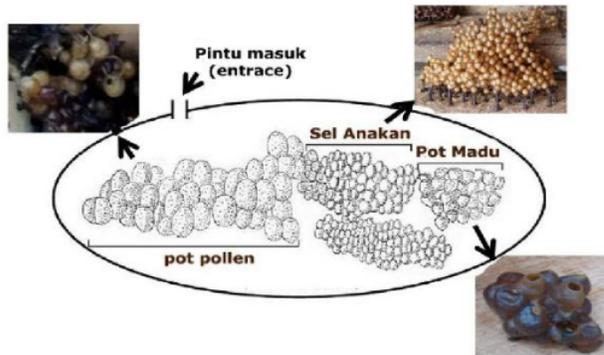


Gambar 4.12 Pintu keluar masuk (entrance) lebah madu tak-bersengat selalu dijaga oleh beberapa ekor (lebih dari tiga lebah dewasa).

Lorong pintu keluar masuk (entrance) dibuat menjulang ke atas dengan tinggi yang bervariasi, ada yang rata dengan permukaan pohon ataupun tanah dimana sarang tersebut dibuat, bahkan beberapa spesies lebah, pintu keluar masuknya cekung ke arah dalam.

Lorong setelah pintu masuk yang menghubungkan ke ruang utama sarang memiliki ukuran yang berbeda tergantung pada tempat sarang dibuat. Lorong berbentuk bulat seperti pipa dengan diameter bervariasi antara 1,7 – 2,7 cm rata-rata sekitar 2,5 cm atau lebih tergantung spesies lebah.

Ruangan sarang merupakan sebuah ruangan yang dijadikan sebagai tempat untuk melakukan semua aktivitas pertumbuhan dan perkembangan koloni lebah. Ruang sarang terdiri atas ruang anakan, ruang penyimpanan madu, dan ruang penyimpanan pollen. Penempatan atau penataan ruangan ini bervariasi antar spesies lebah, namun secara umum seperti dalam Gambar 4.13



Gambar 4.13 Tata letak ruang sarang lebah tak-bersengat (anakan, pot-pot pollen dan madu) (Jongjitvimol dan Wattanachaiyingcharoen 2007 dimodifikasi Supeno 2014).

Pot-pot pollen umumnya diletakkan langsung dekat dengan pintu masuk sebelum koloni anakan, sementara untuk pot-pot madu terletak setelah anakan. Jumlah pot madu dan pollen ini sangat tergantung oleh ketersediaan pakan disekitarnya.

Ukuran sarang ini sangat tergantung kepada ukuran ruangan (cavity) yang telah tersedia di dalam tanah, seperti besar kecilnya ruangan bekas sarang rayap, tikus, ataupun semut. Demikian juga untuk sarang yang ada di dalam pohon tentunya sangat tergantung ruang-ruang yang terbentuk oleh arsitektur tanaman, seperti ruang pangkal batang oleh tonjolan-tonjolan akar, atau ruangan-ruang yang ada di dalam tanaman bambu dan ruangan yang terbentuk akibat kerusakan fisik atau serangan hama dan penyebab penyakit tanaman. Bentuk dan ukuran sarang juga ditentukan oleh spesies lebah, sebagai contoh karakter-karakter sarang lebah madu tak-bersengat dari genus *Geotrigona* (*G. subterranea*) tersajikan dalam Tabel 4.5

Tabel 4.5 Ukuran karakter sarang *G. Subterranea* (Barbosa *et al.*, 2013 dimodifikasi Supeno 2014)

No	Variabel karakter	Jumlah Contoh (n)	Kisaran	Rerata ± SD
1	Panjang Ruangan (cm)	10	18,5-70,0	38,15±14,92
2	Lebar Ruangan (cm)	10	14,5-41,0	29,95±8,93
3	Tinggi Ruangan (cm)	10	21,0-70,0	29,75±14,44
4	Volume Ruangan (liter)	10	7,8-92,6	36,64±26,75

5	Panjang Sarang (cm)	10	17,0-36,0	25,59±6,31
6	Lebar Sarang (cm)	10	13,0-26,6	19,66±4,76
7	Tinggi Sarang (cm)	10	14,0-28,0	17,92±4,42
8	Volume Sarang (liter)	10	3,43-15,22	9,27±4,03
9	Diameter area anakan (cm)	10	7,2-11,9	9,91±1,40
10	Tinggi area anakan (cm)	10	7,9-15,0	11,79±2,28
11	Volume Area Anakan (liter)	10	0,32-1,43	0,95±0,35
12	Kedalaman Sarang (cm)	10	39,0-222,0	119,40±59,02
13	Diameter pintu masuk (cm)	10	0,8-1,2	0,96±0,14
14	Jumlah sisir anakan (unit)	10	8,0-13,0	11,10±1,91
15	Diameter sisir anakan (cm)	110	2,60-11,50	7,67±1,84
16	Jumlah sel/cm ² dalam sisir anakan (unit)	10	9,168-9,427	9,275±0,08
17	Tinggi sel anakan (mm)	130	5,79-6,73	6,13±0,18
18	Diameter sel anakan (mm)	130	3,36-4,46	4,0±0,20
19	Ketebalan pilar (mm)	115	0,90-2,98	1,80±0,44
20	Tinggi pilar (mm)	117	2,35-3,96	3,20±0,33
21	Tinggi pot madu (cm)	151	2,36-7,36	5,27±1,04
22	Diameter pot madu (cm)	151	1,14-2,34	1,50±0,16
23	Volume pot madu (ml)	119	1,80-11,0	6,82±1,99
24	Tinggi pot pollen (cm)	141	2,25-7,51	5,26±0,96
25	Diameter pot pollen (cm)	141	1,13-1,78	1,45±0,13
26	Berat pollen dalam pot (g)	93	2,50-14,91	7,04±2,60
27	Polpulasi (unit)	10	2726-11074	7484,9±2171,77

4.3. Klasifikasi Lebah Madu Tak-bersengat

Pengelompokan lebah madu terus berkembang sesuai dengan perkembangan hasil penelitian, sehingga antara satu pakar dengan pakar lain berbeda-beda dalam pengelompokannya. Beberapa pakar mungkin lebih menyukai dan terbiasa menggunakan klasifikasi lama. Sementara pakar lainnya menggunakan klasifikasi yang terbaru sesuai dengan hasil-hasil penelitian yang berkembang. Sebagai contoh Lebah madu klasifikasi lama termasuk dalam sub-famili Apinae dengan tiga tribe, *Apinini*, *Meliponini* dan *Bombini*. Hasil perkembangan baru mendudukan tribe ini menjadi sub-famili sehingga lebah madu yang dikelompokkan Famili Apidae dipilahkan menjadi 3 sub-famili dengan empat tribe. Klasifikasi tersebut adalah sub-famili Apinae dengan tribe *Apini*, sub-famili Bombinae dengan satu tribenya adalah *Bombini*, dan sub-famili Meliponae memiliki dua tribe, yaitu *Trigonini* dan *Meliponini*.

Lebah madu tak-bersengat tergolong dalam sub-famili Meliponae yang dipilahkan menjadi dua tribe *Trigonini* dan *Meliponini*. Penggolongan kedua tribe

tersebut berdasarkan beberapa karakter, seperti pertama atas dasar morfologi dan perilaku kedua golongan lebah tersebut. Karakter kedua adalah perilaku yang unik dalam menghasilkan lebah ratu. Calon lebah ratu dari tribe Meliponini tidak keluar dari sel anakan khusus, namun berasal dari sel-sel yang berukuran standar seperti sel lebah pekerja ataupun lebah jantan. Jadi ukuran sel anakan baik itu untuk sel calon lebah ratu, lebah jantan dan pekerja adalah sama. Sebaliknya untuk tribe Trigonini lebah ratu dan jantan keluar dari sel-sel khusus, biasanya berukuran lebih besar dari sel anakan lebah pekerja. Karakter ketiga atas dasar wilayah distribusinya tribe Meliponini hanya memiliki satu genus, yaitu Melipona hanya ditemukan secara eksklusif di wilayah Neotropical (Amerika Selatan dan Tengah serta di kepulauan Carribea). Tribe Trigonini tersebar sangat luas, yaitu Amerika Selatan dan Tengah, Asia, Kepulauan Pasifik, Australia, New Guinea dan Afrika (Wille 1983) dengan jumlah genus mencapai 26 genus. Genus-genus lebah madu tak bersengat tersebut antara lain: *Austroplebeia*, *Cephalotrigona*, *Cleptotrigona*, *Dactylurina*, *Frieseomelitta*, *Hypotrigona*, *Lestrimelitta*, *Leurotrigona*, *Liotrigona*, *Lisotrigona*, *Melipona*, *Meliponula*, *Meliwillea*, *Nannotrigona*, *Nogueirapis*, *Oxytrigona*, *Paratrigona*, *Pariotrigona*, *Paratrigonoides*, *Parta-mona*, *Plebeia*, *Plebeina*, *Scaptotrigona*, *Tetragonisca*, *Tetragonula*, *Trichotrigona*, *Trigona*, dan *Trigonisca*. Karakter-karakter morfologi yang digunakan untuk membedakan antara tribe Trigonini dan Meliponini tersaji dalam Tabel 4.6

Tabel 4.6 Beberapa karakter pembeda antara tribe Trigonini dan Meliponini

No.	Karakter	Trigonini	Meliponini
1	Ukuran	Biasanya kecil, 2-8 mm panjang tubuhnya dan ramping	Panjang tubuhnya berukuran lebih besar 8-15 mm dan robust
2	Pubescence	Berbulu Pendek dan sparse, rapat untuk Meliponula	Berbulu panjang, lebih dari separuh kepala dan toraksnya ditumbuhi bulu panjang
3	Panjang Sayap depan	Umumnya panjang dengan melebar pada ujungnya	Relatif pendek dan tidak atau sedikit melebar pada ujungnya, ujung sayapnya melewati abdomen
4	Pterostigma	Relatif membesar dan membulat atau	Tidak berkembang, sempit hingga

		cembung ke bawah	lurus tidak cembung ke bawah (membulat)
5	Jumlah Hamuli	Biasanya sekitar 5-8, kecuali <i>meliponulla</i> , <i>Trigona thoracica</i> dan <i>T. Capitata</i> hamulinya ada 9	Berkisar antara 9-16
6	Dorsal vessel		
7	System syaraf	Ganglion abdomen ke tiga terletak di ruas metasomal	Ganglion abdomen ke tiga terletak di toraks
8	Saluran Pencernaan	berukuran pendek, untuk <i>Trigona</i> disebabkan karena pemendekan usus belakang (hindgut)	Berukuran Panjang, kecuali <i>Lestrimellita</i> terjadi pemendekan ventriculus dan usus belakang.
9	Pintu keluar masuk sarang di alam dan lapisan batumen	Biasanya terbuat dari cerumen	Umumnya dibuat dari lumpur dengan goresan-goresan secara radial dibagian permukaan luar pintu masuk
10	Sel calon lebah Ratu	Sarang dengan sel bakal ratu dengan ukuran yang paling besar diantara sel lebah pekerja dan jantan	Sarang tidak memiliki sel bakal ratu secara khusus
11	Lokasi sel calon lebah ratu	Biasanya ditemukan didekat batas luar atau di bagian luar kumpulan sel-sel anakan	Bercampur dengan sel calon lebah pekerja dan jantan dalam suatu sisiran anakan.
12	Ukuran tubuh ratu baru (virgin queens)	Lebih besar daripada lebah pekerja dan khususnya pada bagian toraks tampak melebar	Lebah berukuran lebih kecil dari lebah pekerja dan lebah jantan
13	Ovari pada lebah ratu baru netas	Berkembang dengan baik	Tidak berkembang
14	Laju produksi calon lebah ratu	Relatif jarang diproduksi	Berkali-kali

Secara hirarki sistematika lebah madu tak-bersengat (*stingless bees*) tampak seperti berikut:

Kingdom: Animalia
 Filum: Arthropoda
 Kl: ²⁴⁰ Insecta
 Ordo: Hymenoptera
 Subordo: Apocrita
 Superfamili: Apoidea
 Famili: Apidae
 Subfamili: Meliponae
 Tribe: **Meliponini dan Trigonini**

Genus: ³⁰ Austroplebeia, Cephalotrigona, Cleptotrigona, Dactylurina, Frieseomelitta, Hypotrigona, Lestrimelitta, Leurotrigona, Liotrigona, Lisotrigona, Melipona, Meliponula, Meliwillea, Nannotrigona, Nogueirapis, Oxytrigona, Paratrigona, Pariotrigona, Paratrigonoides, Partamona, Plebeia, Plebeina, Scaptotrigona, Tetragonisca, Tetragonula, Trichotrigona, Trigona, Trigonisca,

Beberapa karakter yang membedakan genus lebah tak-bersengat yang ditemukan di area Indo-Malaya tersajikan dalam Tabel 4.7

Tabel 4.7 Karakter Genus Lebah tak-bersengat Indo-Malaya

GENUS	KARAKTER										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
<i>Geniotrigona</i>	0	2	1	L	1	1	1	1	9	1	3/3
<i>Heterotrigona</i>	0	1	n/a	ML	1	1	1	1	7	1	3/3
<i>Homotrigona</i>	0	2	2	m	2	1	1	0	6-7	1	4/4
<i>Lepidotrigona</i>	1	2	1	mM	1	1	0	0	6-8	1	12/12
<i>Lisotrigona</i>	0	2	1	N	2	1	0	0	5	1	4/4
<i>Lophotrigona</i>	0	2	2	M	2	2	1	1	7	1	1/1
<i>Odontotrigona</i>	0	2	2	L	2	1	1	1	7-8	1	1/1
<i>Pariotrigona</i>	0	2	1	L	2	1	0	0	5	1	1/1
<i>Platytrigona</i>	0	2	1	M	2	2	1	1	7-8	2	6/1
<i>Sundatrigona</i>	0	2	1	M	1	1	1	1	7	1	2/2
<i>Tetragonilla</i>	0	2	1	N	3	1	1	1	6	2	4/4
<i>Tetragonula</i>	0	2	1	N	3	1	1	1	5	1	31/27
<i>Tetrigona</i> Moure 1961	0	2	2	L	2	1	1	1	7	2	5/4

Keterangan Karakter :

A = Adanya tessellasi di kepala dan toraks (1), tidak memiliki tessellasi (0)

B = Mandibel dengan satu gigi (1) atau dua gigi (2)

C = Dua gigi kecil hingga sedang (1) atau dua gigi berukuran besar (2)

D = Panjang malar dibandingkan dengan diameter ruas antena ke empat berukuran;

L (lebih besar) M (sama) N (sangat pendek atau linier) m (berukuran antara M & N)

E = Scutellum pendek (1), projecting (2), sangat projekting (3)

F = Propodium dengan median posterior median yang halus dan bersinar (1) atau berbulu (2)

G = Rambut Plumose yang tumbuh pada tibia belakang terlihat (1), tidak ada (0)

H = Sericeous patch pada muka dalam pada basitarsus belakan terlihat (1), tidak ada (0)

I = Jumlah hamuli per sayap

J = Sayap seperti membran (1) tampak jernih (2) Gelap pada pangkal, jernih atau putih di ujungnya

K = Jumlah spesies yang dideskripsikan oleh Rasmussen/jumlah yang ada di kunci determinasi

Heterotrigona itama :Sayap agak berwarna pada pangkalnya, tapi tidak terlalu gelap dan sebagian berwarna putih

Heterotrigona erythrogastra- Sayap semburat orange kemerahan Rasmussen 2008 tidak mengenali *P. klossi*, tetapi pengamatan pada sarang menduga bahwa itu merupakan spesie kedua.



282
Gambar 4.14 Lebah madu Kelulut (*Trigona* spp.) yang berhasil diidentifikasi dari Hutan Pendidikan Lempake Samarinda (Foto Syafrizal *et al.*, 2012), sebanyak sembilan spesies, yaitu: (1) *Trigona apicalis*, (2) *T. drescheri*, (3) *T. fuscibasis*, (4) *T. fuscobalteata*, (5) *T. insica*, (6) *T. itama*, (7) *T. laeviceps*, (8) *T. melina*, dan (9) *T. terminata*.

4.4. Distribusi lebah madu tak-bersengat

Lebah madu tak-bersengat menghendaki suatu lokasi yang memiliki temperatur udara berkisar antara 28-36°C dan kelembaban udara (RH) sekitar antara 77-96%. Dengan demikian ketinggian tempat sangat mempengaruhi distribusi lebah, karena setiap kenaikan ketinggian tempat (Altitude) akan memberikan penurunan temperatur udara. Diketahui bahwa setiap kenaikan 100 meter dari permukaan laut (dpl) suatu tempat, temperatur udara akan turun sebesar 0,6°C. Di Indonesia temperatur rata-rata tahunan pada ketinggian 0 meter dpl adalah sebesar 26°C. Jadi temperatur udara akan menurun sebesar 0,6°C atau 25,4°C pada ketinggian tempat 100 m dpl, demikian seterusnya. Sebagai contoh bila suatu tempat dengan ketinggian 1.900 m dpl, maka temperatur udara daerah tersebut dapat diperhitungkan sebesar $26^{\circ}\text{C} - [(1900/100) \times 0,6] = 14,6^{\circ}\text{C}$.

Kondisi tersebut sangat berpengaruh terhadap kelimpahan spesies lebah disuatu wilayah sesuai dengan ketinggian tempat dari atas permukaan laut. Keanekaragaman dan kelimpahan spesies lebah madu tak-bersengat paling besar populasinya ditemukan di daerah beriklim hangat dengan kisaran temperatur udara 18-35 ° C. Hasil penelitian di Costa Rica dengan berbagai ketinggian tempat menunjukkan bahwa lebah tak-bersengat ini tersebar merata dengan keragaman spesies yang tinggi ditemukan pada altitude 200 m dpl. Kisaran ketinggian suatu wilayah juga menentukan jumlah spesies yang berbeda-beda seperti tercantum dalam Tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.8 Distribusi spesies lebah madu tak-bersengat di Guanacaste, Costa Rica (Ortiz-Mora *et al.*, 1995)

SPECIES LEBAH	KETINGGIAN TEMPAT ATAU ALTITUDE (M) DPL						TOTAL KOLONI
	200	500	700	1000	1200	1500	
<i>Trigona corvina</i>							106
<i>Partamona aff. cupria</i>							72
<i>Trigona fulviventris fulviventris</i>							104
<i>Nannotrigona testaceicornis perilampoides</i>							51
<i>Tetragonisca angustula</i>							77
<i>Plebeia frontalis</i>							24
<i>Tetragona dorsalis ziegleri</i>							35
<i>Cephalotrigona capitata zexmeniae</i>							20
<i>Melipona beecheii</i>							13
<i>Scaptotrigona pectoralis pectoralis</i>							18
<i>Trigona amalthea silvestriana</i>							62
<i>Oxytrigona mellicolor</i>							21
<i>Trigona fuscipennis</i>							14
<i>Tetragona perangulata</i>							1
<i>Trigonisca buyssoni</i>							4
<i>Plebeya sp. (aff. flavoscutellata)</i>							25
<i>Geotrigona leucogastra chiriquiensis</i>							8
<i>Partamona grandipennis</i>							4
<i>Scaptotrigona mexicana subobscuripennis</i>							117
<i>Melipona fasciata melanopleura</i>							32

Tabel 4. tersebut nampak ada tiga spesies yang sebarannya mulai dari ketinggian tempat 200 m di atas permukaan laut (dpl) sampai dengan 1.500 m dpl.

Beberapa spesies-spesies ditemukan tersebar pada ketinggian tempat 200-1000 m dpl, 700-1000 m dpl dan 1200-1500 m dpl.

V. PAKAN LEBAH MADU

Lebah madu sama dengan golongan hewan lainnya dalam aktivitas hidupnya (pertumbuhan koloni dan reproduksi), memerlukan suatu energi yang berasal dari makanan yang dimak untuk diubah menjadi energi. Sumber pakan utama lebah madu adalah nektar dan pollen (tepung sari) dari berbagai jenis tanaman budidaya (perkebunan, pangan, dan hortikultura seperti buah, sayur dan obat-obatan), atau tumbuhan liar (semak, hutan atau rerumputan). Selain nektar dan pollen lebah madu membutuhkan air dan resin atau getah tanaman untuk pembuatan sarang dan pertahanan koloninya. Jadi semua tanaman berbunga baik itu tanaman pertanian, perkebunan, hortikultura, hutan maupun tumbuhan liar yang menghasilkan nektar, tepungsari (pollen), dan resin dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan lebah. Serangga-serangga lain yang dapat mengekresikan suatu cairan manis yang dikenal dengan embun madu (honeydew) juga dapat dimanfaatkan oleh lebah sebagai sumber pakan.

5.1. Nektar

Nektar merupakan cairan atau larutan dengan rasa manis, pahit atau asam hasil sekresi yang dihasilkan oleh kelenjar nektari tanaman atau serangga. Kelenjar nektari ini dipisahkan menjadi dua atas dasar letaknya di organ tanaman, yaitu kelenjar nektari yang terdapat pada bunga disebut dengan nektari floral sedangkan kelenjar nektari yang terdapat di luar bunga dikenal dengan nektari ektrafloral. Sumber nektar bagi lebah madu dapat dipisahkan menjadi empat golongan, yaitu:

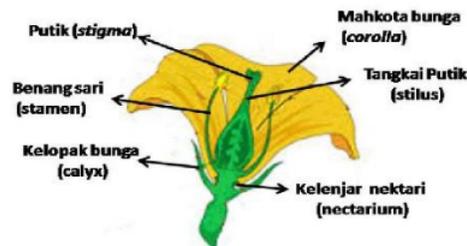
1. Nektar yang berasal dari bunga tanaman yang dikenal dengan nektar bunga (*nectarfloral*).
2. Nektar yang dikeluarkan oleh kelenjar nektar tanaman (*nectarium/nectary*) selain bunga yang disebut sebagai nektar ektrafloral (*Extrafloral Nectar/EFN*)
3. Embun madu (*honeymeldew*), yaitu sekresi embun madu (*honeydew*) dari beberapa spesies serangga, seperti kutu daun dari ordo Hemiptera.
4. Cairan atau larutan yang dipaksa keluar oleh adanya aktivitas manusia atau penyebab kerusakan fisik lainnya, seperti angin kencang ataupun kerusakan oleh serangga selain lebah. Contohnya adalah Nira aren, nira kelapa, nira lontar, larutan sirup batang tebu, gandum, jagung dan sari buah.

Nektari floral terletak diantaranya pada sepala, petala, stamen dan dasar bunga (*resepta*), sedangkan nektari ektrafloral bisa dijumpai pada beberapa lokasi seperti pada batang, daun, stipula, atau tangkai bunga (Tricahyadi dan Sumardi, 2009). Dengan demikian nektar yang dihasilkan oleh tanaman juga dipisahkan menjadi dua tipe, yaitu nektar bunga (*nektar floral*) dan nektar non-

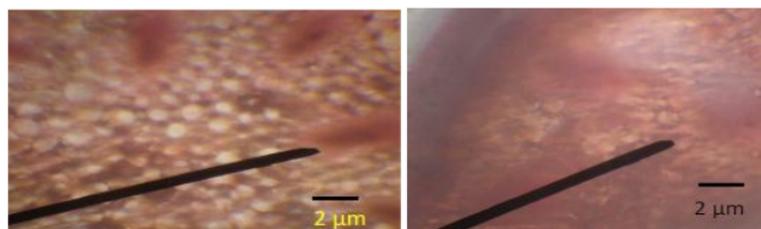
bunga (*nektar ekstrafloral*). Disisi lain di lapangan tampak lebah madu juga bisa menggunakan nektar dari beberapa sumber lainnya, seperti ekresi embun madu dari golongan kutu tumbuhan ataupun wereng-werengan dari Ordo Hemiptera. Sesuai dengan perkembangan ilmu dan perilaku lebah madu beberapa larutan yang dikeluarkan oleh tanaman sebagai akibat aktivitas manusia dalam mengelola tanaman, seperti nira, larutan sirup tebu, dan sari buah dapat dijadikan sebagai pakan alternatif lebah madu.

5.1.1. Nektarfloral

Nektarfloral merupakan nektar yang disekresikan oleh kelenjar nektari (*floral nectarium* atau *nuptial nectarium*) yang terletak pada bagian bunga dengan perannya terkait dengan polinasi. Letak keluarnya nektarfloral ini tentunya tergantung dimana posisi kelenjar nektari tersebut berada pada bunga. Trichayadi dan Sumardi (2009) melaporkan bahwa bentuk dan letak kelenjar nektari pada setiap spesies berbeda-beda dan sangat khas sehingga dapat dijadikan sebagai karakterisasi dalam identifikasi. Kelenjar nektarfloral yang biasanya terletak di dasar perhiasan bunga (*perianthium*), sehingga hewan penyerbuk mau tidak mau bersinggungan dengan kepala sari (*anthera*) dan pistil sewaktu mengambil nektar, seperti yang terlihat pada sketsa bunga Gambar 7.1. Beberapa bentuk kelenjar nektari dan letaknya seperti pada Gambar 7.2 sampai dengan Gambar 7.5 berikut:

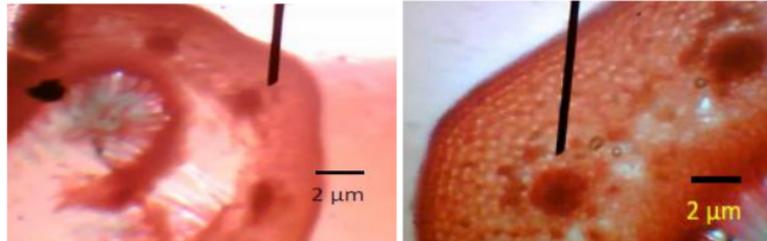


Gambar 5.1. Kelenjar nektari (*nectarium*) terletak pada pangkal bunga

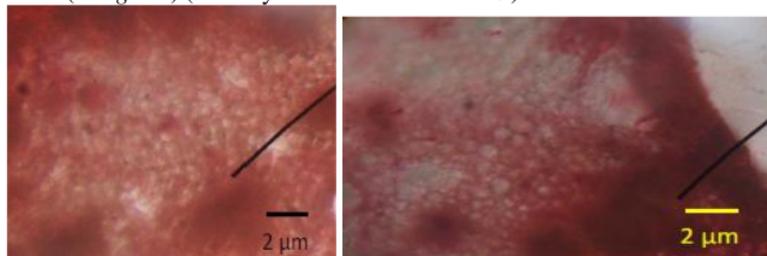


Gambar 5.2. Kelenjar nektari pada *Hibiscus rosasinensis* L. terletak di Petala

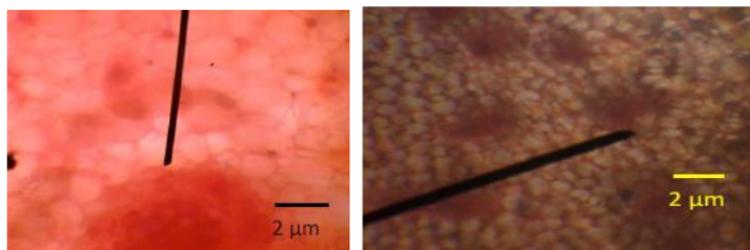
(*perigonal*) dengan bentuk seperti pasir (*Sand-like*) dan *Canna hybrida* Hort. Di pangkal sepal-petal berbentuk Cincin (*marginal*) (Tricahyadi dan Sumardi 2009)



Gambar 5.3. Kelenjar nektari floral pada *Allamanda cathartica* L, terdapat di pangkal sepal-petal berbentuk cincin dan *Crinum asiaticum* L. terletak di pangkal sepal-petal (*toral*) dengan bentuk Cincin (*marginal*) (Tricahyadi dan Sumardi 2009)

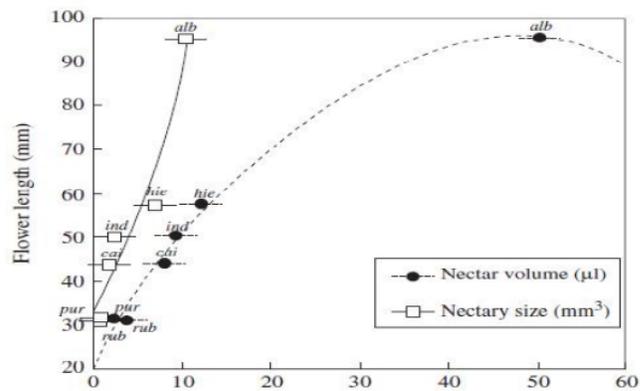


Gambar 5.4. Kelenjar nektari floral pada *Nymphaea stellata* Willd terletak di Sepal (*perigonal*)/ *Sand-like* dan *Michelia champaca* L. berada di reseptakel (*toral*)/ Cincin (*discoïd*) (Tricahyadi dan Sumardi 2009)



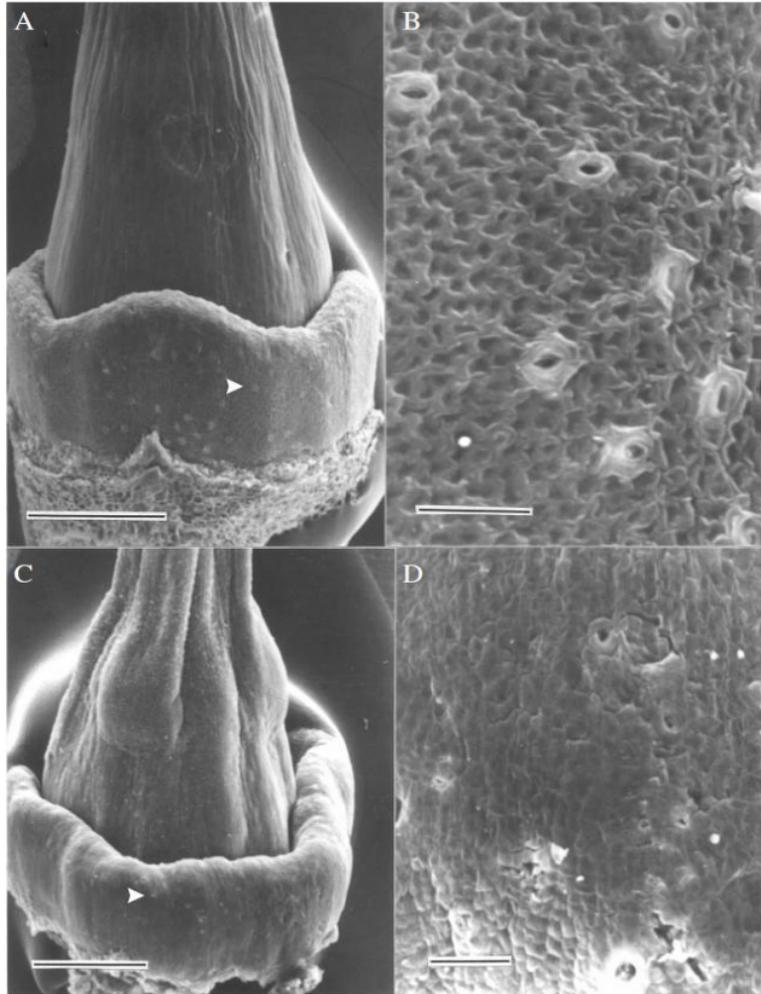
Gambar 5.5. Kelenjar nektari floral pada *Eichorrnia crassipes* Solms. terletak di petal (*perigonal*) berbentuk sperti pasir (*Sand-like*) dan *Vigna unguiculata* L. ada di reseptakel (*toral*) membentuk cincin (*discoïd*) (Tricahyadi dan Sumardi 2009).

Sekresi nektarfloral terjadi pada saat pagi hari hingga sore hari dan proses sekresi maksimal terjadi pada saat bunga pertama kali mekar dan secara berangsur-angsur produksinya menurun hingga bunga menjadi layu. Periode sekresi nektar ini juga sangat tergantung pada jenis tanamannya, sebagai contoh bunga tanaman *Ipomoea hieronymi* lama mekarnya mencapai 8-9 jam sehari, sedangkan untuk *I. cairica* sekitar 10 jam dan *I. purpurea* dan *I. rubriflora* mencapai 12 jam (Galetto and Bernardello 2004). Volume sekresi nektar tergantung dari berbagai faktor diantaranya adalah jenis tanaman, letak kelenjar nektari, dan faktor iklim (lingkungan). Jenis tanaman tentunya sangat berpengaruh terhadap kuantitas dan kualitas nektar yang dihasilkan. Sebagai contoh total volume nektar bunga *Ipomoea alba* mencapai sekitar 50,12 mL dan 212 mL untuk *I. purpurea*. Rerata volume nektar mencapai sekitar 292 mL pada *I. purpurea* sampai 12,0 mL in *I. hieronymi*, dengan ukuran nektari $0,6 \text{ mm}^3 \pm 0,3$ pada *I. rubriflora* dan $6,9 \text{ mm}^3 \pm 1,1$ in *I. hieronymi* (Galetto and Bernardello 2004). Contoh lain pada bunga pear dapa mencapai sekitar 0,4-1,3 mg per kuntum bunga dengan rata-rata mencapai 0,84-0,85 mg nektar per kuntum bunga. Jabonski (1986) melaporkan bahwa jumlah nektar per bunga dari berbagai kultivar bunga pear mencapai sekitar 0,3-3,0 mg. Sementara dari penelitian Kulijev (1959) melaporkan satu bunga pear (*P communis*) menghasilkan nektar sebanyak 16-19 mg per harinya. Variasi volume nektar yang dihasilkan oleh kelenjar nektari tersebut berkorelasi dengan ukuran nektari, sebagaimana hasil penelitian Galetto dan Bernardello (2004) dalam Gambar 7.6 berikut :



Gambar 6.6. Regresi kuadratik antara panjang bunga dan volume nektar serta ukuran nectarium 6 spesies *Ipomoea* (rub: *I. rubriflora*; pur: *I. purpurea*; cai: *I. cairica*; ind: *I. indica* ;hic: *I. hieronymi* dan alb: *I. alba*) (Galetto and Bernardello 2004).

Dilaporkan bahwa tipe vaskularisasi kelenjar nektari bervariasi baik antar genus dalam satu famili yang sama maupun antar spesies pada genus yang sama, bahkan dalam spesies yang sama. Faktor morfologi dan fisiologi dari kelenjar nektari yang terbentuk turut menentukan kuantitas dan kualitas nektar yang dihasilkannya. Dilaporkan bahwa kelenjar nektari yang banyak dibentuk oleh jaringan floem daripada jaringan xylem menghasilkan jumlah nektar yang besar (50%). Sebagai contoh tumbuhan darat yang umumnya memiliki kelenjar nektari yang didominasi oleh jaringan floem menghasilkan nektar yang kandungan gulanya lebih tinggi. Sebaliknya tumbuhan air yang secara umum pembentukan kelenjar nektarinya didominasi oleh jaringan xylem, maka nektar yang diproduksinya memiliki konsentrasi gula kecil. Pernyataan yang selaras disampaikan oleh Kevan dan Baker (1984) bahwa kelenjar nektari yang terbentuk dari jaringan epidermal memproduksi nektar yang memiliki kandungan gula yang rendah, karena dibentuk oleh diferensiasi sel penutup stomata (pembuluh xylem). Sementara kelenjar nektari yang dibentuk dari jaringan parenkim menghasilkan nektar dengan kandungan gula yang tinggi, karena didominasi oleh pembuluh floem. Demikian juga faktor suhu dan kelembaban udara menyebabkan terjadinya evaporasi dan absorpsi kandungan air dalam nektar, sehingga menentukan turun dan naiknya kandungan gula nektar (Fahn 1979; Esau 1977).



Gambar 5.7. Foto mikroskop SEM (*Scanning electron microscope*) dari nektari : (A and B) *Ipomoea rubriflora*, (C and D) *I. purpurea*. (A and C) gambar dasar nektari yang dikelilingi oleh nektari (ujung tanda panah menuju ke stoma). (B and D) gambar detail dari epidermis nektari. Skala bars: A and C = 500 mm; B and D = 50 mm. (Galetto dan Bernardello 2004)

5.1.2. Nektar Ekstrafloral (*Extrafloral Nectar*)

Nektar ekstrafloral adalah nektar yang dihasilkan oleh bagian tanaman selain bunga. Nektar tersebut disekresikan oleh kelenjar nektari yang terdapat pada organ-organ tanaman bukan bunga atau dikenal dengan nektari ekstrafloral. Kelenjar ekstrafloral dikenal juga dengan nama *extranuptial nectary* atau juga *extrafloral nectary (EFN)*. Kelenjar ini terdapat pada berbagai organ tanaman, seperti daun, tangkai daun, ranting, pangkal daun, dan buah. Semua kelenjar tersebut dapat memproduksi air dan gula tetapi tidak berfungsi untuk menarik atau reward bagi polinator (penyerbuk). Berbagai variasi bentuk dan ukuran dari kelenjar ekstrafloral ini, seperti bentuk cawan, helai rambut atau yang lainnya.

5.1.2.1. Lokasi EFN pada Tanaman

Kelenjar nektari ekstrafloral terletak pada bagian-bagian vegetatif dan reproduktif tanaman. Struktur vegetatif tanaman yang sering ditemukan EFN antara lain seperti daun, ranting muda, tangkai daun, pangkal daun, dan kotiledon. Sedangkan untuk struktur reproduktif yang dapat dijumpai EFN diantaranya adalah buah muda ataupun tua. EFN pada daun bisa ditemukan pada permukaan bawah dan atas daun, pada tepian daun, pada pangkal daun, tangkai daun tulang daun ataupun pada lamina daun (Gambar 5.8 s/d 5.12). Ranting mudapun juga bisa ditemukannya EFN yang sering terdapat pada buku ataupun ruas antar buku. Sedangkan untuk organ reproduktif EFN sering ditemukan pada buah ataupun bakal buah.

Beberapa lokasi EFN pada Tanaman anatara lain :

Ailanthus: leaf margins

Allamanda: leaf axils

Callecarpa: adaxial surface near veins at leaf base

Cassia: petiole

Cissus: stipule

Costus: outer surface of floral bracts

Crotolaria: flower stalk

Croton: petiole

Curcubits: lamina, peduncular bracts, abaxial surface of calyx

Fraxinus: glandular trichomes on lower leaf surface

Gossypium: leaf or flower bracts

Helianthus: flower bracts and phyllaries

Hibiscus: sunken, elongate cavity part of midvein adaxial surface

Hoya: upper leaf surface

Impatiens: petiole and leaves

Ipomoea: lower leaf surface, petiole, pedicel just below junction with sepals

Osmanthus: glandular trichomes on lower leaf surface
Passiflora: petiole, bud and flower bracts
Phaseolus: on the cushion-like compressed lateral branches
on the inflorescence axis
Prunus: distal part of leaf petiole/leaf blade
Pteridium: stipe and fronds
Ricinus: leaf and inflorescence
Robinia: stipules
Salix: leaves
Sambucus: stipules
Smilax: tiny, flattened on lower leaf surface
Thunbergia: sepals
Viburnum: lower leaf surface near petiole
Vicia: stipules
Vigna: stipules and inflorescence stalk

5.1.2.2. Beberapa Famili dan spesies tanaman yang memiliki EFN

Dilaporkan terdapat 93 famili tanaman dengan jumlah sekitar 393 spesies yang telah dideskripsikan memiliki EFN dengan berbagai fungsinya diantaranya adalah penyedia sumber pakan bagi beberapa spesies serangga yang berasosiasi secara mutualistis seperti lebah madu. Beberapa famili dan spesies tanaman yang telah berhasil penulis himpun tersajikan seperti berikut:

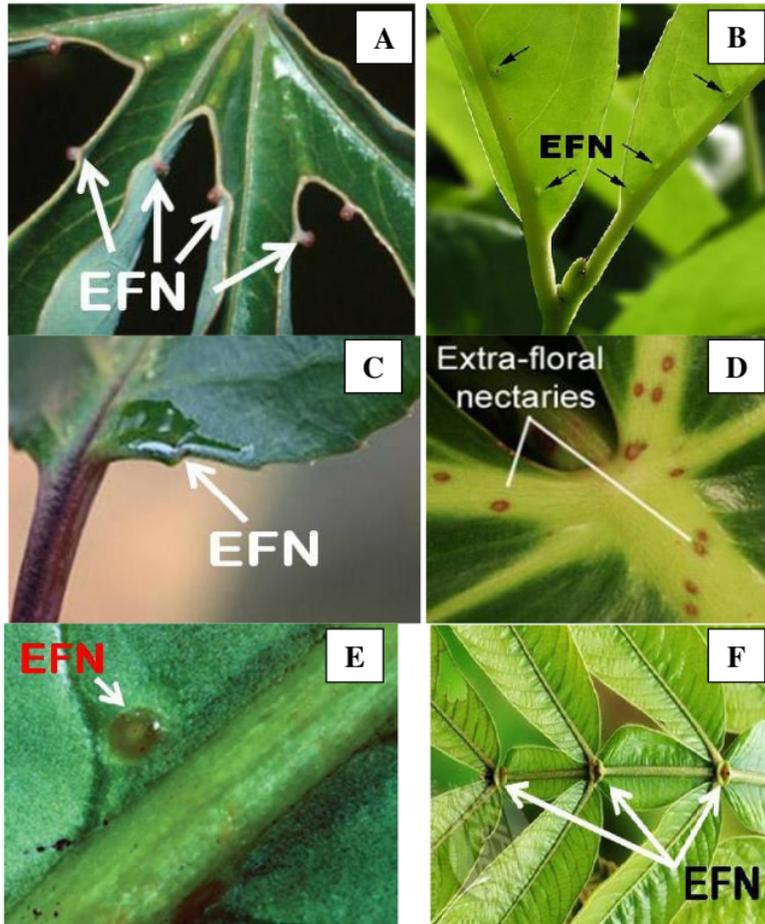
Beberapa Famili Tanaman yang memiliki EFN (Extrafloral Nectary) antara lain:

- Liguminaceae
- Rosacea
- Mimosaceae
- Euphorbiaceae
- Bignoniaceae
- Compositae
- Malvaceae
- Salicaceae
- Curbubitaceae
- Caprifoliaceae
- Asclepiadaceae
- Liliaceae
- Caesalpiniceae
- Convolvulaceae
- Papilionaceae
- Fabaceae

Beberapa spesies Tanaman yang memiliki EFN diantaranya adalah:

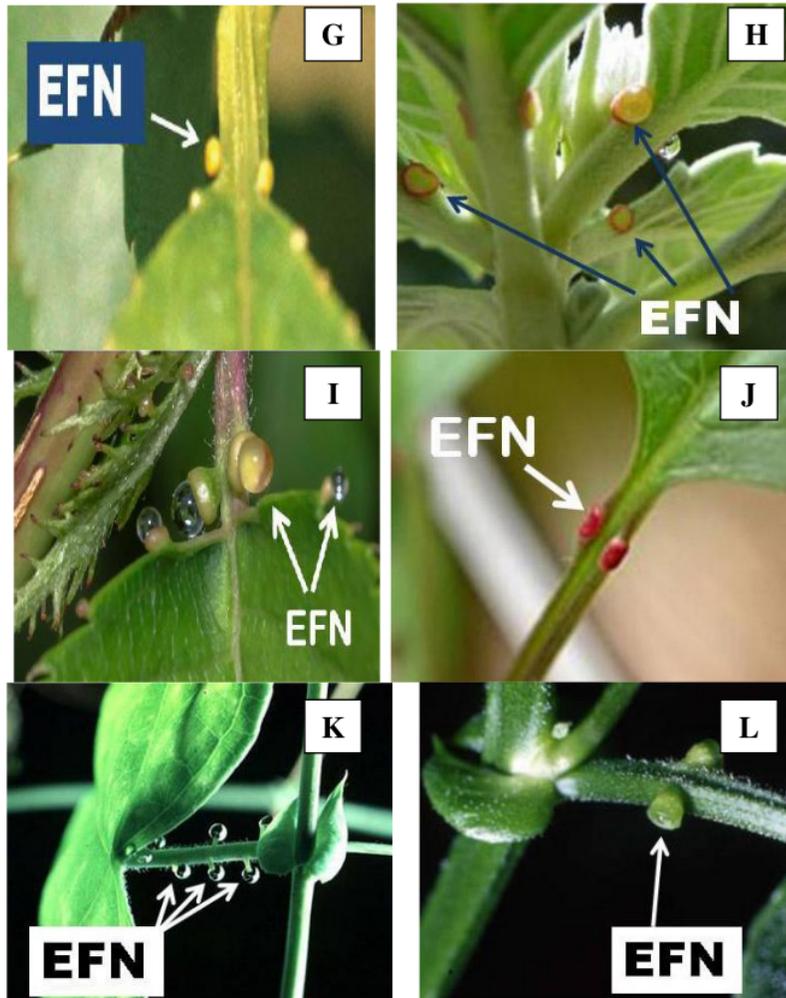
Abutilon (Indian mallow)
Ailanthus altissima (silk tree)
Allamanda nerifolia
Aphelandra (tropical herb or shrub)
Callecarpa (beauty berry)
Campsis radicans (trumpet creeper)
Cassia fasciculatus (partridge pea)
Catalpa speciosa (indian bean)
Cattleya orchids
Cissus rhombifolia (ivy)
Clerodendron (tube flower)
Costus (spiral ginger)
Crotolaria striata
Croton spp.
Curcubits
Dioscorea sp. (air potato)
Fraxinus sp. (ash)
Fritillaria sp. (N. Am. lily)
Gossypium hirsutum (cotton)
Helianthus sp. (sunflower)
Helionthella quinuenervis (W. N. Am. herb)
Hibiscus sp.
Hoya sp.
Impatiens balsamina
Ipomoea pandurata (morning glory)
Osmanthus sp. (devil weed)
Oxypetalum sp. (S. Am. shrub)
Paeonia sp. (peony)
Passiflora incarnata (passion flower)
Pennisetum sp. (tropical grass)
Phaseolus sp. (beans)
Polygonium sp. (knot, smartweed)
Prunus spp. (peach) most of 431 species have
Pteridium aquilinum (bracken)
Ricinus communis (castor bean)
Robinia pseudoacacia (black locust)
Salix sp. (willow)
Sambucus nigra (elderberry)
Smilax macrophylla (green briar)

Thumbergia grandiflora (blue trumpet vine)
Viburnum opalus, *V. americanum*
Vicia sativa (vetch)
Vigna unguiculata (cowpeas)



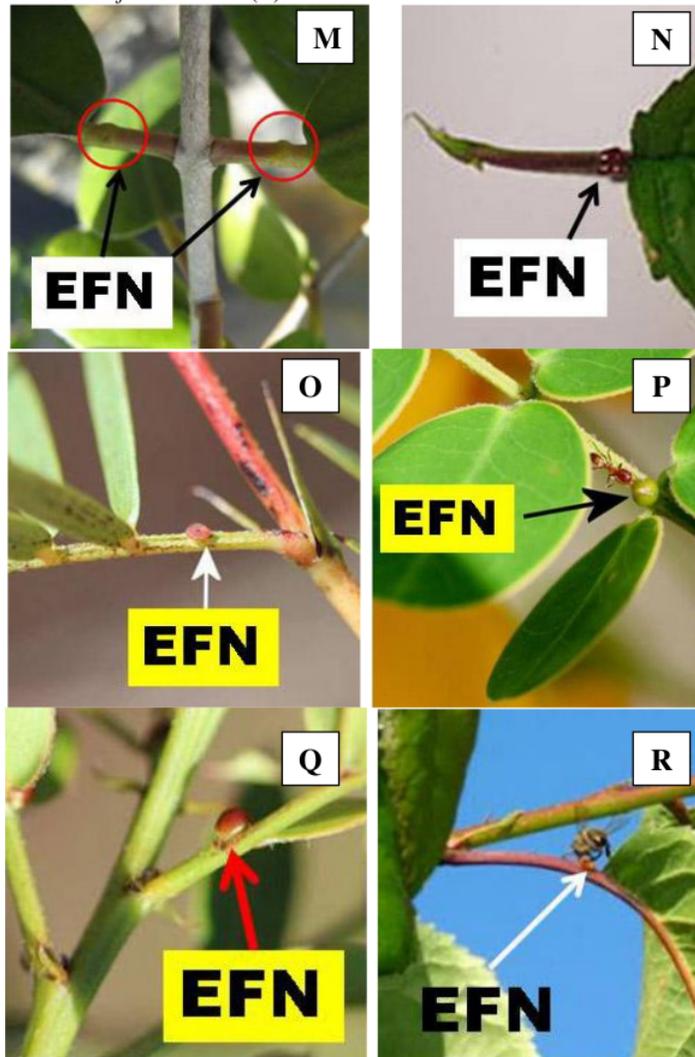
Gambar 5. 8. Kelenjar ekstrafloral (*Extrafloral nectary*/EFN) terletak ditepi daun *Passiflora* spp. (Foto Mizell 2001) (A); EFN dibawah permukaan daun *Prunus laurocerasus* (Foto: Luis Fernandez Carcia 2005) (B); EFN ditepi daun *Prunus Africana*, Foto: Mizell 2004 (C); EFN di tulang daun *Philodendron cordatum*, Foto: John Criswick and Phil Nelson 2013 (D);

EFN di lamina daun *Prunus laurocerasus*, Foto: Celia Davies, 2005 (E);
EFN di sumbu daun tanaman *Inga* sp. (F)



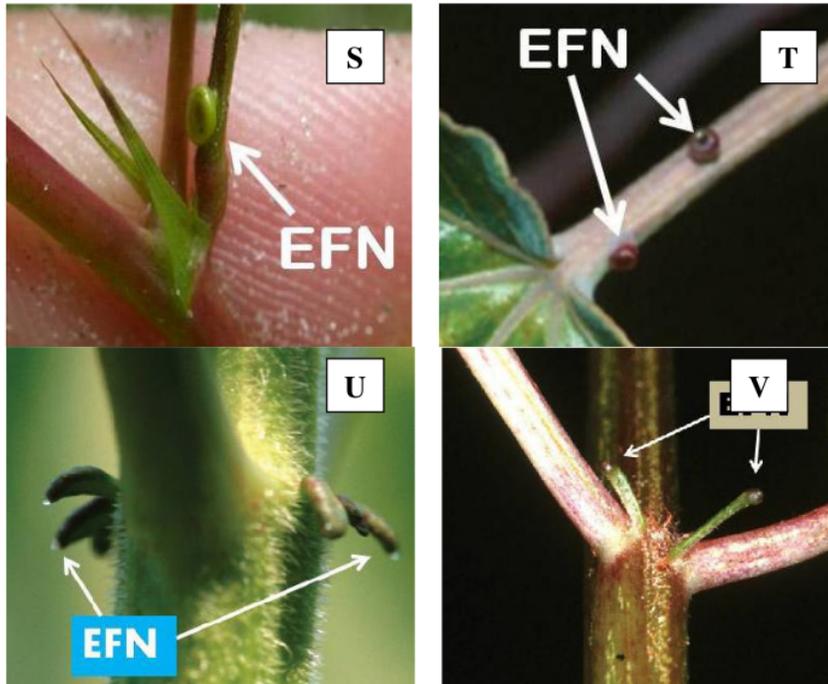
Gambar 5.9. *Extrafloral Nectary* (EFN) yang terdapat pada tanaman peach, *Prunus* spp.(G) daun; EFN pada pangkal lamina daun *Turnera oculata* (Foto: Ernst Van Jaarsveld 2009 (H); EFN pada *Prunus* spp., Foto: Matthew Duncan 2013 (I); EFN pada tangkai daun *Prunus* sp.,

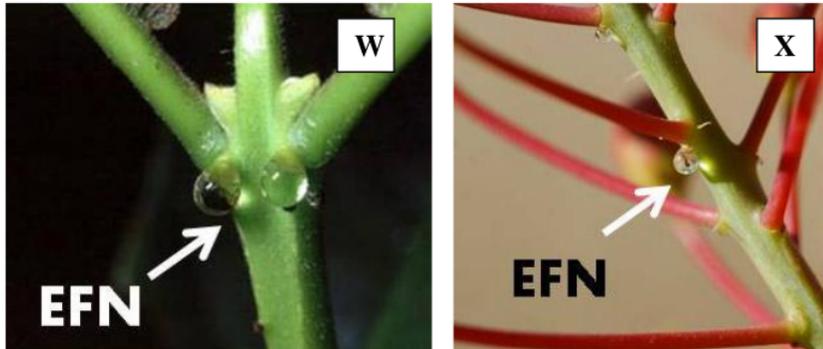
Foto: Mizel 2004 (J); EFN pada tanaman Passion flower, Foto: Courtesy Dan L Perlman, 2009 (K) dan pada tangkai daun *Passiflora lobata* (L)



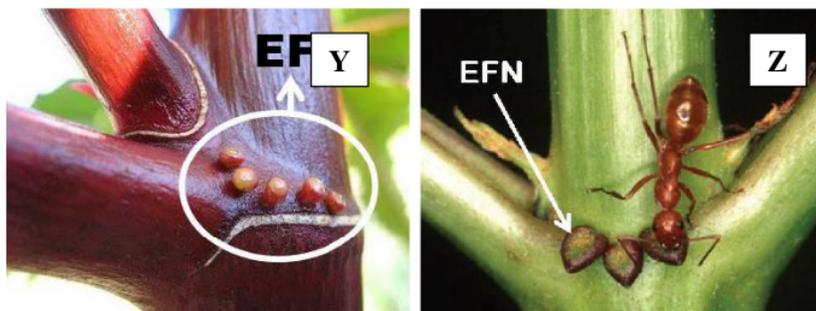
Gambar 5.10. Extrafloral Nectary (EFN) yang terdapat pada daun *Laguncularia*

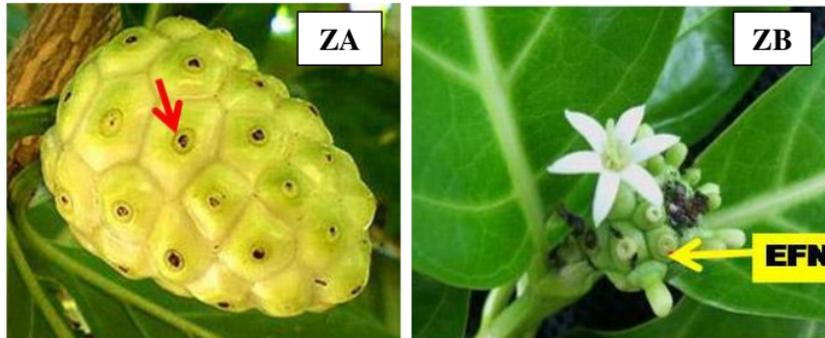
racemosa, Foto L. Holly Sweat 2009 (M); N ekstrafloral nectary pada pangkal daun *Prunus avium*; O ekstrafloral nectary pada tangkai daun *Chamaecrista fasciculata* (Leguminoceae), foto; Jill 2009 ; P ekstrafloral nectary pada tangkai daun *Senna pendula* (Fabaceae) Foto: Donald Hall 2012; Q dan R pada tanaman cherry, Foto: Atrica Gomez 2011.





Gambar 5.11. (S) Extrafloral Nectary (EFN) yang terdapat pada daun *Chamaecrista fasciculata* (Leguminosae), foto; Jil 2009; T; U dan V ekstrafloral nectary pada Eldeberry, *Sambucus* spp., Foto: Rusell F Mizell 2001; W dan X ekstrafloral nectary pada tanaman Red bird of paradise, *Caesalpinia pulcherrima* (Foto Sharon dan Parker 1979)





Gambar 5.12. (Y) Extrafloral Nectary (EFN) yang terdapat pada pangkal ranting *Ricinus communis* var *sanguinens*, Foto: Juan Bibiloni 2011 ; Z ekstrafloral nectary pada Eldeberry, *Sambucus* spp; ZA dan ZB pada buah dan bakal buah *Morinda citrifolia* L (*Rubiaceae*), Foto Junhao 2006).

5.1.2.3. Komposisi nektar ekstrafloral

Komposisi nektar ekstrafloral pada dasarnya hampir sama untuk semua dengan didominasi oleh kandungan gula dan asam amino. Heil et al., (2000) melaporkan hasil penelitiannya pada tanaman *M. tanarius* seperti dalam Tabel 5.12

Tabel 5.1. Komposisi nektar ekstrafloral pada tujuh tanaman *M. tanarius* di lapangan (Heil et al., 2000).

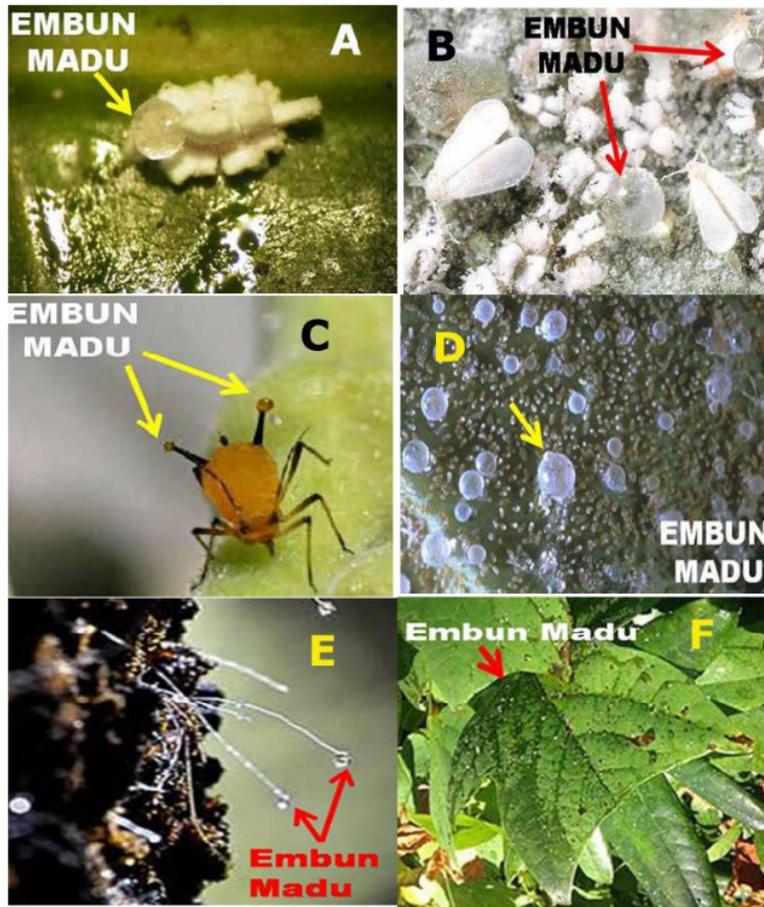
	Absolute concentration*				Relative concentration (% of total)			
	mean	SD	min	max	mean	SD	min	max
Sugars								
Fructose	64.4	41.5	11.3	132.6	50.7	6.0	55.9	43.0
Glucose	44.2	34.0	6.4	105.6	32.0	1.8	31.7	34.3
Sucrose	23.6	23.3	1.6	66.4	14.4	7.1	7.9	21.6
Manritol	0.6	0.6	0.5	1.9	0.5	0.8	2.5	0.6
Sugar 'F' (unidentified)	2.3	2.1	0.3	1.3	2.1	1.7	1.5	0.4
Arabinose	0.4	0.3	0.1	0.3	0.3	0.2	0.5	0.1
Total ($\mu\text{g l}^{-1}$)	28.5	21.2	3.9	66.4				
Amine acids								
Methionine	380	248	47	784	25	10	28	14
Serine	395	400	45	1217	27	7	27	22
Glycine	311	284	36	878	18	5	28	16
Cysteine	222	147	21	441	14	5	18	8
Ornithine	342	679	0	1798	11	16	0	33
Isoleucine	65	114	0	0	6	10	0	0
Alanine	93	141	17	386	4	6	10	7
Phenylalanine	23	62	0	0	1	3	0	0
Total (mg l^{-1})	200	168	19	637				

*Sugars, mmol l^{-1} ; amino acids, $\mu\text{mol l}^{-1}$.

Kuantitas dan kualitas produksi nektar ekstraflora sangatlah tergantung pada spesies tanaman, umur organ tanaman (daun, ranting atau bagian tanaman lainnya) dan faktor iklim, khususnya suhu dan kelembaban udara.

5.1.3. Embun Madu (*Honeydew*)

Embun madu yang dikenal dengan istilah honeydew adalah suatu larutan yang diekresikan oleh serangga dari ordo Hemiptera diantaranya golongan kutu tanaman (Aphids), kutu sisik (scale insects), kutu kebul (whiteflies), psyllids dan beberapa wereng-werengan (leafhoppers dan planthoppers) dari famili Fulgoridae dan Flatidae. Kutu tanaman tersebut menusukkan stilet (rostrum)nya ke jaringan tanaman hingga mencapai floem dan mengambil cairan tanaman (air, gula dan asam amino) untuk selanjutnya diproses hingga sebagian diekresikan menjadi embun madu (Gambar 5.13).



Gambar 5. 13. Embunmadu (honeydew) yang disekresikan oleh serangga penghasil embun madu, seperti A embunmadu yang dikeluarkan oleh *Crypticerya multicastrices*, Foto M. S₂₁₉ 2011; B embun madu yang dikeluarkan oleh kutu putih; C embun madu yang dikeluarkan oleh kutu daun *Aphis* sp. (Foto: Sanjay Acharva 2006); D embunmadu yang dikeluarkan oleh kutu putih (whitefly, *Aleurothrixus floccosus* instar kedua, Foto Maskell 201); E embunmadu yang dihasilkan oleh *Ultracaelostoma brittini* dan *assimile*, Hemiptera: Margarodidae (Foto: Peter Bray 2011); F=

Jumlah ekresi embun madu yang dihasilkan oleh setiap spesies serangga sangatlah berbeda-beda. Sebagai contoh produktivitas embun madu dari spesies *Ultracaelostoma brittini* (Hemiptera: Margarodidae) yang berasosiasi dengan tanaman Beech (*Nothofagus solandri var solandri*) di hutan New Zealand terlihat dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Rerata Jumlah dan volume tetesan embun madu yang dihasilkan oleh kutu *Ultracaelostoma brittini* (Hemiptera: Margarodidae) yang menyerang tanaman Beech (*Nothofagus solandri var solandri*) pada 45-64 contoh setiap bulan selama satu tahun (Markwell *et al.*, 1993).

Periode Waktu Sampling	Rerata Tetesan/m ²	Jumlah Kisaran tetesan/m ²	Ukuran Tetesan (μl)	Produktivitas (μl/ m ²)
Januari	891±14	50 – 2.040	0,85 ± 0,30	757,3
Februari	353 ± 87	0 – 1.360	0,04 ± 0,01	14,1
Maret	884 ± 19	90 – 4.250	0,40 ± 0,05	353,6
April	1.323 ± 29	50 – 5.200	0,45 ± 0,07	595,4
Mei - Juni	1.190 ± 26	30 – 3.940	0,58 ± 0,10	690,2
Sept – Okt.	1.035 ± 20	10 – 3.650	0,45 ± 0,07	465,8
November	2.127 ± 46	70 – 5.520	0,86 ± 0,08	1.829
Desember	449 ± 85	10 – 1.340	0,67 ± 0,08	300,8

Produktivitas tersebut memberikan potensi yang cukup tinggi sebagai sumber pakan lebah hutan dan telah dieksploitasi untuk menghasilkan madu embun madu “*honeydew honey*”. Produktivitas embun madu tentunya juga dipengaruhi oleh stadia pertumbuhan dari kutu penghasil embun madu. Hasil penelitian Golan (2009) pada kutu *Coccus hesperidum* (Hemiptera: Coccoidea) menunjukkan bahwa aktivitas ekresi embun madu berbeda-beda pada setiap stadia pertumbuhannya, tersajikan dalam Tabel 7.3.

Tabel 5.3. Rerata nilai aktivitas ekresi embun madu harian, ukuran dan berat tetesan embun madu pada tiga stadia tumbuh kutu *C. hesperidum* pada 10 kutu contoh dengan 20 tetesan embun madu (Golan 2009).

Stadium Pertumbuhan	Aktivitas ekresi embun madu			
	Tetesan/jam	Tetesan/hari	Ukuran tetesan (mm)	Berat tetesan (mg)
Larva instar I	4,16	99,83	0,2 – 0,3 (0,25)	0,0008 – 0,0055
Larva betina Instar II	0,94	25,55	0,4 – 0,6 (0,5)	0,01
Dewasa (imago) betina	0,71	17,04	0,4 – 0,7 (0,55)	0,04

Aktivitas kutu *C hesperidium* tampak paling tinggi ditunjukkan pada stadium awal dibandingkan dengan imago, yaitu untuk menghasilkan embun madu per jamnya kurang dari satu kali untuk instar kedua dan dewasa, sementara instar pertama mencapai rata-rata 4,16 kali/jam. Kondisi tersebut tidak berbeda nyata dengan produksinya embun madu per harinya. Walaupun instar pertama memiliki frekuensi produksinya tinggi per harinya, namun ukuran tetesannya hampir setengah tetesan dari ukuran kutu dewasa.

Ukuran tetesan dan volume sekresi embun madu tersebut bila dihasilkan oleh populasi kutu tanaman yang padat (tinggi) tentunya akan menghasilkan embun madu dalam jumlah yang besar pula. Data hasil penelitian yang tersajikan dalam Tabel 5.4 memperkirakan bahwa produksi embun madu dalam 283 unit area lahan hutan di New Zealand mencapai 3.800 kg berat kering per ha pada tahun pertama dan meningkat pada tahun kedua penelitian, yaitu sekitar 4.600 kg berat kering per ha. Tanaman Beach (*N. solandri*) merupakan tanaman inang kutu *Ultracoelostoma brittini* (Hemiptera: Margarodidae) yang mendistribusikan hasil sekitar 60% dari total produksi embun madu. Tanaman inang lainnya, yaitu *N. fusca* hanya turut andil sebesar 10% produksi embun madu.

Tabel 5.4. Jumlah produksi embun madu per unit lahan (area)

No.	Variabel yang diukur	<i>N. solandri</i>	<i>N. fusca</i> (kecil) ^A	<i>N. fusca</i> (besar) ^A	Total
1	Area dasar pohon (m ² /ha) Area permukaan batang dan ranting (m ² /ha)= S	15,4 (13,5) 9270 (7642)	8,6 (4,9) 5247 (3238)	23,5 (21,4) 10379 (9080)	49,7 (18,0) ^B 26501 (7512) ^B
2	Total produksi embun madu pada tahun I (kg berat kering/m ² batang atau cabang) = P1	0,25 (0,14)	0,18 (0,09)	0,05 (0,07)	
3	Total produksi embun madu pada tahun II (kg berat kering/m ² batang atau cabang) = P2	0,40 (0,18)	0,30 (0,16)	0,07 (0,13)	
4	Total produksi embun madu pada tahun I (kg berat kering/m ²) = S x P1	2271	960	529	3760
5	Total produksi embun madu pada tahun II	3041	988	590	4619

(kg berat kering/m ²) =					
S x P2					

Keterangan:

^A kecil = diameter < 50 cm; besar = diameter > 50 cm

^B nilainya termasuk *N. Menzeiesii* yang tidak menghasilkan embun madu

7.1.4. Nektar buatan

Nektar buatan merupakan Larutan atau cairan yang dikeluarkan oleh bagian-bagian tertentu tanaman akibat adanya campur tangan manusia. Sebagai contoh nira yang dihasilkan dari beberapa spesies tanaman palm sebagai bahan pembuatan gula atau minuman segar, seperti Nira aren, kelapa, dan lontar. Larutan yang keluar dari bagian tanaman lain yang dapat dijadikan sebagai pakan alternatif lebah madu adalah larutan sari buah-buahan. Demikian juga larutan perasan dari batang tebu, sorgum, jagung ataupun gandum dapat dimanfaatkan sebagai pakan alternatif pengganti nektar tanaman. Bahan-bahan tersebut kiranya dapat dikenal atau diberikan dengan istilah “nektar buatan”, karena dapat digunakan oleh lebah madu sebagai pengganti nektar untuk menghasilkan madu. Cairan atau larutan tersebut tidak keluar dari kelenjar nektar (nectarium/nectary), namun keluar karena paksaan oleh kreativitas manusia dalam mengeksploitasi tanaman. Dengan demikian karena keluarnya tidak secara alami sesuai dengan fungsinya, maka dapat digolongkan sebagai buatan atau kreasi manusia (Gambar 7.14.)



Gambar 5.14 Bunga kelapa dan aren yang dipotong (disadap) untuk diambil niranya dan nira dalam botol kemasan dijual sebagai minuman segar (Foto Supeno 2013).



Gambar 5.15. Sari tebu dan buah dapat dijadikan sebagai pakan alternatif lebah madu



Gambar 5.16. Lebah trigona dan Apis sedang mengambil nira yang diberikan sebagai pakan alternatif (Foto: Supeno 2013).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nira aren, kelapa dan sari tebu dapat memberikan hasil produksi madu cukup tinggi. Erwan dan Supeno (2013) melaporkan bahwa nira aren, kelapa dan sari tebu dapat memberikan produksi madu masing-masing adalah sekitar 500 – 1.200 cc/koloni lebah madu trigona (Tabel 5.5.).

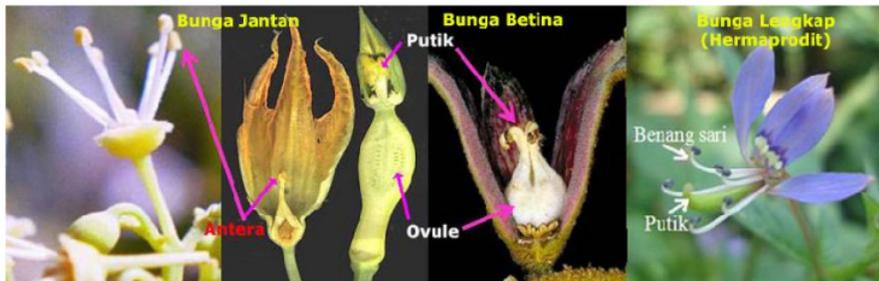
Tabel 5.5. Rerata volume nira yang diambil lebah, jumlah pot madu yang terbentuk dan produksi madu (Erwan dan Supeno 2013).

No.	Variabel	Sumber Pakan lebah <i>Trigona</i> sp.		
		Nira aren	Nira kelapa	Perasan batang tebu
1	Jumlah nira yang digunakan (ml/koloni)	5.858,2 ± 3,9	8.971,4 ± 8,6	10.372,3 ± 4,3

2	Jumlah pot madu (pot/koloni)	4.580,2± 333,7	7762,1±443,6	9570,2 ± 298,8
3	Produksi madu (ml/koloni)	541,2 ± 34,3	932,1 ± 26,9	1149,1 ± 53,0

5.2. Pollen

Pollen dalam bahasa Indonesianya dikenal dengan istilah tepung sari bunga tumbuhan. Pollen merupakan alat reproduksi jantan tanaman yang berfungsi sebagai sel jantan (gametofit jantan). Pollen terdapat pada bunga jantan atau bunga hermaphrodit (dalam satu bunga terdapat putik dan pollen). Pollen dihasilkan oleh bunga jantan yang terdapat dalam pohon tanaman yang berbeda, tapi masih dalam satu spesies atau dikenal dengan istilah tanaman berumah satu "monoecious". Bunga jantan juga dapat dihasilkan oleh tanaman berumah dua ("dioecious") yang berbeda letaknya dalam satu tanaman. Selain bunga jantan pollen juga dapat dihasilkan oleh bunga hermaphrodit pada tanaman berumah dua. Bunga hermaphrodit dikenal juga dengan istilah bunga sempurna, yaitu bunga yang memiliki putik dan benang sari sekaligus dalam satu kuntum bunga. Untuk lebih jelasnya dapat disajikan Gambar tiga bentuk jenis bunga tumbuhan pada Gambar 5.17. Dua bentuk bunga dari tiga bentuk bunga yang dihasilkan oleh tumbuhan yang memproduksi pollen, yaitu bunga jantan dan hermaphrodit. Sedangkan bunga betina hanya mengandung ovary saja dan tidak ada pollennya.

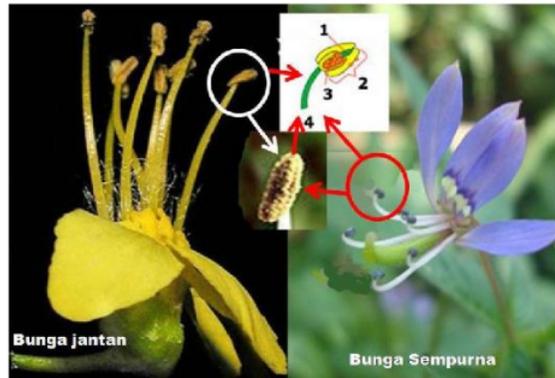


Gambar 5.17. Tiga tipe (bentuk) bunga tumbuhan, Bunga jantan leci dan timun (kiri) Bunga betina pada tanaman *Pterygota alata* dan timun (tengah) dan Bunga sempurna (hermaphrodit) pada tanaman *Cleome rutidosperma* (kanan) Foto: Nunik SU (2014) di modifikasi Supeno 2014

Pollen atau tepung sari bunga terdapat pada kepala sari (antera) di dalam suatu ruangan tepung sari yang dikenal dengan *theca*. Jumlah *theca* bervariasi untuk jenis tanaman, namun rata-rata setiap kepala sari mengandung dua *theca*.

Secara skematik letak atau posisi pollen dalam bunga jantan ataupun hermaprodit disajikan seperti dalam Gambar 5.18. Pollen yang dihasilkan oleh kedua tipe bunga tanaman tersebut tentunya untuk dapat menjalankan fungsinya dalam pembuahan tidak terlepas dari agen-agen pembawanya hingga sampai ke kepala putik. Agensia pembawa tepung sari ke putik ini disebut dengan penyerbuk (polinator). Beberapa alasan mengapa diperlukan penyerbuk tersebut, walaupun dalam satu bunga sempurna memiliki pollen dan putik antara lain :

1. Letak bunga jantan yang berjauhan dengan bunga betina, untuk tumbuhan yang berumah dua (*dieocious*), seperti bunga jantan terpisah dalam pohon yang berbeda dengan bunga betina (*Gonochoris*). Dalam hal ini ada pohon yang menghasilkan bunga jantan saja atau bunga betina saja. Contoh tanaman aren, lontar, salak, pepaya. Beberapa tanaman yang posisi bunga jantan dan betinanya terpisah dalam kuntum bunga yang berbeda, walaupun masih dalam satu pohon, sebagai contoh tanaman ketimun, melon, semangka atau tanaman lainnya.
2. Posisi antera (kepala sari) dalam satu bunga sempurna tidak memungkinkan pollen bisa jatuh sampai ke putik, kondisi ini disebabkan oleh:
 - a) Letak kepala putik atau kedudukan kepala putik dan benang sari tidak memungkinkan untuk terjadi penyerbukan, dikenal dengan nama *Herkogami*, contohnya tanaman Vanili.
 - b) Panjang pendeknya tangkai kepala putik dan tangkai benang sari tidak sama, sehingga menyulitkan terjadinya penyerbukan, disebut dengan istilah *Heteromorphi*, sebagai contoh tanaman rami.
 - c) Tidak sinkronisasi waktu kematangan antara putik dan tepung sari, apakah putik masak lebih dahulu daripada pollen yang dikenal dengan istilah *protogini*, atau sebaliknya tepung sari lebih awal matangnya disebut dengan *protandri*.



Gambar 5.18. Sebelah kanan posisi pollen dalam bunga sempurna tanaman, theca (1), kepala sari (2), pollen (3), dan benang sari/filamen (4). Sebelah kiri posisi pollen pada bunga jantan.

Pollen berbentuk butiran yang memiliki beragam bentuk dan ukurannya, tergantung kepada spesies bahkan berbeda cultivarpun yang masih dalam satu spesies memiliki morfologi dan ukuran yang berbeda. Mert (2010) melaporkan bahwa ukuran antera pada berbagai cultivar tanaman walnut (*Juglans regia* L.) yang berbeda-beda, dengan kisaran panjang antera $1.412,5 \pm 121,0 \mu\text{m}$ sampai dengan $2.553,5 \pm 213,6 \mu\text{m}$. Secara rinci dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6. Rerata jumlah stamen, pollen, panjang antera, lebar antera dan ratio panjang:lebar antera beberapa cultivar walnut (*Juglans regia* L.) sumber Mert (2010).

Kultivar	Jumlah Stamen/bunga	Jumlah butiran pollen/antera	Rerata Panjang antera \pm SE (μm)	Rerata Lebar antera \pm SE (μm)	Ratio panjang dan lebar antera
Sebin	$18,73 \pm 1,99$	6720	$1.885,0 \pm 144,2$	$945,5 \pm 66,8$	1:99
Kaplan	$16,16 \pm 1,20$	7920	$2463,5 \pm 156,4$	$980,5 \pm 121,4$	2:51
Yalova 3	$20,00 \pm 1,36$	7280	$2082,0 \pm 171,3$	$1032,5 \pm 76,1$	2:20
Bilecik	$18,90 \pm 1,66$	6000	$2448,0 \pm 192,8$	$1145,5 \pm 91,0$	2:14
Kaman I	$14,90 \pm 1,29$	9840	$2553,5 \pm 213,6$	$978,5 \pm 101,1$	2:61
Pedro	$18,06 \pm 0,58$	4720	$1412,5 \pm 121,0$	$872,5 \pm 74,4$	1:62
Harley	$20,03 \pm 1,18$	6800	$2161,5 \pm 128,4$	$938,5 \pm 55,1$	2:30
Franquette	$19,33 \pm 2,26$	4800	$1871,5 \pm 175,3$	$849,0 \pm 100,1$	2:20

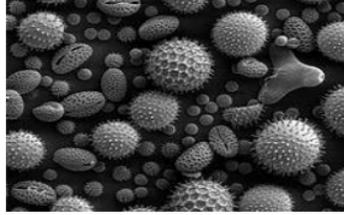
Antera atau kepala sari setiap spesies bunga mengandung ribuan hingga puluhan ribu butiran polen. Tampak dalam Tabel 7.6. terlihat jumlah butiran polen dalam satu antera cultivar tanaman walnut terendah ditemukan pada cultivar “pedro” sebanyak 4720 butiran pollen/antera dan tertinggi diperoleh pada cultivar “Kaman I” sebesar 9840 butir pollen per antera.

Butiran pollen ini mempunyai bentuk yang beragam namun umumnya berbentuk spheriacal (membulat) dengan ukuran yang berbeda-beda dan berpermukaan yang karakteristik untuk setiap spesies tanaman. Ukuran butiran pollen terkecil ditemukan pada tanaman *Myosotis* spp. berdiameter sekitar 6 μm (0.006 mm) dan terbesar mencapai 90-100 μm .

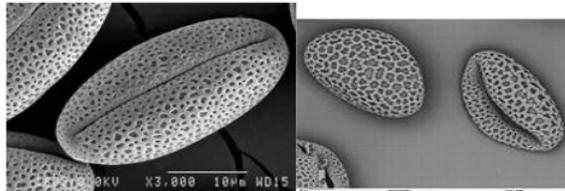
Tabel 5.7. Ukuran butiran pollen pada beberapa spesies tanaman (Adekanmbi dan Ogundipe, 2009)

No	Spesies	Famili	Rerata Ukuran Pollen (μm) \pm SD
1	<i>Aspilia africana</i>	<i>Asteraceae</i>	48,2 \pm 0,2 x 48,2 \pm 0,2
2	<i>Annona senegalensis</i>	<i>Annonaceae</i>	69,0 \pm 0,1 x 42,5 \pm 0,5
3	<i>Acacia Senegal</i>	<i>Mimosaceae</i>	120,0 \pm 1,2 x 42,5 \pm 0,1
4	<i>Vitelaria paradoxa</i>	<i>Sapotaceae</i>	54,0 \pm 1,9 x 36,0 \pm 0,8
5	<i>Synsepalum duciticum</i>	<i>Palmae</i>	30,0 \pm 1,2 x 24,0 \pm 0,6
6	<i>Elaeis quineensis</i>	<i>Palmae</i>	38,0 \pm 1,9 x 38,0 \pm 0,1
7	<i>Cassia sp.</i>	<i>Caesapiniaceae</i>	38,6 \pm 0,3 x 26,4 \pm 0,1
8	<i>Lannea microcarpa</i>	<i>Anacardiaceae</i>	18,5 \pm 1,2 x 14,8 \pm 0,1
9	<i>Tridaxprocumbens</i>	<i>Asteraceae</i>	30,5 \pm 0,1 x 30,5 \pm 0,1
10	<i>Celtis sp.</i>	<i>Ulmaceae</i>	45,6 \pm 1,7 x 45,6 \pm 1,7
11	<i>Euphorbia kamerunica</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	43,5 \pm 0,5 x 39,6 \pm 1,1
12	<i>Malotus sp</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	24,3 \pm 0,8 x 224,3 \pm 0,8
13	<i>Symphonia sp.</i>	<i>Guttiferae</i>	48,2 \pm 0,2 x 48,2 \pm 0,2
14	<i>Pyrrosia sp.</i>	<i>Polypodiaceae</i>	79,3 \pm 0,9 x 31,2 \pm 0,2
15	<i>Cytrus sp.</i>	<i>Rutaceae</i>	31,2 \pm 0,5 x 31,2 \pm 0,5

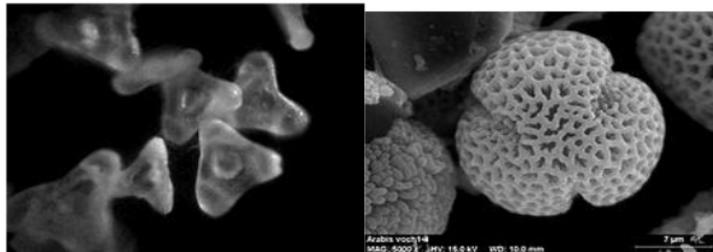
Beberapa morfologi butiran pollen dalam foto mikroskopik tersajikan dalam Gambar 5.19 s/d 5.21.



Gambar 5.19. Foto SEM (*Scanning electron microscope*) butiran pollen dari beberapa tanaman, seperti: *Helianthus annuus*, *Ipomoea purpurea*, *Sidalcea malviflora*, *Lilium auratum*, *Oenothera fruticosa*, and *Ricinus communis* (Foto: Dartmouth Electron Microscope Facility (2005). Dartmouth College).



Gambar 5.20. Sebelah kiri foto SEM (*Scanning electron microscope*) butiran pollen dari tanaman *Cercis* sp.(foto Kleopatra 2010) dan sebelah kanan Pollen tanaman *Lilium auratum* tampak tunggal (monosulcate) Foto: Denis Barthel (2004).

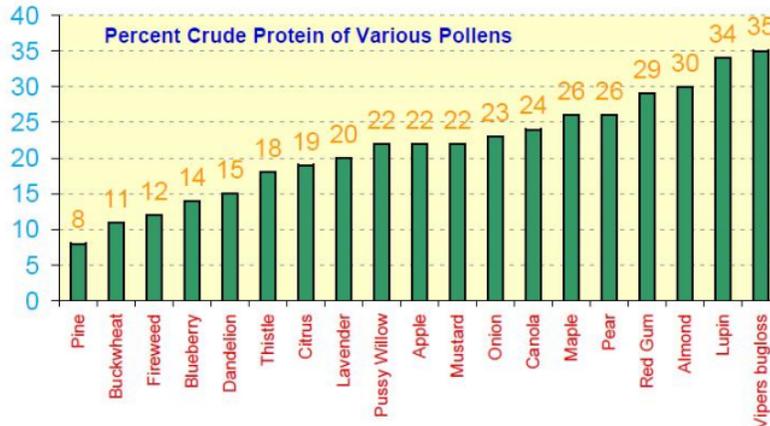


Gambar 5.21. Sebelah kiri foto SEM (*Scanning electron microscope*) butiran pollen Triporate dari tanaman *Oenothera speciosa* (Foto ZooFari 2010) dan sebelah kanan Pollen tanaman *Arabis* yang memiliki tiga colpi and struktur permukaannya prominent (Foto: Marie Majaura 2007).

5.2.1. Komposisi Pollen (Tepung sari)

Pollen secara umum banyak mengandung protein yang bermanfaat bagi pertumbuhan lebah madu dan koloninya. Pollen digunakan lebah sebagai sumber energi untuk pemanasan, metabolisme dan pergerakan serta merupakan sumber gizi bagi koloninya dalam memelihara viabilitas lebah. Diperkirakan setiap koloni lebah madu membutuhkan minimal sebanyak 66 lbs pollen per tahunnya, yang digunakan untuk mendukung sekitar 4.000 lebah/koloni.

Kandungan utama pollen adalah protein 25%, karbohidrat 48,5%, asam lemak 9,9%, serat 14,2% dan abu sebesar 3,5%. Disamping kandungan tersebut pollen juga mengandung 23 macam asam amino esensial, 18 macam vitamin, 25 jenis mineral, 11 enzim dan co-enzym. Komposisi kimia tersebut antara satu peneliti dengan peneliti lainnya sangatlah berbeda tergantung dari lokasi, tanaman sumber pollen yang tersedia, metode analisisnya, spesies lebah madu dan iklim. Hasil penelitian Morgano *et al.*, (2012) mengatakan bahwa pollen mengandung karbohidrat 13-55%, protein 10-40%, lemak 1-20%, air 3-8%, mineral 500-3000 mg per 100 berat kering pollen, beberapa mineral, senyawa flavonoid (40-3000 mg per 100 g pollen) dan senyawa antibiotik. Kandungan kimia pollen ini sedikit berbeda dengan hasil analisis peneliti lain dan tergantung pada sumber pollennya. Modro *et al.*, (2009) melaporkan hasil analisis komposisi pollen yang dikumpulkan oleh lebah madu adalah total karbohidrat 68,1± 9,8 % Protein 26,2±10,5 % dan mineral 2,1±0,9%. Demikian juga menunjukkan beberapa spesies tanaman yang pollennya mengandung protein tinggi antar⁵⁴ lain: *Anadenanthera colubrine* (Vell.) Brenan, *Baccharis dracunculifolia* and *B. melastomaefolia* Hook. & Arn., *Eupatorium squalidum* DC., *Mikania cordifolia* (L.f.) Willd. and *Wedelia paludosa* DC, *Vernonia condensate* Baker, *V. diffusa*⁵⁴ ss., *V. Lanuginose* Gardner and *V. mariana* Mart. Ex Baker, *Coffea* spp., *Myrcia fallax* (Rich.) DC and *Euphorbia pulcherrima* Willd. Peneliti lain melaporkan hasil analisis pada pollen dari tanaman palm seperti berikut: serat 1,37%, lemak 20,74%, protein 31,11%, karbohidrat 13,41%, beberapa vitamin seperti A, E dan C dan berbagai mineral penting seperti B, Zn, Se, Fe, Mo, Cu, Co, dan Ni. Kandungan asam amino esensial seperti Leucine dan Lycine sebanyak 3,34 dan 2,95 g/100g berat kering polen (Hassan 2011).



Gambar 5.22. Kandungan protein beberapa pollen dari berbagai jenis tanaman (Matej 2004)

5.2.2. Cara lebah madu mengumpulkan pollen.

Lebah pada umumnya mengumpulkan pollen sebagai sumber pakan yang kaya akan protein dan unsur lainnya untuk pertumbuhan lebah. Cara lebah mengumpulkan pollen dengan beberapa cara, seperti mengumpulkan di bawah abdomen lebah, dengan bantuan keranjang pollen yang terdapat di tungkai belakang dan ada pula yang mengumpulkan dalam perut lebah. Dua cara koleksi pollen di atas sering tampak terlihat dengan mata biasa, cara ini dilakukan oleh lebah pemotong daun (*leafcutter bees*) dan lebah madu (*honeybee*). Semua lebah madu mengoleksi pollen dengan bantuan keranjang pollen yang terdapat ditibia tungkai belakang sedangkan lebah pemotong daun melakukannya di bagian ventral abdomen (Gambar 5.23.)



Gambar 5.23. Sebelah kiri tanda panah menunjukkan koleksi pollen terletak di bagian ventral abdomen lebah pemotong daun, sebelah kanan menunjukkan koleksi pollen pada keranjang pollen (*corbicula*) tibia tungkai belakang lebah madu



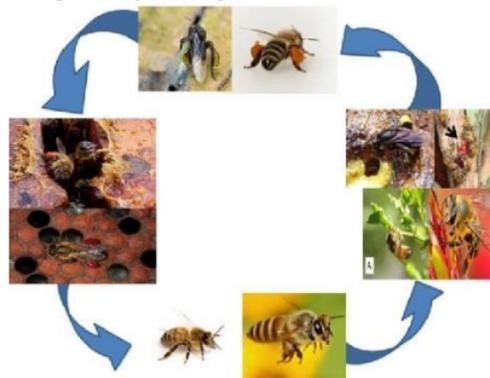
Gambar 5.24. Tiga Tribe lebah madu dengan keranjang pollen (*corbicula*) pada tibia tungkai belakang penuh dengan butiran pollen, sebelah kiri lebah bambel (*bumblebees*); tengah *stinglessbee* (lebah madu tanpa sengat dari genus *Trigona*), sebelah kiri golongan lebah madu sejati (*true-honeybee*) dari genus *Apis*. (Foto Supeno 2013)

5.3. Resin (Getah)

Resin merupakan getah tanaman yang diperlukan oleh lebah madu sebagai bahan baku dalam memproduksi propolis lebah. Kebutuhan lebah akan resin bervariasi dalam berbagai tingkatan tergantung keperluan produksi propolis lebah. Beberapa lebah memproduksi propolis sangat sedikit sekali sebaliknya beberapa spesies lebah sangat banyak menghasilkan propolis. Dengan demikian kebutuhan akan resin tanaman sangatlah dipengaruhi oleh spesies lebah madu dan kebutuhan propolisnya dalam satuan waktu. Sebagai contoh lebah madu *A. dorsata* menggunakan propolis hanya untuk menempelkan sarang-sarangnya pada cabang

tanaman ataupun tebing-tebing bebatuan, sebagai bahan perekat sarang. Demikian juga untuk *A. cerana* dan *A. florea* memerlukan propolis dalam jumlah sedikit, yaitu alat pencegah invasi pengganggu atau semut. Propolis diperlukan untuk merekatkan sarang ke cabang atau langit-langit ruangan yang dijadikan sebagai sarang. *A. florea* membutuhkan propolis selain sebagai perekat sarang juga sebagai bahan pengendali invasi atau serangan semut ke koloni. Propolis direkatkan melingkari cabang-cabang yang berhubungan dengan lokasi sarang. Sebaliknya untuk lebah tak bersengat (*stinglessbee*) seperti genus *Trigona* resin dan propolis sangat banyak dihasilkan guna perlindungan lebah, sarang dan koloninya. Demikian juga halnya untuk *A. mellifera* sangat banyak menghasilkan propolis, karena seluruh dinding ruangan dalam sarangnya dilapisi oleh propolis dengan ketebalan sekitar 0,3-0,5 mm sebagai pertahanan sarang dan koloninya (Simone-Finst²⁶ dan Spivak 2010).

Resin dikumpulkan dan diambil oleh lebah madu dari bagian atau organ tanaman yang dapat mengeluarkan resin. Resin diambil dari batang atau cabang yang mengeluarkan tetesan resin akibat kerusakan fisik atau sebab lainnya, sehingga banyak mengeluarkan getah atau resin. Resin juga dapat dikoleksi lebah dari permukaan buah, seperti *Macaranga tanarius* atau juga bagian-bagian ujung vegetatif tanaman, yaitu tunas, kuncup, primordia daun dan daun-daun muda. Bila bagian-bagian tanaman tersebut normal tidak mengeluarkan resin, maka lebah madu harus merusak bagian-bagian tanaman tersebut dengan menggunakan rahang (mandibel) hingga keluar resin yang dibutuhkan. Resin yang keluar selanjutnya dikumpulkan di curbikula di kedua tungkai belakangnya hingga penuh yang akhirnya di bawa ke sarang. Proses pencarian dan pengumpulan resin tanaman oleh lebah dapat disajikan seperti dalam Gambar 7.25.



Gambar 5.25. Proses pencarian dan pengumpulan resin tanaman. Tahapan-tahapan pengumpulan resin ini secara garis besar dapat dirangkum dalam empat tahapan dasar sebagai berikut (Gambar 5.25.):

- a) Lebah madu merusak organ tanaman penghasil resin dengan menggunakan mandibelnya (Gambar 5.28), bila tidak tersedia resin yang telah dikeluarkan oleh tanaman akibat berbagai faktor sehingga tersedia resin diluar tanpa harus merusak jaringan tanaman (Gambar 5.27)
- b) Tetap bekerja dengan menggunakan mandibelnya untuk mengumpulkan resin yang keluar kemudian memindahkan ke tungkai depan
- c) Tahap selanjutnya secara berantai mentransferkan resin dari tungkai depan ke tungkai tengah
- d) Tahap akhir adalah memindahkan resin yang telah ditransfer di tungkai tengah ke curbicula pada sisi yang sama hingga penuh untuk selanjutnya dibawa pulang ke sarangnya (Gambar 5.26).



Gambar 5.26. Lebah madu Babel, Apis, dan Trigona sedang mengangkut resin ke sarang



Gambar 5.27. Sebelah kiri lebah *Tetrigona binghami* (Foto: Alexandra-Maria Klein 2013); Lebah madu *A. cerana* (tengah) dan *Trigona* sp. (kanan) sedang mengumpulkan resin pada tanaman



Gambar 5.28. Lebah madu *Apis* sp sedang koleksi resin pada tangkai dan daun muda.

5.4. Tanaman Sumber Penghasil Nektar, Pollen dan Resin

Tanaman merupakan sumber kehidupan bagi semua makhluk hidup termasuk juga lebah madu. Tentunya tidak semua jenis tanaman bagus untuk pertumbuhan dan perkembangan lebah madu dan koloninya. Berdasarkan kebutuhan dasar lebah madu tanaman sumber pakan lebah dapat dipilahkan menjadi empat golongan, yaitu tanaman penghasil nektar (*nektarfloral dan ekstrafloral*), tanaman penghasil pollen (tepung sari), tanaman penghasil nektar dan tepung sari, dan tanaman yang menjadi sumber produksi resin.

5.4.1. Tanaman Sebagai Sumber Nektar bagi lebah madu

Sumber nektar bagi lebah tersedia sangat banyak ditanaman tertentu yang cocok untuk pertumbuhan lebah dan koloninya. Telah dilaporkan ada lebih dari 400 spesies tanaman yang menjadi sumber pakan lebah untuk memenuhi kebutuhan energinya. Dari jumlah tersebut beberapa spesies tanaman yang bisa dijadikan sebagai sumber pakan yang berupa nektar. Tabel 7.8. menunjukkan beberapa spesies tanaman yang bisa dijadikan sebagai pakan berupa nektar hasil penelusuran penulis di berbagai pustaka.

Tabel 5.8. Daftar beberapa spesies tanaman sebagai sumber nektar bagi lebah madu

Nomor	Nama Indonesia/Umum	Nama Latin
1	Sengon	<i>Paraserianthes falcataria</i>
2	Kaliandra	<i>Caliandra calothyrsus</i>
3	Jawer kotok	<i>Coleus blumei</i>
4	Belimbing	<i>Averhoa arambola</i>
5	Rumput Boreria	<i>Boreria sp.</i>
6	Klotaria	<i>Nepeta cotaria</i>
7	Rumput Boreria	<i>Borania megastigma</i>
8	Ketapang	<i>Terminalia sp</i>

Nomor	Nama Indonesia/Umum	Nama Latin
9	Sonokeling	<i>Dalbergia latifolia Roxb</i>
10	Sonobrit	<i>Dalbergia sisso Roxb</i>
11	Asam jawa	<i>Tamarindus indica</i>
12	Mahoni	<i>Swietenia Macrophylla</i>
13	Cendana	<i>Santalum album. L</i>
14	Karet	<i>Ficus elastic</i>
15	Kapas	<i>Gossypium sp.</i>
16	Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i>
17	Leci	<i>Leachi chinensis</i>
18	Klengkeng	<i>Dimocarpus longan</i>
19	Duku	<i>Lansium domesticum</i>
20	Langsep	<i>Arenga obtusifolia</i>
21	Cabai	<i>Capsicum spp.</i>
22	Ubi jalar	<i>Ipomoea batatas</i>
23	Paria	<i>Momordica charantia</i>
24	Bawang merah	<i>Allium ascalonicum</i>
25	Bawang putih	<i>Allium sativum</i>
26	Oyong	<i>Luffa acutangula</i>
27	Mengkudu	<i>Morinda citrifolia</i>
28	Nanas Buah	<i>Ananas comosus</i>
29	Nanas Kuku jari merah	<i>Noeregelia spectabilis</i>
30	Nanas Kuning	<i>Cryptanthus bivittatus</i>
31	Nanas Lurik	<i>Cryptanthus zonatus</i>
32	Nanas Merah	<i>Cryptanthus acaulis</i>
33	Nanas Nerogelia	<i>Neoregelia</i>
34	Nanas Tricolour	<i>Cryptanthus bromeliodes</i>
35	Nanas Vriesea	<i>Vriesea</i>
36	Nanas Wangi	<i>Salvia</i>
37	Nanas zebra	<i>Cryptanthus zonatus zebrinus</i>
38	Orok-orok	<i>Crotalaria ferruginea</i>
39	Dadap	<i>Erythrina</i>
40	Dadap Merah	<i>Erythrina crista-galli</i>
41	Dadap Serep	<i>Erythrina lithosperma</i>
42	Dadap Varigata	<i>Erythrina variegata</i>

5.4.2. Tanaman sumber polen lebah madu

Pollen merupakan sumber energi kedua setelah nektar bagi lebah dan koloninya yang diambil dari berbagai bunga tanaman. Lebah sangat selektif dalam menentukan bunga yang dijadikan sebagai sumber pollen. Pollen dapat tersedia pada tanaman jantan yang terdapat pada tanaman berumah satu ataupun berumah dua. Selain bunga jantan bunga hermaphrodit juga sebagai sumber penyedia pollen bagi lebah madu. Beberapa hasil penelitian dan pengamatan perilaku lebah madu oleh para pakar lebah menunjukkan bahwa tanaman sumber pollen bagi lebah diantaranya tersaji dalam Tabel 5.9. berikut:

Tabel 5.9. Daftar beberapa tanaman Sumber Pollen (tepung sari) bagi lebah madu

No	Nama Indonesia/umum	Nama Latin
1	The	<i>Camellia sinensis</i>
2	Kayu Manis	<i>Cinnamomum burmannii</i>
3	Bunga kertas	<i>Rhododendron indicum</i>
4	Palm raja	<i>Roytonea regia</i>
5	Lamtoro	<i>Leucania leucocephala</i>
6	Bunga seribu	<i>Hydrangea macrophylla</i>
7	Singkong	<i>Mamihot utilisima</i>
8	Alpukat	<i>Persea americana</i>
9	Nyamplung	<i>Callophyllum iniphyllum</i>
10	Mawar	<i>Rosa spp.</i>
11	Pinus	<i>Pinus spp.</i>
12	Delima	<i>Punica granatum</i>
13	Beringin	<i>Ficus spp.</i>
14	Putri malu	<i>Mimosa invisa</i>
15	Kangkungan	<i>Ipomea purpurea</i>
16	Babadotan	<i>Ageratum conyzoides</i>
17	Jonge	<i>Youngia japonica</i>
18	Songgolangit	<i>Tridax procumbens</i>
19	Rumput Trasescantia	<i>Tradescantia andersoniana</i>
20	Rumput gajah	<i>Elephantopus tomentosus</i>
21	Aren	<i>Erengia pinnata</i>
22	Puspa	<i>Schima wallichii</i>
23	Api-api	<i>Avecienna marina</i>
24	Padi	<i>Oryza sativa</i>
25	Jagung	<i>Zea mays</i>
26	Sorgum	<i>Sorghum bicolor L</i>
27	Kelapa sawit	<i>Elaeis guineensis</i>

28	Salak	<i>Salacca zalacca</i>
29	Lontar	<i>Borassus sp</i>
30	Widara	<i>ziziphus mauritina</i>
31	Jambu mete	<i>Anaccadium odontinale</i>
32	Tembakau	<i>Nicotiana tabacum</i>
33	Lobi-lobi	<i>Flacourtia inermis</i>
34	Nam-nam	<i>Cynometra cauliflora</i>
35	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>
36	Petai	<i>Parkia speciosa Hassk</i>
No	Nama Indonesia/umum	Nama Latin
37	Turi	<i>Sesbania grandiflora</i>
38	Kacang panjang	<i>Vigna sinensis</i>
39	Kentang	<i>Solanum tuberosum L</i>
40	Ketumbar	<i>Coriandrum sativum L</i>
41	Wortel	<i>Daucus Carota L</i>
42	Krokot	<i>Portulaca oleracea L</i>
43	Maple	<i>Acer spp</i>
44	Sweet chesnut	<i>Castamea sativa</i>
45	American Hazel	<i>Corylus Americana</i>
46	Hawhorn	<i>Crataegus spp.</i>
47	Tulip	<i>Lirodendron</i>
48	Almond	<i>Prunus amygdalus</i>
49	Ceri manis	<i>Prunus avium</i>
50	Cherry Plum	<i>Prunus cerasifera</i>
51	ceri asam	<i>Prunus cerasus</i>
52	Peach	<i>Prunus persica</i>
53	Blackhorn	<i>Prunus spinosa</i>
54	Pear	<i>Pyrus communis</i>
55	Raspherry	<i>Rubus idaeus</i>
56	Willow	<i>Salix spp.</i>
57	White Willow	<i>Salix alba</i>
58	Goat Willow	<i>Salix caprea</i>
59	Violet Willow	<i>Salix daphnoides</i>
60	Basket Willow	<i>Salix purpurea</i>
61	Silky leaf osier	<i>Salix smithiana</i>
62	Winged Elm	<i>Ulmus alata</i>
63	Europea Field elm	<i>Ulmus Americana</i>
64	Canola	<i>Brassica napus</i>

65	Yellow crocus	<i>Cronus vernus</i>
66	Winter aconite	<i>Eranthis hyemalis</i>
67	Common Mellow	<i>Malva sp</i>
68	White Sweet Clover	<i>Melilotus alba</i>
69	Sainfoin	<i>Onobrychis vicifolia</i>
70	Siberian Squill	<i>scilla sibirica</i>
71	White Mustard	<i>Sinapsis alba</i>
72	Dandelion	<i>Taraxacum officinale</i>
73	Gorse	<i>Ulex europaeus</i>
74	Horse Chestnut	<i>Aesculus hippocastanum</i>
75	Southern Catalpa	<i>Catalpa bignonioides</i>
76	Bluebeard	<i>Caryopteris clandonensis</i>
77	Virginia Creeper	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>
78	Boston Ivy-Veitchii	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>
79	Heather	<i>Calluna vulgaris</i>
80	Knapweed	<i>Centaurea macrocephala</i>
81	Cotoneaster	<i>Cotoneaster spp.</i>

No	Nama Indonesia/umum	Nama Latin
82	Buckwheat	<i>Fagopyrum esculentum</i>
83	Poopy	<i>Papaver orientale</i>
84	Poopy	<i>Papaver somniferum</i>
85	Phacelia	<i>Phacelia tanacetifolia</i>
86	Alsike Clover	<i>Trifolium hybridum</i>
87	White Clover	<i>Trifolium repens</i>
88	Chinese Elm	<i>Ulmus parvifolia</i>
89	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>
90	Sukun	<i>Artocarpus atilis</i>
91	Keluwih	<i>Artocarpus altilis</i>
92	Nipah	<i>Nypa fruticans</i>
93	Langkap	<i>Arenga obtusifolia</i>
94	Bunga kertas	<i>Rhododendron indicum</i>

5.4.3. Tanaman sumber nektar dan pollen lebah madu

Tanaman sumber pakan bagi lebah madu yang mampu menyediakan dua pakan sekaligus (two in one), yaitu nektar dan pollen, cukup tersedia banyak di alam. Hasil penelitian dan pemerhati lebah dalam penelusuran penulis seperti tersajikan dalam Tabel 5.10. di bawah ini.

Tabel 5.10. Daftar tanaman yang mampu menghasilkan pollen dan nektar bagi lebah madu.

No	Nama Indonesia	Nama Latin
1	Jeruk nipis	<i>Citrus aurantifolia</i>
2	Ephorbia	<i>Euphorbia</i>
3	Jambu biji	<i>Psidium guajava</i>
4	Kecubung	<i>Datura suaveolens</i>
5	Salvia	<i>Salvia sipendens</i>
6	Jeruk sitrun	<i>Citrus medica</i>
7	Pisang	<i>Musa spp.</i>
8	Mangga	<i>Mangifera indica</i>
9	Jambu air	<i>Syzygium fruticosum</i>
10	Bambu	<i>Bambosa spp.</i>
11	Pepaya	<i>carica papaya</i>
12	Akasia	<i>Acasia mangium</i>
13	Flamboyan	<i>Delomix regia</i>
14	Jambu bol	<i>Syzygium malaccense</i>
15	Eucalyptus	<i>Eucalyptus sp.</i>
16	Randu	<i>Ceiba petandra</i>
17	Tebu	<i>Saccharum officinale</i>
18	Vanili	<i>Vanilla planifolia</i>
19	Kelapa	<i>Cocos nurifera</i>
20	Wijen	<i>Sesamum indicum</i>
21	Kopi	<i>Coffea spp.</i>
22	Kedondong	<i>Spandias mombin</i>
23	Durian	<i>Durio zibethinus</i>
24	Waluh/Labu Kuning	<i>Cucurbita Moschata</i>
25	Semangka	<i>Citrulus vulgaris</i>
26	Kesemek	<i>Diospuros kaki</i>
27	Apel	<i>Malus sylvestris</i>
28	Jeruk manis	<i>Citrus sinensis</i>
29	Jeruk	<i>Citrus spp.</i>
30	Klengkeng	<i>Dimocarpus longan</i>
31	Anggur	<i>Vitis vinifera</i>
32	Kubis	<i>Brassica oleraceae</i>
33	Ketimun	<i>Timonius sericcus</i>
34	Labu Siam	<i>Sechium edule</i>

35	Paria	<i>Momordica charantia</i>
36	Labu air	<i>Lagenaria leucantha</i>
37	Melon	<i>Cucumis melo</i>
38	Markisa	<i>Passiflora edulio</i>
39	Kersen	<i>Muntingia calabura</i>
40	Kopi Hutan	<i>Fagraea racenosa</i>
41	Kopi Hutan	<i>Foffea malayana</i>
42	Kopi Utan	<i>Canthium dicoccum</i>
43	Labu Botol	<i>Lagenaria vulgaris</i>
44	Labu Jepang	<i>Cucurbita moschatta</i>
45	Labu Kuning	<i>Cucurbita pepo</i>
46	Labu Manis	<i>Cucurbita pepo</i>
47	Labu Merah	<i>Cucurbita moschata</i>
48	Labu Putih	<i>Lagenaria leucantha</i>
49	Labu Siam	<i>Sechium edule</i>
50	Labu Sucini	<i>Cucurbita pepo</i>
51	Lavender	<i>Lavandula angustifolia</i>
52	Markisa (Buah monyet)	<i>Passiflora edulis</i>
53	Markisa Pisang	<i>Passiflora mollissima</i>
54	Markisa Sayur	<i>Passiflora quadrangularis</i>
55	Pisang Badak	<i>Musa nana</i>
56	Pisang Kapok	<i>Musa x paradisiacal</i>
57	Pisang Kipas	<i>Ravenala madagascariensis</i>
58	Pisang Serat	<i>Musa textilis</i>
59	Pisang Utan	<i>Musa acuminta</i>
60	Kesambi	<i>Scheichera oleosa</i>
61	Kesambi	<i>Scheichera trijuga</i>
62	Kemiri	<i>Aleurites moluccana</i>
63	Bunga Matahari	<i>Helianthus anuus</i>
64	Limbu ayer	<i>Eugenia aquea</i>
65	Jambu Biji	<i>Psidium guajava</i>
66	Jambu biji kecil	<i>Psidium pumilum</i>
67	Jambu bol	<i>Syzygium malasccense</i>
68	Jambu klampoh	<i>Eugenia densiflora</i>
60	Jambu mawar	<i>Eugenia jambos</i>
70	Jambu Mete	<i>Anacardium occidentale</i>
71	Jambu selong	<i>Eugenia javanica</i>

5.4.4. Tanaman sumber resin bagi lebah madu.

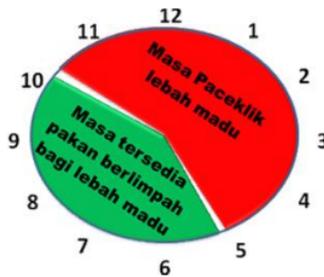
Resin tanaman dibutuhkan oleh lebah madu sebagai bahan pembuatan propolis dengan melakukan pencampuran lilin dan bahan lainnya. Beberapa tanaman yang telah diketahui dan dilaporkan sebagai sumber propolis lebah antara lain: Nangka (*Artocarpus heterophyllus*), Keluih (*Artocarpus altilis*), jarak pagar (*Jatropha curcas*), jarak pencar (*Ricinus communis*), pepaya (*Carica papaya*), cempedak (*Artocarpus champedon*), Sawo (*Zapota*), nyamplung (*Callophyllum inophyllum*), manggis (*Garcinia mangostama*), pule (*Alstonia scholaris*), jaranan (*Atropa curcas*), bunga klusia (*Clusia minor*), bunga klusia (*Clusia rosea*), damar (*Baccharis dracunculifolia*), sonosissoo (*Dalbergia* sp.), populus¹¹ (*Populus* sp.), Alder (*Alnus* sp), mara atau tutup merah (*Macaranga tanarius*); sawo duren (*Crateva religiosa*), sawo hijau (*Chrysophyllum*), sawo kecil (*Manilkara kauki*), sawo manila (*Achras zapota*), pule pandak (*Rawvolfia serpentina*), sukun (*Artocarpus atilis*) dan mungkin masih ada yang lainnya.

5.4.5. Periode (Waktu) Ketersediaan sumber pakan lebah madu

Periode waktu berbunga tanaman atau musim berbunga sangatlah menentukan keberhasilan pengembangan lebah madu. Sebagai contoh isue adanya perubahan iklim secara global menyebabkan terjadinya perubahan masa berbunga, periode berbunga tanaman bahkan terjadinya kegagalan tanaman berbunga. Kondisi yang demikian ini¹² menyebabkan matinya ribuan koloni lebah. Hasil penelitian menunjukkan bukti jangka panjang pertama dari tren turunnya penyerbukan yang dilaku¹²n oleh lebah yang diakibatkan oleh adanya perubahan iklim (Thomson 2012). Sebagai contoh, populasi lebah madu liar di Ameri¹² Serikat telah mengalami penurunan sekitar 90% dalam 50 tahun terakhir. Di Amerika Utara, selama musim dingin dan musim semi tahun 2006 – 2007, penurunan yang cukup besar terjadi pada koloni lebah madu yang dikelola secara komersial, dengan kehilangan mencapai sepertiga dari populasi lebah. Peristiwa ini disebut sebagai *colony collapse disorder*, terjadi di 35 negara bagian Amerika Serikat yang mempengaruhi lebah madu, dan dilaporkan bahwa koloni lebah madu yang hilang mencapai 80 hingga 100 persen.

Secara normal tanaman dalam saling mengisi bulan berbunga sepanjang tahunnya, sehingga setiap bulannya selalu tersedia bunga pakan lebah. Hanya secara kuantitas dan kualitas pakan lebah yang dihasilkan tiap bunga dan bulannya yang berbeda-beda. Keadaan tersebut yang menyebabkan hanya pada bulan-bulan tertentu madu dapat dipanen, baik itu secara budidaya maupun perburuan. Erwan dan Supeno (2013) mengatakan bahwa periode (bulan) tumbuhan sedikit berbunga untuk menyediakan sumber pakan bagi lebah disebut sebagai masa paceklik lebah madu. Periode tersebut sangat panjang, yaitu mencapai sekitar tujuh bulan bahkan bisa lebih, seperti kondisi lima tahun terakhir

ini terjadi adanya perubahan iklim. Periode berbunga tanaman pakan lebah tersedia hanya lima bulan atau kurang, yaitu pada bulan Mei hingga Oktober, sementara masa paceklik terjadi pada bulan Oktober hingga Mei (tujuh bulan), tersaji pada Gambar 7.29.



Gambar 5.29. Masa paceklik lebah madu (Erwan dan Supeno 2013)

Atas dasar periode berbunga tanaman dapat disajikan sebaran tanaman pakan lebah menurut periode berbunganya seperti dalam Tabel 5.11. Terlihat pada Tabel 5.11. tersebut bahwa beberapa tanaman sumber pakan lebah yang sepanjang tahun terus berbunga tanpa ada istirahatnya. Pohon-pohon tersebut kiranya dapat diperhitungkan bila ingin mengembangkan lebah madu, sehingga akan dapat menghasilkan produk-produk yang spesifik untuk daerah ataupun tanamannya. Dengan demikian bagi para pengembala lebah dapat menjadwalkan bulan-bulan apa tanaman yang ada di daerahnya sedang dominan untuk menghasilkan madu khas tanaman, seperti madu randu, leci, klengkeng dan seterusnya.

Tabel 5.11. Periode berbunga berbagai jenis tanaman sepanjang satu tahun

No	Nama Tanaman	Bulan berbunga											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	<i>Acer spp</i>		■	■	■								
2	<i>Castanea sativa</i>					■							
3	<i>Corylus americana</i>			■	■								
4	<i>Crataegus spp.</i>				■	■							
5	<i>Lirodendron</i>					■	■						
6	<i>Prunus amygdalus</i>		■										
7	<i>Prunus avium</i>				■	■							
8	<i>Prunus cerasifera</i>				■	■							

VI. PRODUK MADU YANG DIHASILKAN OLEH LEBAH

Lebah madu dapat dikatakan memiliki tambang emas yang dapat dieksploitasi secara komersial dengan nilai ekonomis tinggi. Ada tiga produk emas yang dipunyai oleh lebah madu, yaitu madu dan propolis diibaratkan sebagai emas coklat, bee-pollen sebagai emas kuning dan royal jelly merupakan emas putih. Empat produk lebah tersebut sangat banyak safaatnya dengan nilai yang sangat tinggi bila dikelola dengan baik dan benar. Selain empat produk lebah madu tersebut masih ada satu produk yang dapat dikomersilkan untuk mendatangkan uang, yaitu proses produksi keempat produk lebah. Proses produksi lebah madu dikenalkan sebagai wahana Agrowisata lebah madu atau wisata pendidikan.

Dua faktor utama yang diperlukan dalam mengeksploitasi lebah untuk bisa menghasilkan secara maksimal sesuai dengan harapan. Faktor pertama adalah tumbuhan. Tumbuhan merupakan sumber pakan lebah (nektar dan pollen), dan sumber resin untuk mengolahnya menjadi propolis serta untuk bersarang. Faktor kedua adalah lebah itu sendiri sebagai mesin pengumpul dan pengolahan madu, propolis, royal jelly dan pollen.

6.1. Produk Madu (Honey)

Madu merupakan produk lebah madu yang telah lama dieksploitasi oleh manusia untuk dikomersialkan dan digunakan sebagai obat kesehatan atau kebugaran dan bahan kecantikan atau produk komersil lainnya. Produksi madu oleh lebah sangat tergantung terhadap sumber nektar yang tersedia di alam atau disediakan oleh manusia. Sumber-sumber nektar tersebut dapat berasal dari tumbuhan berbunga dan tidak berbunga serta ekresi embun madu (*honeydew*) dari serangga tertentu ataupun cairan tanaman lain yang keluar karena paksaan atau faktor fisik lain (nira aren). Ketersediaan sumber nektar tersebut harus diimbangi oleh keefektifan dan tingkat produktifitas lebah yang menjadi mesin pengolahan madu.

Pengertian Madu

Madu dapat diartikan dengan berbagai definisi yang sedikit berbeda antara pakar satu¹⁴⁵ dengan lainnya, namun pada intinya memberikan pengertian yang sama. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3545-1994, madu didefinisikan sebagai cairan manis yang dihasilkan oleh lebah madu yang berasal dari berbagai sumber nektar. SNI 01-3545-2004 merupakan hasil rvisi Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3545-1994 mengembangkan pengertian madu adalah cairan alami yang umumnya mempunyai rasa manis yang dihasilkan oleh lebah madu dari sari bunga tanaman (*floral nectar*) atau bagian lain dari tanaman (*extrafloral nectar*) atau ekskresi serangga.

⁵⁹ Codex Alimentarius Commission (2004) mendefinisikan madu sebagai zat manis alami yang dihasilkan oleh lebah madu, berasal dari nektar bunga tanaman atau bagian tanaman selain bunga atau ekresi serangga pencucuk pengisap jaringan tanaman. Bahan-bahan tersebut dikumpulkan oleh lebah dan diubah atau dicampur dengan zat tertentu yang ada dalam perut lebah, selanjutnya dipindahkan, disimpan ke dalam sel-sel atau pot madu yang telah disediakan dalam sarang dan dibiarkan hingga masak, yang disebut dengan madu.

Supeno (2013) memberikan pengertian madu adalah zat atau cairan yang memiliki rasa manis pada umumnya atau asam bahkan terasa pahit yang diproduksi oleh lebah madu yang berasal dari berbagai sumber nektar, seperti nektar floral, ekstrafloral, embun madu (*honeydew*) hasil sekresi serangga, dan cairan non nektarfloral ataupun ekstrafloral seperti nira, sari buah atau cairan perasan batang tebu, jagung ataupun gandum. Cairan tersebut dikumpulkan dan diolah dalam tubuh lebah melalui proses enzimatik dan dikeluarkan untuk disimpan dalam sel-sel madu atau pot madu dalam sarang lebah hingga masak atau memiliki kadar air sekitar 20%.

Penggolongan dan Penamaan Madu

Madu hasil produksi lebah dapat dipilah menjadi berbagai istilah dalam penggolongan madu sesuai dengan dasar atau prinsip dari pembagian madu tersebut atau faktor-faktor tertentu, seperti asal nektar, asal daerah produksi madu, rasa madu, sumber nektar tanaman, sifat fisik dan nama tanaman.

Penggolongan madu yang didasarkan pada daerah atau kota penghasil madu yang telah memiliki nama, seperti di Indonesia dikenal madu Sumbawa, madu Lampung, madu Lombok, madu Sumba, madu Kalimantan. Di Meksiko dikenal madu Yukatan yang memiliki mutu sangat tinggi dan telah dikenal mendunia. Nama tersebut berasal dari asal madunya yaitu Yukatan Peninsula.

Madu berdasarkan citarasa madu yang telah dikenal adalah madu manis, madu pahit, dan madu asam (kecut). Madu manis telah umum dikenal dan banyak beredar di pasaran yang dihasilkan oleh lebah *Apis* spp. dari berbagai sumber nektar tumbuhan. Madu pahit merupakan madu yang dihasilkan oleh lebah hutan *Apis dorsata* atau *Apis* spp. lainnya dari nektar tumbuhan spesies tertentu, seperti madu Pahit Palawan. Madu pahit Palawan ini merupakan madu yang dihasilkan oleh lebah madu yang mengoleksi nektar-nektar pohon palawan (*Tristaniopsis* spp.) yang banyak tersedia di hutan Bangka Belitung (Badariah 2010). Madu rasa asam merupakan produk lebah madu tak-bersengat (*stingless bees*) yang berasal dari berbagai nektar tumbuhan.

Madu tanah dan pohon merupakan madu yang dihasilkan oleh lebah-lebah yang membuat sarang di dalam tanah atau di atas pohon. Beberapa spesies lebah

madu tak bersengat dan lebah madu bembel bersarang di lubang-lubang bekas sarang tikus atau semut/ rayap di dalam tanah atau membuat sarang dengan aktif menggali tanah-tanah berpasir di dalam tanah. Madu-madu yang dihasilkan oleh lebah tersebut dikenal dengan madu tanah. Sebaliknya bila sarang lebah madu ada di dalam pohon atau menggantung diranting/cabang pohon di atas tanah disebut madu paku.

Madu hutan adalah madu yang dihasilkan oleh lebah madu yang hidup liar di hutan dan umumnya masih belum dapat dijinakkan. Lebah madu *Apis dorsata*, *Apis laboriosa*, *Apis andreniformis*, dan *Apis florea* merupakan spesies lebah madu yang masih belum dapat diternakkan, sehingga madu yang dihasilkan merupakan madu hutan. Lebah madu lainnya seperti, *Apis cerana*, *Apis koschevnikovi*, *Apis mellifera*, *Apis nigrocincta*, *Apis nuluensis*, *Apis binghami*, dan *Apis breviligula* adalah penghasil madu ternakan.

Atas dasar dominasi asal nektar tanaman yang dikoleksi oleh lebah madu ada dua jenis madu, yaitu madu monofloral dan polifloral. Madu monofloral merupakan madu yang berasal dari nektar beberapa spesies tanaman tapi satu di antaranya merupakan satu nektar yang mendominasi atau utama, misalnya madu randu (*Ceiba petandra*), madu kopi (*Coffea* sp.), madu leci (*Leachi chinensis*) dan madu linden (*Tilia cordata* Mill. and *Tilia platyphyllos* Scop.). Madu monofloral ini juga identik penggolongan madu atas dasar jenis tanaman asal nektar. Sehingga penamaan madunya sesuai dengan nama tanaman asal nektarnya, seperti madu rambutan, madu klengkeng dan seterusnya. Madu polyfloral atau multifloral adalah madu yang dihasilkan dari berbagai tanaman sumber nektar, misalnya madu hutan.

Pembagian madu didasarkan atas asal sumber nektar yang digunakan oleh lebah, yaitu madu floral (floral honey), madu ekstrafloral (extrafloral honey) dan madu embun madu (honeydew honey). Madu floral adalah madu yang diproduksi oleh lebah dengan bahan baku nektar yang dikoleksi dari nektar bunga tanaman. Sedangkan madu ekstrafloral adalah madu yang dihasilkan oleh lebah dari koleksi nektar yang dikeluarkan oleh kelenjar nektar tanaman yang berada di luar bunga. Madu embun madu merupakan madu hasil pengolahan lebah yang nektarnya diambil dari ekresi serangga pencucuk dan penghisap jaringan tanaman yang hidup dalam suatu tanaman. Misalnya madu embun madu yang terkenal di New Zealand sebagai honeydew beech honey.

Codex Alimentarius Commission (2004) mengklasifikasikan madu menjadi dua jenis, yaitu madu bunga (*blossom honey*) atau madu nektar (*nectar honey*) dan madu embun madu (*honeydew honey*). Madu bunga ataupun madu nektar adalah madu yang dihasilkan oleh lebah yang nektarnya berasal dari nektarium tanaman. Madu-madu yang asal nektarnya dari kelenjar nektar (*nectarium*) tumbuhan, apakah itu floral nektarium atau ekstrafloral nektarium. Madu embun madu

(honeydew honey) adalah madu yang nektarnya berasal dari ekresi serangga-serangga pengisap cairan tanaman (ordo Hemiptera) yang hidup pada bagian-bagian tanaman dengan kepadatan populasi yang besar. Selain ekresi serangga nektar juga diperoleh dari sekresi organ-organ tanaman tertentu yang memiliki rasa manis, seperti nira atau cairan batang tebu, batang gandum, batang sorgum ataupun jagung, dan sari buah. Madu-madu yang dihasilkan dari ekresi serangga dan sekresi organ tanaman tersebut dikenal dengan madu embun madu.

Bentuk fisik madu ¹⁴⁹ dapat dijadikan dasar penggolongan atau pengelompokan madu, seperti madu cair dan madu kristal atau bergranula. Madu bergranulasi dikenal juga dengan nama *creamed honey*.

Komposisi Kimia Madu

Senyawa atau zat yang terkandung dalam madu sangatlah kompleks dan secara garis besar madu murni mengandung berbagai senyawa kimia, seperti karbohidrat, protein, lemak yang rendah, asam amino essensial, vitamin (thiamin (B1), riboflavin (B2), asam askorbat (C), piridoksin (B6), niasin, asam pantotenat, biotin, asam folat, dan vitamin K), mineral (natrium, kalsium, magnesium, aluminium, besi, fosfor, dan kalium.), gula sederhana, enzim (enzim diastase, invertase, glukosa oksidase, peroksidase, dan lipase.), asam organik, kadar air, kalori, dan abu serta antibakteri atau antioksidan. Komposisi kandungan zat dalam madu tersajikan seperti dalam Tabel 6.1

Tabel 6.1. Komposisi Rata-rata dari Madu menurut beberapa pustaka

Komposisi	1	2	3	4	5
Kadar air (%)	17.20	20.00	23.00	17.20	17.10
Fruktosa (%)	38.20	-	-	-	38.50
Dekstrosa (%)	31.30	-	-	-	31.00
Sukrosa (%)	1.30	-	-	-	1.50
Maltosa (%)	7.30	-	-	-	7.20
Oligasakarida (%)	1.50	-	-	-	-
Karbohidrat (%)	79.60	79.50	76.00	8.30	82.40
Asam Bebas (%)	0.43	-	-	-	-
Glukonolaktone (%)	0.14	-	-	-	-
Total asam (%)	0.57	-	-	-	0.57
Nitrogen (%)	0.04	0.30	0.30	0.30	0.04
pH	3.90	-	-	-	3.90
Nilai diastase	20.80	-	-	-	-
Kadar abu (%)	0.17	0.22	-	0.20	-
Fosfor (mg)	-	16.00	-	6.00	1.90-6.30

Besi (mg)	-	0.90	0.40	0.50	0.06-1.50
Natrium (mg)	-	-	-	5.00	0-7.60
Kalsium (mg)	-	5.00	5.00	5.00	4.4-9.20
Kalium (mg)	-	-	-	51.00	13.2-168
Vitamin A(mg)	-	0.00	Trace	0.00	-
Vitamin C(mg)	-	4.00	-	0.00	2.2-2.40
Thiamin (mg)	-	-	0.05	Trace	< 0006
Riboflavin (mg)	-	-	0.02	0.04	< 0.06
Niacin (mg)	-	-	Trace	0.30	< 0.36

Tingkat keasaman madu, madu murni umumnya memiliki tingkat keasaman yang berbeda-beda antara madu satu dengan yang lainnya, tergantung pada spesies lebah dan asal nektar tanaman yang dikumpulkan oleh lebah. Biasanya madu memiliki tingkat keasaman antara 3,4-6,1. Kondisi cenderung asam ini akibat dari keragaman jenis asam organik yang terkandung oleh madu, seperti Asam glukonat, asetat, butirrat, format, glukonat, laktat, maleat, oksalat, pyroglutamat, sitrat, suksinat, glikolat, α -ketoglutarat, piruvat, 2/3-fosfoglisarat, α/β -gliserofosfat dan glukosa-6-fosfat.

Enzim-enzim dalam madu,- Madu mengandung berbagai enzim diantaranya adalah enzim-enzim *amilase, glikosa oksidase, katalase, invertase, diastase, perioksidase, fosfatase, dan enzim-enzim proteolitik*. Semua enzim-enzim berasal dari nektar, pollen dan sekresi kelenjar saliva pada lebah.

Karbohidrat,- Karbohidrat dalam bentuk gula merupakan komponen utama madu yang mencapai jumlahnya sekitar 80%. Levulosa (Fruktosa) dan dekstrosa (glukosa) mencakup 85-90% dari seluruh gula yang terkandung dalam madu, selebihnya adalah disakarida, polisakarida dan oligasakarida. Kandungan levulosa dan dekstrosa inilah yang membedakan antara madu dan gula pasir yang kandungan gula adalah sukrosa. Levulosa mempunyai rasa manis yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan dekstrosa. Campuran dekstrosa dan levulosa dengan kadar yang sebanding disebut dengan gula invert. Gula *invert* didefinisikan juga sebagai campuran *D-dekstrosa* dan *D-levulosa* yang diperoleh dengan hidrolisis asam atau enzimatis dari sukrosa.

Nilai kalori madu,- Kalori madu mencapai sekitar 3.280 kal/kg. Kalori dalam satu kilogram madu setara dengan 50 butir telur ayam, 5,7 liter susu, 1,68 kg daging, 25 buah pisang, 40 buah jeruk, dan 4 kg kentang.

Standarisasi Madu

Manfaat madu sangatlah banyak dan telah terujikan sejak ratusan tahun lalu hingga orang mesir kuno menyebutnya sebagai sari madu para dewa. Demikian juga didalam kitab suci Alquran yang terdapat dalam Surat An-Nahl

17
 ayat 68-69, yang artinya “**Buatlah sarang-sarang di bukit-bukit, di pohon -pohon kayu, dan di tempat-tempat yang dibikin manusia (QS. An-Nahl : 68).**” Kemudian makanlah dari tiap-tiap (macam) buah-buahan dan tempuhlah jalan Tuhanmu yang telah dimudahkan (bagimu). Dari perut lebah itu keluar minuman (madu) yang bermacam-macam warnanya, di dalamnya terdapat obat yang menyehatkan bagi manusia. Sesungguhnya yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Tuhan) bagi orang-orang yang memikirkan.” (QS. An-Nahl 280 69). Adanya safaat yang banyak tersebut tentunya membawa efek social di masyarakat baik yang negatif maupun yang positif. Salah satu efek negatif yang ditimbulkan adalah banyak peredaran madu yang berkualitas rendah bahkan terjadinya pemalsuan baik itu dari segi volume (oplosan) ataupun seratus persen madu sintetis buatan manusia. Adanya fakta yang ada di lapangan tersebut tentunya sebagian besar atau umumnya para konsumen masih buta tentang kualitas madu yang baik. Demikian juga bila dilihat kemasan-kemasan madu yang beredar dipasaran banyak yang tidak mencantumkan kandungan madu produksinya. Walaupun dari 138 berapa kemasan yang telah mencantumkan komposisi madu, konsumenpun sulit untuk mengetahui benar tidaknya kandungan 11 unsur (Tabel 7.....) sebagai parameter yang ditentukan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) tahun 2004 tentang madu dengan nomor Standar Nasional Industri (SNI 01-3545-2004).

10
 Tabel 6.2 Unsur persyaratan mutu madu dalam SNI 01-3545-2004

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Aktifitas enzim diastase, min.	DN	3
2	Hidroksimetilfurfural (HMF), maks.	mg/kg	50
3	Air, maks.	% b/b	22
4	Gula pereduksi (dihitung sebagai glukosa), min	% b/b	65
5	Sukrosa, maks.	% b/b	5
6	Keasaman, maks.	ml NaOH 1 N/kg	50
7	Padatan yang tak larut dalam air, maks.	% b/b	0,5
8	Abu, maks.	% b/b	0,5
9	Cemaran logam Timbal (Pb), maks	mg/kg	1,0
10	Tembaga (Cu), maks.	mg/kg	5,0
11	Cemaran arsen (As), maks.	mg/kg	0,5

Parameter dalam penentuan standarisasi tersebut tentunya dilakukan dengan cara dan teknik yang sama yang dilakukan oleh BSN. Cara pengujian standarisasi madu adalah meliputi persiapan contoh uji yang dilakukan sesuai

dengan AOAC Official Method 920.180-1999, uji aktifitas enzim diastase sesuai dengan AOAC Official Method 958.09-1999, uji hidrosimetilfurfural (HMF) sesuai dengan AOAC Official Method 980.23-1999, uji gula sesuai dengan SNI 611-2892-1992, uji sukrosa sesuai dengan SNI 01-2892-1992, uji keasaman sesuai dengan CAC/Vol.III-Ed 1. Codex Standards for Sugars (including honey), uji padatan tak larut dalam air sesuai dengan SNI 01-2891-1992, uji kadar abu sesuai dengan SNI 01-2891-1992 dan Cemaran arsen sesuai dengan SNI 01-4866-1998 (BSN 2004)

Persiapan Contoh madu dengan ketentuan Contoh yang dipersiapkan harus dalam kondisi siap pakai/dalam bentuk cairan (lolos ayakan U.S Sieve No.40) dan untuk mencegah kerusakan suhu madu tidak boleh melebihi 40°C. Teknik persiapan contoh madu ada dua cara berdasarkan contoh yang digunakan, yaitu madu dalam bentuk cairan (sudah di dalam kemasan atau dipanen) dan madu yang masih dalam sarang.

Madu dalam bentuk cairan, Contoh untuk penetapan enzim diastase dan hidrosimetilfurfural (HMF) tidak boleh dipanaskan. Jadi, penetapan dilakukan langsung dari contoh asal, tanpa perlakuan lain kecuali penyaringan, pengadukan dan pengocokan. Jika contoh tidak mengandung bagian-bagian yang menggumpal maka contoh cukup dikocok atau diaduk dengan baik. Jika mengandung bagian-bagian yang menggumpal, contoh dipanaskan dalam wadah tertutup diatas penangas air 60°C-65°C selama 30 menit. Selama pemanasan, contoh digoyang atau diaduk sewaktu-waktu dan didinginkan setelah mencair seluruhnya. Jika madu mengandung bahan asing seperti lilin lebah, partikel sarang lebah dan bahan-bahan asing lainnya maka madu harus dipanaskan sampai 40°C diatas penangas air dan disaring dengan kain saring melalui corong yang dilengkapi dengan pemanasan oleh aliran air panas.

Madu masih dalam sarang lebah , - Jika contoh yang diterima masih dalam tempat madu sarang lebah, maka tempat madu mula-mula dipotong melintang pada bagian atasnya kemudian saring melalui saringan mesh (U.S. Sieve No.40). Jika partikel-partikel sarang lebah dan lilin ikut melalui saringan, maka lakukan perlakuan pemanasan seperti pada butir A.3.1 dan saring dengan kain saringan. Jika madunya menggumpal dalam tempat madu, maka hangatkan sampai lilinnya mencair, aduk, dinginkan dan pisahkan lilinnya.

Cara uji aktifitas enzim diastase dengan acuan AOAC Official Method 958.09-1999. Prinsip dari metode ini adalah Larutan pati yang ditambahkan iod akan menghasilkan warna biru. Enzim diastase akan mengubah pati menjadi gula. Dengan adanya aktifitas enzim diastase warna biru pada larutan pati akan hilang. Semakin tinggi aktifitas enzim semakin cepat hilangnya warna biru dari pati.

Pereaksi yang digunakan dalam pengujian aktifitas enzim diastase ini adalah (a) Larutan stock iod: Larutkan 8,80 g resublimasi (p.a) dalam 30ml - 40ml

air yang mengandung 22,0 g KI (p.a) dan encerkan dengan air sampai volume 1 liter. (b) **Larutan iod 0,0007 N**: Larutkan 20 g KI (p.a) dan 5,0 ml larutan stock iod dalam labu ukur 500 ml, encerkan dan tepatkan sampai tanda tera dengan air suling. Larutan harus diperbaharui setiap 2 hari sekali. (c) **Larutan dapar asetat pH 5,3 (1,59 M)**: Larutkan 87 g CH_3COONa , $3\text{H}_2\text{O}$ dalam 400 ml air, kemudian tambahkan kira-kira 10,5 ml larutan asam asetat dalam air. Tepatkan volumenya sampai 500 ml dengan penambahan air. Atur larutan sampai pH 5,3 dengan penambahan air, natrium asetat atau asam asetat jika perlu. (d) **Larutan natrium klorida 0,5 M**: Larutkan 14,5 g natrium klorida (p.a) dalam air suling yang telah dididihkan dan volumenya dibuat 500 ml. Larutan ini perlu sering diperbaharui karena mudah berjamur. (e) **Larutan pati** : Timbang 2,000 g pati dapat larut (dengan spesifikasi khusus untuk penetapan daya diastase dapat diperoleh dari Thomas Scientific, cat No. C733-L51; Pfanstichl Laboratories, Inc., 1219. Glen Rock Ave, Waukegan, IL60085-0439, atau yang setara) dan campurkan dengan 90 ml air suling dalam erlenmeyer 250 ml. Didihkan segera sambil sering diaduk. Kurangi pemanasan dan lanjutkan pendidihan secara hati-hati selama 3 menit, tutup dan biarkan dingin sampai suhu kamar. Pindahkan ke dalam labu ukur 100 ml, encerkan dan tepatkan hingga tanda tera. Perhatikan dengan seksama keragaman nilai absorban blanko iod-pati. (f) **Standardisasi**: Pipet 5 ml larutan pati ke dalam 10 ml air dan campur baik-baik. Kemudian pipet 1 ml campuran tersebut ke dalam beberapa wadah (piala gelas erlenmeyer) 50 ml yang mengandung 10 ml larutan iod encer. Campurkan baik-baik bila perlu encerkan dengan air suling untuk memperoleh nilai absorban $0,760 \pm 0,02$.

Peralatan yang digunakan dalam pengujian aktivitas enzim diastase antara lain: (a) Fotometer fotoelektrik, pembacaan pada 660 nm (dengan filter merah) atau 600 nm (filterintervensi) dengan cell 1 cm. (b) Penangas air, suhu ($40 \pm 0,2$) $^{\circ}\text{C}$. (c) Tabung reaksi. Hubungkan lengan sampai yang tertutup berukuran 18 mm x 60 mm, dengan tabung reaksi ukuran 18 mm x 175 mm. Bagian bawah lengan sampai tertutup dihubungkan 100mm dari bagian bawah tabung dengan membentuk sudut 45° dengan bagian bawah tabung.

Prosedur pengujian aktivitas enzim diastase ini meliputi: (1) Persiapan contoh dengan mulai menimbang 5 gram madu ke dalam gelas piala 20 ml, tambah 10 ml – 15 ml air dan 2,5 ml larutan dapar asetat. Dalam keadaan dingin larutan diaduk sampai contoh madu larut seluruhnya. Pindahkan larutan contoh ini ke dalam labu ukur 25 ml yang berisi 1,5 ml larutan NaCl, tepatkan sampai tanda tera dengan air (larutan harus didapatkan dahulu sebelum ditambahkan larutan NaCl). (2) Penetapan absorban yaitu Pipet 10 ml larutan contoh, masukkan ke dalam tabung reaksi 50 ml dan letakkan dalam penangas air $40^{\circ} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ bersama dengan erlenmeyer berisi larutan pati. Setelah 15 menit, pipet 5 ml larutan pati dan masukan ke dalam larutan contoh, kocok dan hidupkan

stopwatch. Setiap interval waktu 5 menit, pipet 1 ml campuran contoh tersebut dan tambahkan kedalam 10,00 ml larutan iod. Campurkan, kemudian encerkan sampai volume seperti sebelumnya dan tetapkan nilai absorbannya pada panjang gelombang 660 nm. Catat waktu sejak pencampuran pati dengan madu sampai dengan pada penambahan cairan kepada iod sebagai waktu reaksi (letakkan pipet 1 ml dalam tabung reaksi untuk digunakan kembali apabila cairan diambil kembali). Lanjutkan pengambilan larutan dalam selang waktu tertentu sampai diperoleh nilai $A < 0,235$.

Tabel B.1 Hubungan antara titik akhir pencampuran (menit) dengan

nilai absorbansi Absorban	Titik akhir, menit
0,7	> 25
0,65	20 – 25
0,60	15 – 18
0,55	11 – 13
0,50	9 – 10
0,45	7 - 8

Perhitungan dalam penentuan aktivitas enzim diastase adalah Plotkan nilai absorbansi terhadap waktu (menit) diatas kertas n_{29} meter. Garis lurus digambarkan melalui beberapa titik. Dari grafik ditetapkan waktu yang diperlukan untuk mencapai nilai absorbansi (A) = 0,235. Nilai ini jika dibagi 300 menunjukkan aktifitas enzim diastase (DN). **CATATAN** Pembacaan waktu 5 menit cukup untuk memperkirakan titik akhir dari contoh yang memiliki nilai DN yang tinggi (> 35) apabila nilai lain diambil cukup cepat untuk mendapatkan A kira-kira 0,20. Guna memperoleh hasil yang teliti, ulangi penetapan dengan cara mengambil contoh setiap menit sejak awal. Bila contoh yang memiliki DN yang rendah, pembacaan dimulai pada saat 10 menit.

Cara uji hidroksimetilfurfural (HMF) berpedoman pada AOAC Official Method 980.23-1999. dengan prinsip pada perbedaan absorbansi contoh pada panjang gelombang 284 nm dari 336 nm dengan larutan natrium bisulfit (NaHSO_3) sebagai pembanding.

Pereaksi yang digunakan dalam metode ini adalah (a) Larutan Carrez I: ditimbang 15 g kalium feroksidanida $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, larutkan dengan air dan encerkan sampai 100 ml. (b) Larutan Carrez II: ditimbang 30 g seng asetat Zn ($\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, larutkan dengan air dan encerkan sampai 100 ml. (c) Natrium bisulfit (NaHSO_3) 0,20 %: Timbang 0,20 g NaHSO_3 , larutkan dengan air dan encerkan sampai 100 ml. Peralatan yang digunakan adalah Spektrofotometer yang biasa dipakai harus mempunyai panjang gelombang 284 nm dan 336 nm, mempunyai sel 1 cm.

Prosedur dalam pengujian HMF adalah (1) Timbang dengan teliti 5g madu

9 (sampai ketelitian 1 mg) dalam piala gelas kecil, masukkan ke dalam labu ukur 50ml dan bilas dengan air sampai volume larutan 25 ml. Tambah 0,50 ml larutan Carrez I, kocok dan tambahkan 0,50ml larutan Carrez II, kocok kembali dan encerkan dengan air sampai dengan tanda garis. Tambahkan setetes alkohol untuk menghilangkan busa pada permukaan. Saring melalui kertas saring, dan buang 10ml saringan pertama. (2) dipipet 5ml saringan dan masing-masing masukkan ke dalam tabung reaksi 18 ml x 150 ml. Pipet 5ml air dan masukkan ke dalam salah satu tabung (kontrol) dan 5ml 0,20 % Natrium bisulfit ke dalam tabung lainnya (pembanding). Kocok sampai tercampur sempurna (Vortex mixer) dan tetapkan absorbansi terhadap referensi (pembanding) dalam sel 1 cm pada panjang gelombang 284 nm dan 336 nm. Bila absorbansi lebih tinggi dari 0,6 untuk memperoleh hasil yang teliti, larutan contoh diencerkan dengan air sesuai kebutuhan. Demikian juga dengan larutan pembanding (larutan referensi) encerkan dengan cara sama dengan menggunakan larutan NaHSO₃ 0,1%, nilai absorbansi yang diperoleh dikalikan dengan faktor pengenceran sebelum perhitungan. Perhitungan kandungan HMF madu digunakan formula berikut:

$$\text{HMF (mg/100 g madu)} = \frac{(A_{284} - A_{336}) \times 14,97 \times 5}{\text{Bobot contoh (g)}}$$

$$\text{Faktor} = \frac{126}{16830} \times \frac{1000}{10} \times \frac{100}{5}$$

Keterangan:

126 = bobot molekul HMF;

16830 = absorbansifitas molar HMF pada panjang gelombang 284nm;

1000 = mg/g;

10 = sentiliter/L;

100 = gram madu yang dilaporkan;

5 = bobot contoh yang diambil dalam gram.

8 Cara uji kadar air madu merujuk kepada AOAC Official Method 969.38-1999, dengan berprinsip pada pembacaan nilai indeks bias madu pada suhu 20°C, atau suhu pembacaan yang telah dikoreksi 20°C, menunjukkan besarnya kadar air dari contoh madu.

Peralatan yang digunakan adalah Refraktometer dengan prosedur seperti berikut (1) ditetapkan pembacaan nilai indeks bias contoh pada suhu 20°C dengan menggunakan alat refraktometer. Dicari kandungan air dalam contoh dengan membandingkan nilai indeks bias dan air pada tabel 7..... dibawah ini. Jika penetapan tidak dibulatkan pada suhu 20°C, hitung nilai koreksi suhu itu sebagaimana yang tertera dalam catatan kaki.

Tabel 6.3 Hubungan indeks bias dengan kadar air pada madu (Sumber BSN 2004)

a)

Indeks bias (20°C) ^{b)}	Kadar air	Indeks bias	Kadar air (20°C) ^{b)}
1.5044	13.0	1.4890	19.0
1.5038	13.2	1.4885	19.2
1.5033	13.4	1.4880	19.4
1.5028	13.6	1.4875	19.6
1.5023	13.8	1.4870	19.8
1.5018	14.0	1.4865	20.0
1.5012	14.2	1.4860	20.2
1.5007	14.4	1.4855	20.4
1.5002	14.6	1.4850	20.6
1.4997	14.8	1.4845	20.8
1.4992	15.0	1.4840	21.0
1.4987	15.2	1.4835	21.2
1.4982	15.4	1.4830	21.4
1.4976	15.6	1.4825	21.6
1.4971	15.8	1.4820	21.8
1.4966	16.0	1.4815	22.0
1.4961	16.2	1.4810	22.2
1.4956	16.4	1.4805	22.4
1.4951	16.6	1.4800	22.6
1.4946	16.8	1.4795	22.8
1.4940	17.0	1.4790	23.0
1.4935	17.2	1.4785	23.2
1.4930	17.4	1.4780	23.4
1.4925	17.6	1.4775	23.6
1.4920	17.8	1.4770	23.8
1.4915	18.0	1.4765	24.0
1.4910	18.2	1.4760	24.2
1.4905	18.4	1.4755	24.4
1.4900	18.6	1.4750	24.6
1.4895	18.8	1.4745	24.8
		1.4740	25.0

a) Nilai untuk 20°C merupakan nilai perhitungan Wedmore's (Bee World 36, 197 (1955). Nilai 22 % diperoleh dari FAO/WHO Codex Committee on Methods of Analysis and Sampling (1968).

b) Jika nilai indeks bias diukur pada suhu dibawah 20°C tambahkan 0,000023 °C pada angka tabel, bila pengukuran dilakukan pada suhu diatas 20°C, kurangkan 0,00023/°C dari angka tabel.

Penguji keasaman madu dilakukan berdasarkan pada CAC/Vol.III-Ed.1,1981 yang berprinsipkan pada netralisasi asam dengan basa. Adapun peralatan yang dibutuhkan adalah a) neraca analitik terkalibrasi; b) buret 10 ml, terkalibrasi; dan c) erlenmeyer 250 ml. Perakasi yang digunakan dalam pengujian keasaman ini antara lain a) larutan natrium hidroksida, NaOH 0,1 N, bebas karbonat; b) indikator fenoftalein, pp 1% dalam etanol, netral; dan c) air suling, bebas CO₂

Prosedur pengujian yang dilakukan adalah (a) Timbang dengan teliti 10,0 g madu, masukkan kedalam erlenmeyer 250 ml kemudian larutkan dengan 75 ml air suling dan tambahkan 4-5 tetes indikator PP. (b) Titar dengan larutan NaOH 0,1 N sampai titik akhir yang tetap selama 10 detik. (c) Catat volume NaOH 0,1 N yang digunakan untuk titrasi. (d) Sebagai alternatif, dapat digunakan pH meter dan contoh dititar sampai pH 8,3. (e) dihitung keasaman dalam madu dengan menggunakan formula berikut :

$$\text{Keasaman (ml N NaOH/kg)} = \frac{a \times b}{c} \times 1000$$

Keterangan:

a = volume NaOH 0,1 N yang digunakan dalam titrasi (ml).

b = normalitas NaOH 0,1 N.

c = bobot contoh madu (gram).

Deteksi Kemurnian Madu

Beberapa cara sederhana untuk mendeteksi kemurnian madu dapat dilakukan , namun akurasiannya kurang bila dibandingkan dengan melakukan pengujian secara laboratorium. Perbedaan yang jelas bisa untuk dipertanggung jawabkan antara madu murni dan palsu ditunjukkan oleh komposisi kimianya, antara lain enzim invertase, gula pereduksi, kandungan HMF, nilai pH, sukrosa dan kadar airnya. Uji kemurnian madu juga dapat dilakukan hanya menggunakan dua parameter yang dijadikan sebagai karakter utama keaslian madu, yaitu aktivitas enzim diastase dan kandungan HMF. Hadisoesilo (1986) menyatakan bahwa dalam rangka mencegah pemalsuan madu dengan air dan gula maka madu harus diuji dulu kandungan sukrosanya. Pengujian kadar sukrosa dilakukan karena sebagian besar pemalsuan pada madu dilakukan dengan penambahan gula pasir, gula merah dan gula lain dari berbagai sumber, sehingga dapat meningkatkan kandungan sukrosa madu mencapai lebih dari 8% sedangkan berdasarkan Gojmerac (1983) rata-rata kandungan sukrosa pada madu hanya 1,31%. Analisis kimia yang dilakukan dilaboratorium tersebut di atas untuk menguji madu murni atau palsu mahal biayanya dan dipandang kurang praktis khususnya bagi konsumen madu. Di samping biaya yang mahal tentunya, waktu pengujian, dan tenaga yang dibutuhkan apalagi bila konsumen hanya butuh satu botol atau dalam

jumlah sedikit madu. Atas dasar efisiensi dan kepraktisan untuk pengujian madu murni dan palsu di masyarakat ataupun distributor telah berkembang beberapa teknik pengetahuan dasar dalam pengujian madu palsu. Beberapa bahan utama yang sering digunakan dalam pembuatan madu palsu antara lain, gula pasir, gula merah, gula aren, atau sumber gula lainnya. Pengujian yang banyak digunakan oleh masyarakat dalam menguji madu palsu adalah dengan membakar, koagulasi atau kristalisasi pembentukan bangun heksagonal, tetesan di kertas koran (serapan atau rembesan), pengocokan dan kelarutan.

Teknik-teknik pengujian dengan kelarutan pada air adalah dengan mencampur madu contoh dengan air dalam suatu wadah atau gelas yang transparan, madu asli akan air dalam gelas menjadi keruh sedangkan madu palsu air tetap bening bila tidak diaduk. Pengujian lainnya adalah dengan cara bakar, yaitu tuangkan madu dalam sendok makan kemudian panaskan di atas nyala lilin, madu asli akan berbuih hingga meluap dari sendok sementara buih madu palsu tidak sampai tumpah dari sendok. Langkah selanjutnya adalah biarkan hingga dingin madu hasil pemanasan tersebut madu palsu akan lengket dan madu murni terasa kalis, selanjutnya aduk dengan lidi atau tusuk gigi, madu asli akan mencair dan tidak membentuk benang namun untuk madu palsu akan mengeras dan terbentuk benang tipis dan keras bila ditarik. Metode lain adalah dengan cara memasukkan madu dalam toples dan diletakkan sepotong ikan mentah dan disimpan selama dua minggu, bila ikan mengekrut dan tidak berbau menandakan madu uji tersebut murni. Sebaliknya bila ikan menjadi busuk dan bau menunjukkan madu palsu. Cara berikutnya adalah dengan mencampurkan madu dengan kuning telur, bila terjadi koagulasi atau tampak terlihat seperti matang kuning telurnya menunjukkan kemurnian madu. Pengujian dengan perembesan pada kertas koran sering juga dilakukan sebagai dasar penentuan kemurnian madu. Disiapkan sepotong atau secarik kertas koran sebagai bahan uji dan selanjutnya ditetesi madu, bila cepat atau mudah terjadinya perembesan atau penyerapan maka madu tersebut adalah palsu. Pengocokan madu juga bisa dilakukan untuk menentukan kemurnian madu, yaitu dituangkan madu dalam wadah dan lakukan pengocokan, bila terjadi gas dan uap menunjukkan madu murni. Hal ini terjadi karena madu asli akan membentuk gas dan uap bila dilakukan pengocokan. Pembentukan bangun heksagonal dengan melakukan goyangan atau pemutaran. Dituangkan madu dalam piring berwarna putih dan ditambahkan air secara pelan-pelan hingga madu terendam. Digoyangkan piring yang berisi madu dan piring tersebut dengan arah memutar atau membentuk angka delapan. Madu murni akan membentuk bangun segi enam (heksagonal) seperti bentuk sarang madu sedangkan madu palsu tidak bias membentuk bangun tersebut. Secara ilmiah pembentukan bangun heksagonal tersebut belum dilakukan penelitian sehingga memberikan suatu teori yang menjelaskan terbentuknya segi

enam tersebut oleh madu murni. Semut juga merupakan dasar yang dipercaya oleh masyarakat untuk membuktikan madu palsu atau murni. Madu murni dipercayai tidak akan dikerumuni oleh semut, bilamana semut mau makan madu berarti madu tersebut adalah palsu.

Dengan demikian ada beberapa mitos yang tumbuh dan berkembang dimasyarakat tentang kemurnian madu didasarkan atas pernyataan-pernyataan atau cerita seperti diantaranya: (1) madu murni atau asli tidak disukai atau didekati (kerumuni) oleh semut, (2) madu yang asli bila ditaruh di referigator (kulkas) tidak membeku, (3) madu yang murni dapat mematangkan telur, (5) madu murni dapat terbakar atau mitos-mitos lainnya.

Pernyataan-pernyataan tersebut di atas tentang pembenaran kemurnian madu tidaklah semuanya benar. Sebagaimana tentang madu yang murni bila disimpan dalam kulkas tidak bisa membeku !!. Beberapa Madu murni tertentu bisa mengkristal atau membeku bila di simpan dalam freezer dan ada pula yang tidak akan membeku bila diletakkan di dalam kulkas. Keadaan ini disebabkan oleh kandungan fruktosa, glukosa, dan sukrosa pada madu yang berbeda-beda sebagai unsur-unsur utama penyusun madu. Madu-madu murni yang memiliki kandungan glukosa lebih tinggi dan ada fruktosa akan membeku bila disimpan dalam freezer. Golongan madu ini adalah madu yang dihasilkan oleh lebah dari pengolahan nektar tanaman singkong, jambu mete, kelengkeng, karet dan kaliandra. Sebaliknya untuk jenis-jenis madu yang tidak akan membeku bila disimpan dalam kulkas, jikalau kadar fruktosanya lebih tinggi daripada glukosanya. Sebagai contoh madu randu, rambutan, kopi, sonokeling dan mangga.

Pernyataan lain yang mengatakan bahwa madu murni tidak dikerumuni semut atau semut tidak mau mendekatinya. Pernyataan inipun juga tidak benar kita ketahui bahwa semut sangat menyukai rasa manis madu dan bahkan semut termasuk salah satu jenis hama dalam beternak lebah madu, sehingga perlu dikendalikannya. Namun juga ada spesies semut tertentu yang tidak menyukai rasa manis madu. Supeno dan Erwan (2013) melaporkan spesies semut *Topinoma melanocephalum* (semut pudak), semut hitam (*Dolichoderus thoracicus*) dan semut gramang (*Plagio-lepepis longipes*) banyak ditemukan menyukai cairan madu.

Kebanyakan orang mempercayai bahwa madu yang murni dapat mematangkan kuning telur ayam. Kondisi yang demikian ini tentunya tidaklah benar, karena kuning telur ayam itu bukannya matang melainkan mengalami penggumpalan atau koagulasi. Diketahui bahwa madu memiliki sifat asam dan bila dicampur dengan kuning telur yang mengandung protein dan lemak, maka akan menggumpal, sehingga tidak betul kalau madu murni bisa mematangkan kuning telur ayam.

Madu murni biasanya bila dibakar dapat menyala, kondisi demikian ini

tentunya tidak tepat, kecuali madu tersebut telah mengalami fermentasi lama yang akan menghasilkan alkohol dan akan terbakar bila disulut dengan api. Kondisi yang demikian itu tentunya madu tersebut sudah rusak tidak bagus untuk dikonsumsi.

Teknik Uji kemurnian madu secara sederhana

Teknik-teknik pengetahuan yang telah beredar di masyarakat seperti yang telah dijelaskan di atas tentunya merupakan aset yang perlu dikembangkan dan diteliti keakurasiannya. Beberapa teknik yang telah dikembangkan dan disempurnakan dalam pengujian kemurnian oleh peneliti madu berikutnya. Teknik-teknik tersebut seperti yang diteliti oleh Rachmawaty (2011) dan disempurnakan oleh Feronica (2012) yang dapat digunakan sebagai standar pengujian ilmiah. Beberapa parameter yang digunakan sebagai standar pengujian kemurnian madu adalah Uji larut, uji keruh, uji buih, uji ikan mentah, uji bawang, uji daging, uji pemanasan, dan uji segienam (heksagonal). Metode ini dapat dikatakan bisa mencapai lebih dari 90% akurasi dengan kontrol.

Uji Larut (metode Rachmawaty 2011 disempurnakan oleh Feronica)

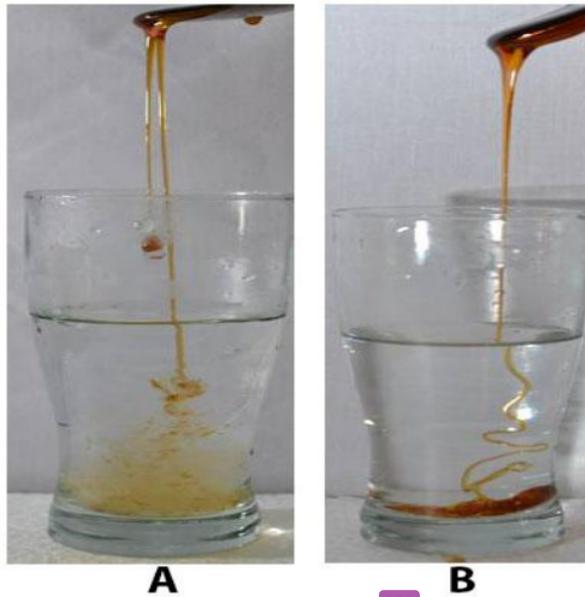
Sudut penuangan madu yang dicobakan pada uji larut adalah 15° , 30° , 45° , 60° , dan 90° . Penuangan dengan sudut 45° , 60° , dan 90° menyebabkan madu dapat larut karena faktor tekanan penuangan yang besar, sebaliknya pada sudut 15° menyebabkan madu tidak dapat tertuang dari sendok. Sudut 30° ditetapkan karena sudut tersebut merupakan sudut standar untuk penuangan karena pada sudut tersebut faktor tekanan penuangan tidak terlalu berpengaruh, penuangan madu lebih bersifat mengalir.

Suhu air yang digunakan pada percobaan uji larut adalah 50°C (air hangat), 70°C (air panas dari dispenser), dan 100°C (air mendidih). Penuangan pada air suhu 70°C dan 100°C menyebabkan madu larut dengan air karena pengaruh suhu yang tinggi terhadap kelarutan madu. Suhu 50°C ditetapkan karena pada suhu tersebut merupakan suhu maksimal madu murni tidak larut ketika dituang.

Gelas yang digunakan adalah gelas dengan tinggi penampang 15 cm dan gelas dengan tinggi penampang 10 cm. Penuangan madu menggunakan gelas dengan tinggi 10 cm menyebabkan pergerakan madu kurang dapat diamati karena gelas terlalu pendek sehingga madu langsung mencapai dasar gelas ketika dituang. Gelas yang ditetapkan adalah gelas dengan tinggi 15 cm dengan tinggi air 10 cm karena lebih mudah dalam mengamati pergerakan madu ketika hingga mencapai dasar gelas.

Prosedur pengujian meliputi: disiapkan 15 g madu dan dituangkan perlahan-lahan ke dalam gelas tranparan (dengan ketinggian 15 cm dan air 10

cm) yang berisi air hangat bersuhu 35 °C dengan jarak vertikal 10 cm dan kemiringan 30 derajat. Sampel madu diamati saat mencapai dasar gelas sekitar 0 sampai 3 detik, madu langsung larut atau tidak. Madu yang mudah larut ditandai dengan keruhnya air disekitar madu. (Gambar 6.1).



Gambar 6.1 Hasil uji larut (A) madu palsu yang larut dalam air dan (B) madu murni yang tidak larut (Foto Feronica 2012)

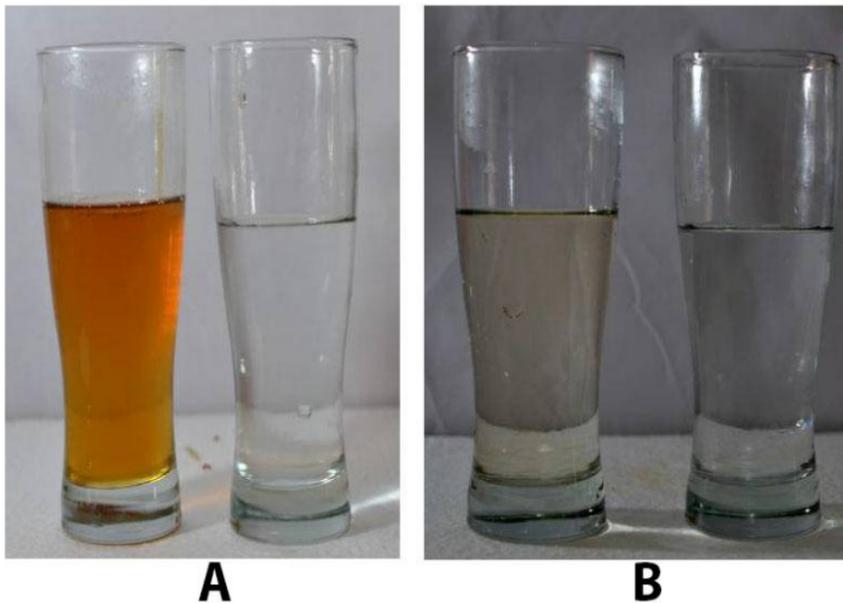
Uji Keruh (metode Rachmawaty 2011 disempurnakan oleh Feronica 2012)

Kecepatan yang dicobakan pada uji keruh adalah 40, 50, dan 60 adukan selama 15 detik. Adukan sebanyak 40 kali kurang menghasilkan buih yang maksimal. Adukan sebanyak 100 kali dan 120 kali menghasilkan buih yang maksimal. Banyaknya adukan yang ditetapkan yaitu sebanyak 100 kali adukan karena buih telah maksimal dihasilkan.

Pengaduk yang dicobakan pada uji keruh adalah sendok teh dan sendok makan. Percobaan menggunakan sendok makan menyebabkan madu sulit diaduk pada kecepatan tinggi dan tumpah karena pengaruh gelas jus yang berdiameter kecil. Madu yang diaduk juga tidak menimbulkan buih yang maksimal. Pengaduk yang ditetapkan adalah sendok teh karena dengan menggunakan sendok ini buih lebih cepat terbentuk.

Waktu konsistensi buih yang dicobakan pada uji keruh adalah 5 dan 10 menit. Konsistensi madu tidak murni masih dapat bertahan pada menit ke-5. Konsistensi madu murni bertahan pada menit ke-10, bahkan dapat bertahan selama 24 jam ketika didiamkan. Konsistensi buih madu ditetapkan selama 10 menit karena merupakan waktu minimal madu murni dalam mempertahankan konsistensi buihnya.

¹⁶ Prosedur pengujian adalah ditimbang madu contoh seberat 10 g dan dicampur dengan 200 ml air dalam gelas kaca bening, kemudian diaduk hingga 100 kali dengan menggunakan sendok the tercampur secara merata. Sampel yang telah dicampur dengan air diamati berwarna keruh atau tidak. Kertas berwarna putih disimpang dibelakang gelas agar lebih mudah diamati. (Gambar 6.2)



Gambar 6.2 Hasil uji keruh (A) madu murni air menjadi keruh dan (B) madu palsu air agak bening (Foto Feronica 2012)

Uji Pemanasan (metode Rachmawaty 2011 disempurnakan oleh Feronica 2012)

Sendok yang dicobakan pada uji pemanasan adalah sendok teh, sendok makan, dan sendok sayur. Pada percobaan menggunakan sendok teh, buih yang

terjadi langsung meluber keluar sendok sehingga tidak dapat dibedakan antara madu murni dan tidak murni. Percobaan menggunakan sendok sayur memerlukan lebih banyak madu sehingga kurang efisien untuk digunakan. Sendok makan dengan ketebalan kode '303' ditetapkan karena sendok ini paling efisien untuk digunakan karena buih yang terbentuk tidak langsung meluber sehingga jumlah madu yang digunakan tidak terlalu banyak.

Volume madu yang dicobakan pada uji pemanasan adalah 2,5, 5, dan 6 ml. Volume madu sebanyak 2,5 ml tidak menghasilkan buih yang dapat meluber keluar sendok karena jumlah madu terlalu sedikit. Volume madu sebanyak 6 ml menyebabkan buih meluber keluar sendok karena faktor buih yang melebihi kapasitas sendok. Volume madu sebanyak 5 ml dipilih karena volume ini merupakan volume minimal dimana buih madu murni meluber keluar sendok setelah beberapa saat dipanaskan. Volume tersebut juga paling mudah digunakan dan diestimasi oleh konsumen karena mencakup setengah dari volume sendok makan.

Waktu pemanasan yang dicobakan adalah 1, 2, dan 3 menit. Waktu pemanasan selama 1 menit mengakibatkan madu murni masih belum meluber dari sendok. Waktu pemanasan di atas 2 menit menyebabkan madu meluber karena lamanya pemanasan. Waktu 2 menit ditetapkan karena waktu ini merupakan waktu maksimal madu murni meluber keluar sendok ketika dipanaskan.

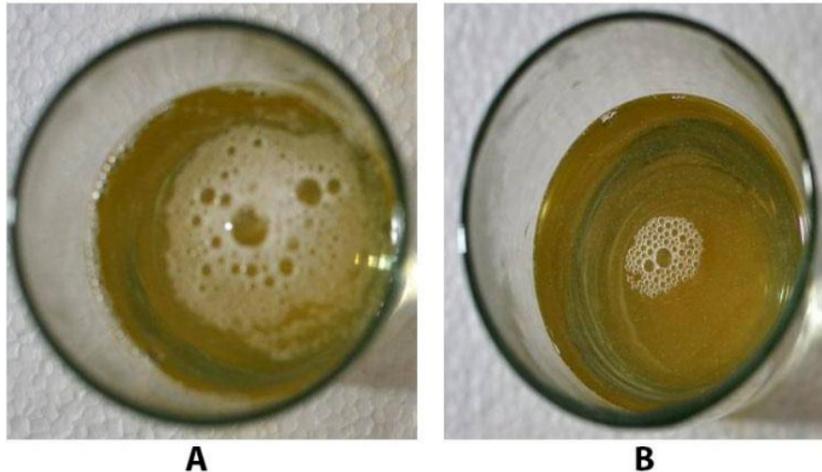
Prosedur pengujian adalah disiapkannya contoh madu dimasukkan dalam sendok makan (sekitar $\frac{3}{4}$ bagian), kemudian dipanaskan di atas lilin yang menyala. Sampel madu diamati ketika telah berbuih, buih meluber dari sendok atau tidak. Hasil pengujiannya adalah seperti dalam Gambar 7....



Gambar 6.3 Hasil uji pemanasan (A) buih madu murni meluap dan (B) madu palsu tidak meluap. (Foto Feronica 2012)

Uji buih (Feronica 2012)

Cara pengujian yaitu ditimbang sebanyak 15 g sampel dimasukkan ke dalam botol kecil, kemudian dikocok secara vertikal sebanyak sepuluh kali. Sampel didiamkan selama 5 menit. Sampel madu diamati, masih terdapat buih atau buih sudah hilang. (Gambar 7...)



Gambar 6.4 Hasil uji buih (A) madu murni buihnya banyak dan konsistensinya lebih dari 5 menit dan Buih madu palsu sedikit dan cepat hilang.(Foto Feronica 2012)

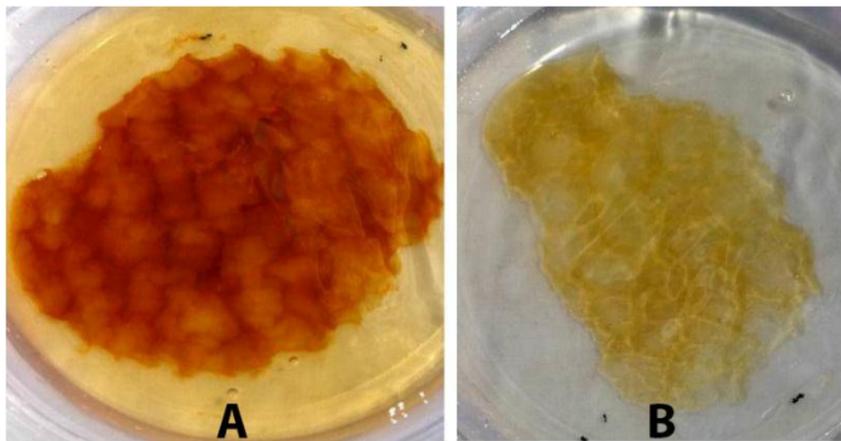
Uji Segienam (metode Rachmawaty 2011 disempurnakan oleh Feronica 2012)

Pengulangan gerakan yang dicobakan yaitu 2 dan 3 kali gerakan. Pengulangan gerakan angka delapan sebanyak 2 kali belum menunjukkan segienam yang nyata. Pengulangan gerakan angka delapan sebanyak 3 dan 4 kali menimbulkan segienam yang nyata. Pengulangan gerakan angka 8 sebanyak 3 kali ditetapkan karena pada gerakan ke 3 segienam sudah mulai terbentuk pada madu murni.

Waktu konsistensi yang dicobakan adalah selama 10 dan 15 detik. Waktu konsistensi selama 15 detik menunjukkan bahwa segienam mulai terlihat tidak jelas. Waktu konsistensi selama 10 detik menunjukkan bahwa madu masih jelas dan madu belum tercampur dengan air. Konsistensi segienam pada madu murni

bertahan pada minimal detik ke-10 sehingga ditetapkan sebagai lamanya konsistensi dengan bentuk segienam yang jelas dan beraturan.

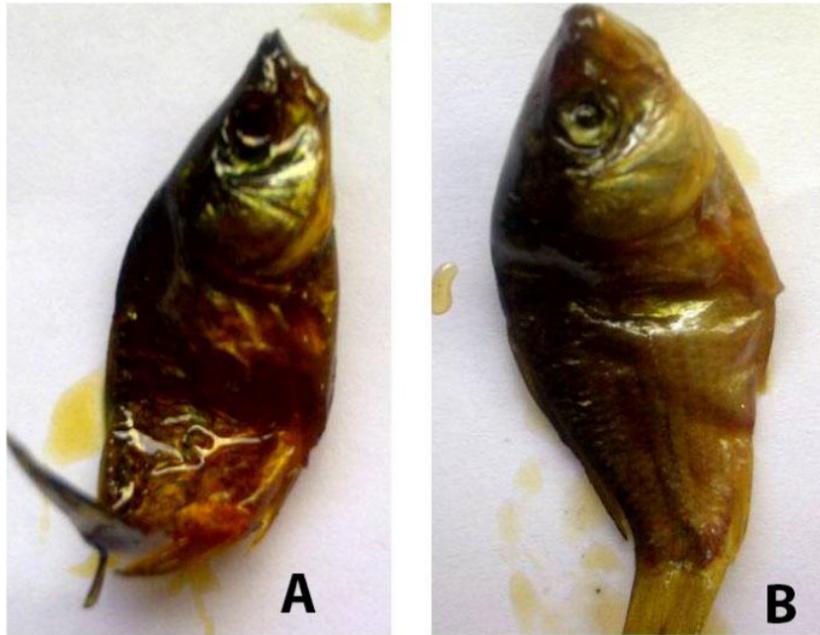
5 Teknik pengujiannya adalah diambil sebanyak 10 g madu dimasukkan ke dalam piring putih, kemudian dimasukkan air perlahan sampai madu tenggelam. Piring diputar membentuk angka delapan. Sampel madu diamati, membentuk segi enam (seperti sarang lebah) atau tidak.



Gambar 6.5 Hasil uji menunjukkan bahwa (A) madu murni membentuk bangun segi enam (heksagonal) yang lama hilangnya sedangkan (B) madu palsu tidak membentuk bangun heksagonal dan cepat hilang (Foto Feronica 2012).

Uji Ikan Mentah (metode Rachmawaty 2011 disempurnakan oleh Feronica 2012)

Ikan air tawar *187* *baby fish* (mujair) mentah dengan panjang 5 cm yang masih utuh dan segar dimasukkan ke dalam gelas plastik ukuran 250 ml, kemudian dimasukkan madu sebanyak 50 ml pada masing-masing gelas, diberi lidi sebagai penyangga agar ikan tetap stabil di dasar gelas. Tutup gelas dengan plastik, ikat dengan karet dan diamkan selama dua minggu di tempat yang *16* sejuk dan tidak terkena panas matahari. Setelah dua minggu ikan diamati. Jika ikan bertekstur basah serta tidak menyusut dan madu tidak mencair (tidak menyerap air) maka diberi nilai 0 (madu tidak murni) dan jika ikan bertekstur kering, tidak berbau dan madu mencair (menyerap air) diberi nilai 1 (madu murni).

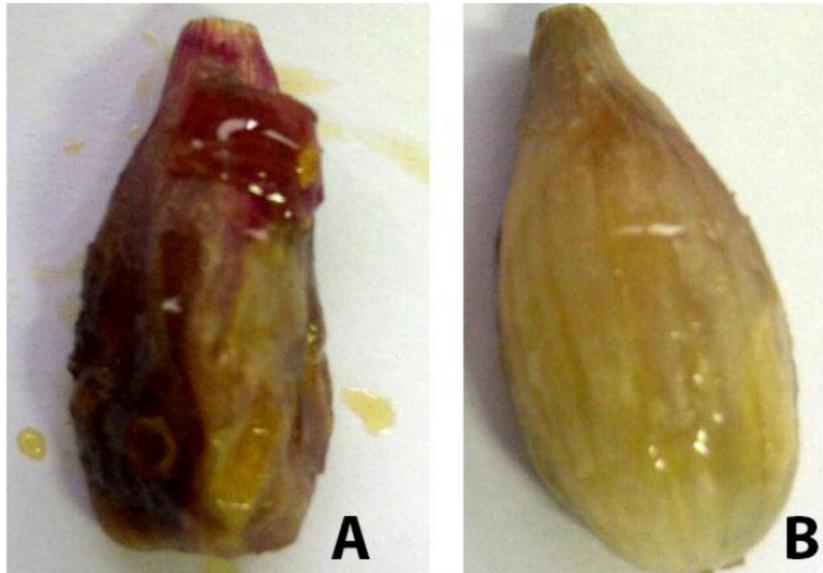


Gambar 6.6 Hasil uji ikan pada madu murni (A) ikan kering tidak berbau dan Madu palsu (B) ikan basah berbau busuk (Foto Feronica 2012).

Uji Bawang (disempurnakan oleh Feronica 2012)

¹⁸⁷ Bawang merah utuh tanpa kulit dengan panjang 3 cm yang masih segar dimasukkan ke dalam gelas plastik ukuran 250 ml, kemudian dimasukkan madu sebanyak 50 ml pada masing-masing gelas, diberi lidi sebagai penyangga agar bawang tetap stabil di dasar gelas. Tutup gelas dengan plastik, ikat dengan karet dan diamkan selama dua minggu di tempat yang sejuk dan tidak terkena panas matahari.

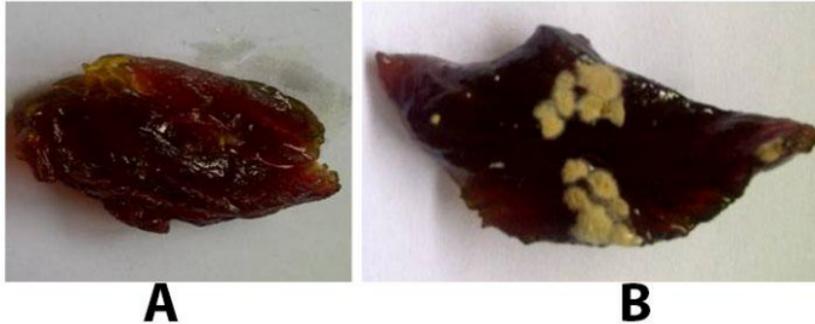
⁵⁷ Jika bawang utuh dan tidak busuk maka diberi nilai 0 (madu tidak murni) dan jika bawang menyusut dan berubah warna menjadi ungu kehitaman diberi nilai 1 (madu murni).



Gambar 6.7. Hasil uji bawang pada madu murni (A) bawang menyusut dan berwarna keunguan dan (B) bawang pada madu palsu tampak utuh tidak ada perubahan bentuk. (Foto Feronica 2012).

Uji Daging. (disempurnakan oleh Feronica 2012)

Potongan daging sapi ukuran kecil 2x2 cm yang masih segar dimasukkan ke gelas plastik ukuran 250 ml, kemudian dimasukkan madu sebanyak 50 ml pada masing-masing gelas, diberi lidi sebagai penyangga agar daging tetap stabil di dasar gelas. Tutup gelas dengan plastik, ikat dengan karet dan diamkan selama dua minggu di tempat yang sejuk dan tidak terkena panas matahari. Setelah 2 minggu daging diamati. Jika daging berwarna kehitaman diberi nilai 0 (madu tidak murni) dan jika daging berwarna kemerahan diberi nilai 1 (madu murni).



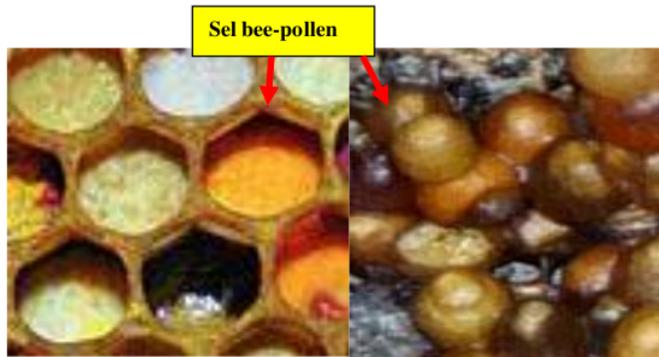
Gambar 6.8 Hasil uji daging mentah (A) madu murni daging berwarna kemerahan tidak berbau dan (B) madu palsu daging berubah warna menjadi hitam, berbau dan ditumbuhi oleh cendawan. (Foto Feronica 2012).

7.2. Produk Pollen Lebah (Bee-pollen)

Bee-pollen berasal dari bahasa Inggris yang secara harfiah berasal dari suku kata *bee* berarti lebah dan *pollen* yang merujuk kepada tepung bunga jantan tumbuhan. Dengan demikian bee-pollen dapat diartikan tepung sari bunga jantan tumbuhan yang dikumpulkan oleh lebah yang digunakan sebagai sumber makanan koloninya.

Pollen-pollen yang dikumpulkan oleh lebah sangatlah bervariasi dari berbagai spesies tumbuh-tumbuhan berbunga dan tergantung musim bunga tumbuhan yang ada di sekitarnya (radius 1 km² atau lebih). Bahkan dalam satu sel wadah pollen tidak sama asal tumbuhannya, namun ada yang mendominasi. Sebagai contoh pollen yang diambil dari koloni lebah madu yang ditenakan di sekitar tanaman kelapa dan aren, maka sekitar 75-80% pollennya adalah kelapa dan aren (Supeno dan Erwan 2013).

Pollen lebah terletak dalam sarang secara terpisah dengan madu dengan bentuk wadah yang berbeda antara lebah madu anggota genus *Apis* (true-honeybee), *Trigona* (Stingless-bee) dan *Bombus* (Bumble-bee). Pollen lebah dari *Trigona* dan *Bombus* diletakkan dalam suatu wadah (pot) dengan bervariasi ukurannya (Gambar..) sedangkan untuk lebah madu genus *Apis* diletakkan dalam sarangnya yang berbentuk heksagonal (Gambar 6.9)



Gambar 6.9 Sel bee-pollen (tanda panah) kiri bentuk sel dari spesies *Apis* dan kanan bentuk pot bee-pollen dari spesies anggota Genus *trigona* dan *Bombus*

- 171
honeydew scale insects in a New Zealand beech forest. *New Zealand Journal of Ecology*. 29(1): 105-115.
- 32
Belina-Aldemita, M.D., Lechuga, J.A., Mateo, J.M.C., Micor, J.R.L., Cervancia, C.R., and Hizon-Fradejas, A.B. 2013. Detection of Phenolic Compounds in Stingless Bee (*Tetragonula biroi* Friese) Propolis and Five Tree Sources using Tandem Liquid Chromatography-Mass Spectrometry. *Journal of Nature Studies*. 12 (1): 30-38
- 158
Binazzi A; Scheurer S., 2009. Atlas Of The Honeydew Producing Conifer Aphids Of Europe. MMIX ARACNE editrice S.r.l., Roma. 125 p.
- 117
Bogo. A., 2003. New group of oligosaccharides excreted in honeydew from scale insects *Stigmacoccus* sp. And *coccus hesperidium* L. *Ciencia Rural*.33 (4): 593-599.
- 105
Brightwell RJ.; Silverman J., 2009. Effects of Honeydew-Producing Hemipteran Denial on Local Argentine Ant Distribution and Boric Acid Bait Performance. *J. Econ. Entomol.* 102(3): 1170-1174.
- Calderone N. 2012. The Contribution of Insect Pollinators to US Agriculture. *ProQuest Agriculture Journals*. 140 (2). Pg 32.
- 180
CalPhotos. 2013. Regents of the University of California, Berkeley. Accessed on November 29, 2013. Available online at: <http://calphotos.berkeley.edu/>.
- 234
CSMonitor.com 2013. Killer bees kill horses, attack couple in Pantego, Texas. <http://www.csmonitor.com/USA/Latest-News-Wires/2013/0729> diakses 29 September 2013.
- 14
Calderone NW. 2012. Insect Pollinated Crops, Insect Pollinators and US Agriculture: Trend Analysis of Aggregate Data for the Period 1992–2009. *PLoS ONE* 7(5): e37235. doi:10.1371/journal.pone.0037235
- 45
Camargo J.M.F., Pedro S.R.M. 2012. Meliponini Lepeletier, 1836. In Moure J.S., Urban D. and Melo G.A.R. (Orgs). *Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region* - online version. Available at <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Diakses 18 Januari 2012.
- 197
Cao L-F., Zheng H., 200 Chen X., Niu D-F., Hu F-L. and Hepburn HR. 2012. Multivariate morphometric analyses of the giant honey bees, *Apis dorsata* F. and *Apis laboriosa* F. in China. *J. Apic. Res.* 51(3): 245- 251.
- 168
Codex Alimentarius Commission 2004. Codex Stan 70 . Revised Codex Standard For Honey (Rev. Codex Stan 12-1981, Rev.1 (1987), Rev.2 (2001). Comesa Harmonised Standard. Comesa/FDHS. p 1-5.

- 14 Committee on the Status of Pollinators in North America NRC. 2007. Status of pollinators in North America. National Academies Press. Washington, D.C.
- 135 Cruden RW; Hermann-Parker SM. 1979. Butterfly Pollination of *Caesalpinia Pulcherrima*, with Observations on a Psychophilous Syndrome. *Jour. Ecol.* 67(1): 155-168).
- 211 Cruden RW., 2000. Pollen grains: Why so Many. *Plant Syst. Evol.* 222: 143-165.
- 172 D'allbore GR., Intopa F., 2000. Fiori E Api: La flora visitata dalle Api e dagli altri Apoidei in Europa. *Calderini edagricole.* 115p.
- 124 Damus, MS., Otis. GW., 1997. A morphometric analysis of *Apis cerana* F and *Apis nigrocincta* Smith populations from Southeast Asia. *Apidologie* 28: 309-323.
- 164 Danaraddi. CS., Viraktamath S., 2009. Morphometrical studies on the stingless bee, *Trigona iridipennis* Smith. *Karnataka J. Agric. Sci.*, 22(4): 796-797
- 75 David S., Khoury DS., Barron AB., Myerscough MR., 2013. Modelling Food and Population Dynamics in Honey Bee Colonies. *Plos one* 8 (Issue 5/ e59088): 1-7.
- David WR., 2006. Stingless bee nesting biology. *Apidologie* 37: 124–143. DOI: 10.1051/apido:2006026.
- 114 Deborah RS., Villafuerte L., Otis G dan Palmer M.R. 2000. Biogeography of *Apis cerana* F and *A. nigrocincta* Smith: insights from mtDNA studies. *Apidologie* 31:265-279.
- 134 Deowanish S., Wattanachaiyingcharoen W., Wongsiri S., Oldroyd BP., Leepitakrat S., Rinderer TE., dan Sylvester HA., 2001. Biodiversity of dwarf honey bees in Thailand. Fifth Asian Apicultural Association Conference. p 97-103
- 119 Deseyn J, Billen J. 2005. Age dependent morphology and ultrastructure of the hypopharyngeal gland of *Apis mellifera* workers (Hymenoptera, Apidae). *Apidologie* 36 (2005) 49–57.
- 101 Durkee LT., Haber MH., Dorn L., Remington AA., 1999. Morphology, Ultrastructure, And Function Of Extrafloral Nectaries In Three Species Of *Caesalpinia*ceae. *Jour. Iowa Acad. Sci.* 106(4):82-88.
- 22 Eltz T., Bruhl CA., Imiyabir Z., Linsenmair KE., 2003. Nesting and nest trees of stingless bees (Apidae: Meliponini) in Lowland dipterocarp forests in Sabah, Malaysia, with implications for forest management. *Forest Ecology and Management.* 172: 301-313.

- 223 Engel M.S. 2012. The honey bees of Indonesia (Hymenoptera: Apidae). *Treubia: A Journal On Zoology Of The Indo-Australian Archipelago* 39:41-49.
- 162 Erlangung des Grades., 2009. Diversity of Stingless Bees in Bamenda Afromontane Forests – Cameroon: Nest architecture, Behaviour and Labour calendar. *Dissertation*. Moses Tita Mogho Njoya aus Lobe Estate, Kamerun. P 1-148. http://hss.ulb.uni-bonn.de/diss-online_elektronisch_publiziert.
- 185 Erniwati. 2013. Kajian Biologi lebah tak bersengat (Apidae: Trigona) di Indonesia. *Fauna Indonesia* 12(1): 29-34
- 86 Erwan (2006) Pemanfaatan nira aren dan nira kelapa serta polen aren sebagai pakan lebah untuk meningkatkan produksi madu Apis cerana di Kabupaten Lombok Barat. Sekolah Pascasarjana. IPB. Bogor.
- 193 Erwan; Supeno B., 2013. Pemanfaatan Teknologi Pakan Lebah Tanpa Bunga Tanaman Untuk M¹⁹⁵adikan Pulau Lombok Sebagai Daerah Sentra Produksi Nasional. Seminar Insentif Riset SINas, Kementerian Riset dan Teknologi “Membangun Sinergi Riset Nasional untuk Kemandirian Teknologi” Jakarta 7-8 November 2013. 7p.
- 204 Esau K. 1977. *Anatomy of Seed Plants. Second edition*. p. 199-206. John Wiley and Sons, Inc. New York-Chichester-Brisbane-Toronto-Singapore.
- 20 Fahn A. 1979. *Secretory Tissues in Plants*. Academic Press, Inc. London. Ltd. p. 52-111
- 16 Feronica I., 2012. Kajian Kemurnian Madu Komersial Di Kota Bogor Dengan Menggunakan Berbagai Metode Pengujian. Skripsi Jurusan Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan. IPB. Bogor.
- 25 Fuchs S., Koeniger N., Tingek S. 1996. The morphometric position of *Apis nuluensis* Tingek, Koeniger and Koeniger, 1996 within cavity-nesting honey bees. *Apidologie* 27: 397-405.
- 97 Galetto L; Bernardello G., 2004. Floral Nectaries, Nectar Production Dynamics and Chemical Composition in Six Ipomoea Species (Convolvulaceae) in Relation to Pollinators *Annals of Botany* 94: 269–280
- 167 Gambino P., Hoelmer K, Daly HV. 1990. Nest sites of feral honey bees in California, USA. *Apidologie*. 21: 35-45.
- 73 Gamper HA.; Suzanne Koptur S.; Jose García-Franco J.; Stapper AP. 2011. Alteration of forest structure modifies the distribution of scale insect, *Stigmatococcus garmilleri*, in Mexican tropical montane cloud forests. *Journal of Insect Science* | www.insectscience.org. 11(124): 1-14.

- 99 Gaze PD.; Clout MN., 1983. Honeydew And Its Importance To Birds In Beech Forests Of South Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* 6: 33-37
- 121 Golan K., 2009. Characteristics of the honeydew excretion process of *Coccus hesperidum* (Linnaeus, 1758)/Hemiptera: Coccoidea) in different development stages. *APHIDS AND OTHER HEMIPTEROUS INSECTS*. Vol 14: p111-121
- 14 Grimaldi D, Engel M. 2005. Evolution of the insects. New York: Cambridge University Press. 755 p.
- 113 Hadisoesilo S., Otis GW., Meixner M. 1995. Two Distinct populations of cavity-nesting honey bees (Hymenoptera: Apidae) in South Sulawesi, Indonesia. *J.Kans.Ento.Soc.* 68(4): 399-407.
- 66 Hadisoesilo, S. and Otis GW. 1996. Drone flight times confirm the species status of *Apis nigrocincta* Smith, 1861 to be a species distinct from *Apis cerana* F. in Sulawesi, Indonesia. *Apidologie* 27: 361-369.
- 28 Hadisoesilo, S. 1997. *A comparative studies of two species of cavity-nesting honey bees of Sulawesi, Indonesia*. Ph.D. Thesis, University of Guelph, Ontario, Canada.
- Hadisoesilo S., dan Otis GW. 2008. Differences in drone cappings of *Apis cerana* and *Apis nigrocincta*. *Journal of Apicultural Research*. Vol. 37 (1) pp.11-15
- 38 Hadisoesilo, S. 2001. Review: Keanekaragaman Spesies Lebah Madu Asli Indonesia. *Biodiversitas* 2(1): 123-128.
- Hadisoesilo S., Raffiudin R., Susanti W., Atmowidi T., Hepburn C., Radloff SE., Fuchs S., dan Hepburn HR. 2008. Morphometric analysis and biogeography of *Apis koschevnikovi* Enderlein (1906). *Apidologie* 39: 1-9. INRA/DIB-AGIB/ EDP Sciences/DOI: 10.1051/apido:2008029
- 41 Hadisoesilo S., 2012. Diversity In Traditional Techniques For Enticing *Apis Dorsata* Colonies In Indonesia. *Forest and Nature Conservation Research and Development Paper*. 6p.
- 87 Halcroft M., Robert Spooner-Hart R., Peter Neumann P., 2011. Behavioral defense strategies of the stingless bee, *Austroplebeia australis*, against the small hive beetle, *Aethina tumida*. *Insectes Sociaux* 58: 245-253. www.springerlink.com. diakses Juni 2013.

- Halcroft MT., 2012. ¹³² Investigations into the biology, behaviour and phylogeny of a potential crop pollinator: the Australian stingless bee, *Austroplebeia australis*. Disertasi . University of Western Sydney. 389 p.
- ¹⁴⁷ Halcroft M., Haigh MA., Spooner-Hart R., 2013. The ontogenic time and worker longevity in the Australian stingless bee, *Austroplebeia australis*. *Insectes Sociaux*. 8p. DOI 10.1007/s00040-013-0291-9.
- Hassan HMM., 2011. ¹⁵⁰ Chemical composition and nutritional value of palm pollen grains. *Global Journal of Biotechnology and Biochemistry*. 6(1): 1-7.
- ²² Heil M., B. Fiala B.,Baumann B., Linsenmair.KE., 2000. Temporal, spatial and biotic variations in extrafloral nectar secretion by *Macaranga tanarius*. *Functional Ecology*. 14: 749–757
- Houston TF dan Michener CD. 1991. Superfamily Apoidea.
- Ibrahim IF., Balasundram SK, Abdullah N-A P., Sood AM., Mardan M., Saberioon MM. 2012. The Spatial Distribution Of *Apis Dorsata* Host Plants Using An Integrated Geographical Information System-Remote Sensing Approach. *Am. J. Agric. and Biol, Sci*. 7 (4), 396-406.
- ⁸⁵ Inoue T, Salmah S, Abbas I, Erniyati Y., 1985. Foraging behaviour of individual workers and foraging dynamic of colonies of tree Sumatran Stingless bees. *Res. Popul. Ecol*. 27(2): 373-392
- Inoue. T., Sakagami. SF., Salmah. S., ¹⁷⁸ 1984. The process of colony multiplication in the Sumatran Stingless bees *Trigona (Tetragonula) laeviceps*. *Biotropica* 16(2): 100-111.
- ⁶⁸ James A.; Dungan R.; Plank M.; Ito R., 2007. A dynamical model of honeydew droplet production by sooty-beech scale insects (*Ultracoelostoma* spp.) in New Zealand *Nothofagus* forest. *Ecol. Modell* 209: 323–332.
- Jarau S.; Barth FG., 2008. ⁹⁰ Stingless bees of the Golfo Dulce region, Costa Rica (Hymenoptera, Apidae, Apinae, Meliponini) Las abejas sin aguijón de la región de Golfo Dulce ²⁶⁵ Costa Rica (Hymenoptera, Apidae, Apinae, Meliponini). Zug-leich *Kataloge der oberosterreichischen Landesmuseen Neue Serie* 80: 267-276
- Johnson MA. 2013. ¹⁰⁰ Killer bees' leave Texas man dead, woman in serious condition. NBC News. <http://usnews.nbcnews.com/news/2013/06/02/18703314-killerbees-leave-texas-man-dead-woman-in-serious-condition?lite>. Diakses 29/09/2013.

- 64 Jongjitvimol T., Wattanachaiyingcharoen W., 2007. Distribution, Nesting Sites and Nest Structures of the Stingless Bee Species, *Trigona collina* Smith, 1857 (Apidae, Meliponinae) in Thailand. The Natural History Journal of Chulalongkorn University 7(1): 25-34.
- Jurgen Tautz and Michael Rostas 2008. 169 Honeybee buzz attenuates plant damage by caterpillars. Current Biology, Volume 18, Issue 24, R1125-R1126, 23 December 2008
- 62 Kahono S. 2000. Lebah dan Tawon penyerbuk di hutan tropis basah Taman Nasional Gunung Halimun dan distribusinya di Indonesia. Makalah Seminar Nasional. Fakultas Biologi- UKSW. 3 Juni 2000. 13 p.
- Keith D. 2013. Leaf cutting bee. <http://entomology.unl.edu/ornamentals/pestprofiles/leafbee.shtml/> diakses 29/09/2013.
- 25 Ken T, S Fuchs S, Koeniger N, Ruiguang Z. 2003. Morphological characterization of *Apis cerana* in The Yunnan Province of China. Apidologie 34: 553-561.
- 91 Klakasikorn A., Wongsiri S., Deowanish S., Duangphakdee. O., 2005. New Record Of Stingless Bees (Meliponini: *Trigona*) In Thailand The Natural History Journal Of Chulalongkorn University 5(1): 1-7.
- 36 Koedam D., Contrera FAL., De O. Fidalgo A., Imperatriz-Fonseca VL., 2005. How queen and workers share in male production in the stingless bee *Melipona subnitida* Duck (Apidae, Meliponini). Insect. Soc. 52: 114–121. 0020-1812/05/020114-08 DOI 10.1007/s00040-004-0781-x
- 83 Koeniger N, Koeniger G. 1980. Observations and experiments on migration and dance communication of *Apis dorsata* in Sri Lanka. J Apic Res 19: 21–34.
- Koeniger G., Koeniger N., Mardan M., Otis G., dan Wongsiri S., 1991. Comparative anatomy of male genital organs. Apidologie 22: 539-554
- 125 Koeniger G., Koeniger N., Tingek S. 1996. A Scientific note on weight and sperm numbers of drone of *Apis nuluensis* Tingek. Apidologie. 27: 427-428.
- 51 Koeniger N., Koeniger G., Gries M., S Tingek S., Kelitu A. 1996a. Reproductive isolation of *Apis nuluensis* Tingek, Koeniger and Koeniger, 1996 by species-specific mating time. Apidologie 27: 353-359.
- Koeniger N dan Koeniger G. 2004. Mating behavior in honey bees (genus *Apis*). Tropical agricultural Research and extension 7:13-28

- Koetz A., 2013. The Asian honey bee (*Apis cerana*) and its strains-with special focus on *Apis cerana java* genotype. Departement of Agriculture, Fisher and Forestry. State of Queensland. 59 p.
- Konarska A., Masierowska M., Weryszko-Chmielewska E., 2005. The Structure Of Nectaries And Nectar Secretion In Common Pear (*Pyrus Communis L.*). Jour. Apicul. Scien. 49(1): 85-91.
- Krape D., 2012. The best bee butt photo. <http://www.honeybeesuite.com/wax-glands-photo/> diakses Juni 2013.
- Kwapong P., Aidoo K, Combey R., Karikari. A. 2010. Importance, Management And Utilisation Stingless Bees: *A Training Manual For Stingless Beekeeping*. Unimax Macmillan Ltd. Accra North, Ghana. 82 pp.
- Leonhardt, S. D., N. Bluthgen & T. Schmitt, 2009. Smelling like resin: Terpenoids account for species-specific cuticular profiles in Southeast-Asian stingless bees. *Insectes Sociaux*, 56: 157–170.
- Leonhardt. SD., Schmitt T., Bluthgen N., 2011. Tree Resin Composition, Collection Behavior and Selective Filters Shape Chemical Profiles of Tropical Bees (Apidae: Meliponini). PLoS ONE 6(8): e23445. 1-11p.
- Liu F., D.W. Roubik DW., D. He D., dan Li J. 2007. Old comb for nesting site recognition by *Apis dorsata*? Field experiments in China. *Insect. Soc.* 54: 424 -426.
- Mangoendijojo W. 2003. Dasar-Dasar Pemuliaan Tanaman. Yogyakarta. Kanisius.
- Mardan MB. 1989. Thermoregulation in the Asiatic giant honeybee *Apis dorsata* (Hymenoptera: Apidae). Thesis, University of Guelph.
- Markwell TJ.; D. Kelly D; Duncan KW., 1993. Competition Between Honey Bees (*Apis Mellifera*) And Wasps (*Vespula Spp.*) In Honeydew Beech (*Nothofagus Solandri Var. Solandri*) Forest. *New Zealand Journal of Ecology*. 17(2): 85-93.
- Martins CF., Cortopassi-Laurino M., Koedam D., Imperatriz-Fonseca VL., 2001. The Use Of Trees For Nesting By Stingless Bees In Brazilian Caatinga. I Departamento de Sistemática e Ecologia/CCEN, Universidade Federal da Paraíba (UFPB). 58059-900, João Pessoa, Paraíba, Brazil. 8p.
- Maun. S., 1999. Pemalsuan Madu Dengan Sakrosa. J. Kedokter Trisakti, Jakarta 18 (1) 10-19.

- 259
 Mercus. MD., Peralta. F. Uetanabaro APT., Lucchese AM., 2013. Atividade antimicro-biana de mais de cinco especies de abelhas brasileiras sem ferrao Antimicrobial activity of honey from five species of Brazilian stingless bees. *Ciência Rural*, Santa Maria, 43 (4): 672-675.
- 173
 Mert C. 2010. Anther and Pollen Morphology and Anatomy in Walnut (*Juglans regia* L.) *Hort. Sci.* 45(5):757-760.
- 14
 Michener CD. 2000. The bees of the world. Baltimore: Johns Hopkins University Press. 913 p.
- Mizell PF. 2012. Many Plants Have Extrafloral Nectaries Helpful To Beneficials. The Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu>. diakses pada tanggal 12 Mei 2014.
- 144
 Modro AFH., Silva IC., Luz CFP., Message D., 2009. Analysis of pollen load based on color, physicochemical composition and botanical source. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*. 81(2): 281-285
- 58
 Morgano MA., Martins MCT., Rabonato LC., Milani RF., Yotsuyanagia K and Rodriguez-Amayac DB. 2012. A Comprehensive Investigation of the Mineral Composition of Brazilian Bee Pollen: Geographic and Seasonal Variations and Contribution to Human Diet *J. Braz. Chem. Soc.*, Vol. 23, No. 4, 727-736
- 191
 Mujetahid MA., 2005. Teknik Pemanenan Madu Lebah Hutan Oleh Masyarakat Sekitarhutan Di Kecamatan Mallawa Kabupaten Maros. *Jurnal Perennial*, 4(1) : 36-40
- 65
 Niemack RS, Bennett BJ, Hinojosa-Diaz I., Chaboo. CS., 2012. A contribution to the knowledge of the orchid bee fauna of the Los Amigos Biological Station, Madre de Dios, Peru (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Check List* 8(2): 215-217
- 130
 Niem NV. dan Trung LQ. 1999. Morphological Comparison Of Three Asian Native Honey Bees (*Apis Cerana*, *A. Dorsata*, *A. Florea*) In Northern Vietnam And Thailand. *BIOTROPIA* (14): 10-16.
- 142
 Nemesio. A. 2013. Are orchid bees at risk? First comparative survey suggests declining populations of forest-dependent species. *Braz. J. Biol.* (73:2) 1-13.
- 143
 Neupane KR., Sapkota I. 2005. Nesting behavior of Giant honey bee (*Apis*

- dorsata).¹⁴³ proceedings and book of abstracts, 39th Apimondia, International Apiculture Congress, Dublin, Ireland. Pp 85.
- ⁸⁸ Nyeko P, Edwards-Jones G, Day RK. 2002. Honeybee, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), leaf damage on *Alnus* species in Uganda: a blessing or curse in agroforestry Bull. Entomol. Res. ⁹²(5), 405–412.
- Oliviera-JR. WP., Brandeburgo MAM., Marcomilo MT.,¹⁹⁹ 2000. Morphometrics and Adaptative Aspects in Africanized Honeybees (*Apis mellifera*). Rev. Brasil. Biol. 60(2): 307-314.
- ⁶⁰ Oldroyd BP, Wongsiri S. 2006. Asian honey bees: biology, conservation and human interactions. Cambridge: Harvard University Press. 340 pp.
- Olga E.; Fernández-González María F-G.; Carmen SM., 2012. Differentiation of Blossom Honey and Honeydew Honey from Northwest Spain. *Agriculture* 2: 25-37; doi: 10.3390/agriculture2010025.¹⁵¹
- ¹²⁶ Ortiz-Mora RA., Van Veen JW., Corrales G., Sommeijer MJ., 1995. Influence Of Altitude On The Distribution Of Stingless Bees (Hymenoptera Apidae: Meliponinae). *Apiacta* 4: 3p.
- Otis. GW.⁷⁷ 1996. Distributions of recently recognized species of honey bees (*Apis* spp.) in Asia. *J. Kansas Entomol. Soc.* Supp. 69: 311-333.
- Otis GW (1996) Distribution of recent recognized species of honey ¹⁹⁸ (Hymenoptera, Apidae: *Apis*) in Asia. *J. Kans. Entomol. Soc.* 69: 323-326
- Packer L, Genaro JA, Sheffield CS., 2007. The bee genera of Eastern Canada. *Can.J.Arthrop. Iden.* (3).
- ⁷¹ Padysakova E, Bartos M, Tropek R, Janecek S. 2013. Generalization versus Specialization in Pollination Systems: Visitors, Thieves, and Pollinators of *Hypoestes aristata* (Acanthaceae). *PLoS ONE* 8(4): e59299. doi:10.1371/journal.pone.0059299
- Pasquale GD.,⁷² Marion Salignon M., Yves Le Conte YL., Luc P. Belzunces LP., Decourtye A., Kretzschmar A., Suchail S., Brunet JL., Cédric Alaux C., 2013. Influence of Pollen Nutrition on Honey Bee Health: Do Pollen Quality and Diversity Matter. *Plos one.* 8 (Issue 8/e72016):1-14.
- Pereira⁴⁷ A., Morais MM., Gioli LD., Nascimento. FS., Rossi MA., Bego LR., 2006. Comparative Morphology Of Reproductive And Trophic Eggs In *Melipona* Bees (Apidae, Meliponini). *Braz. J. morphol. Sci.* 23(3-4), 349-354.

- POST. 2010. Insect pollination. [Internet]. The Parliamentary Office of Science and Technology 348:1-4. [cited 2010 September 22]. Available from <http://www.parliament.uk/documents/post/postpn348.pdf>.
- Prieto JC., Hidalgo PJ., Dominguez E., Galan C., 2003. Pollen Production in the Poaceae family. *Grana* 42: 153-160.
- Rachmawaty, M. 2011. Efektivitas beberapa uji pemalsuan madu kapuk. Skripsi Jurusan Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, IPB. Bogor.
- Rahimi A., Asadi. M., 2010. Morphological Characteristics of *Apis mellifera* meda (Hymenoptera: Apidae) in Saghez (West of Iran). *Natura Montenegrina. Podgorica*. 10(2): 101-107.
- Rasmussen C., 2008. Catalog of the Indo-Malayan/Australasian stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Zootaxa* 1935. Magnolia Press. 80 pp.
- Rasmussen.C., Camargo. JM., 2008. Amolecular phylogeny and the evolution of nest architecture and behavior in *Trigona* s.s. (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Apidologie* 39: 102-118. <http://dx.doi.org/10.1051/apido:2007051>.
- Rattanawanee A and Chanchao C., 2011. Bee Diversity in Thailand and the Applications of Bee Products. In Grillo O., 2011. *Changing Diversity in Changing Environment* p 133-162. InTech Europe. 392p. <http://www.intech-open.com/books/changing-diversity-in-changing-environment/bee-diversity-in-thailand-and-the-application-off-bee-products>.
- Rinderer TE, Koeniger N., Tingek S., Mardan M., dan Koeniger G., 1989. A morphological comparison of the cavity dwelling honeybees of Borneo *Apis koschevnikovi* (Buttel-Reepen, 1906) and *Apis cerana* (Fabricius, 1793). *Apidologie* 20: 405-411.
- Rinderer, T.E., B.P. Oldroyd, S. Wongsiri, H.A. Sylvester, L.I. de Guzman, S. Potichot, W.S. Sheppard, and S.L. Buchmann. 1993. Time of drone flight in four honey bee species in south-eastern Thailand. *J.Apic.Res.* 32: 27-33.
- Rinderer TE., BP Oldroyd, S Wongsiri, HA Sylvester, LI de Guzman, JA Stelzer dan RM Riggio. 1995. A Morphological comparison of the dwarf honey bees of Southeastern Thailand and Palawan, Philippines. *Apidologie* 26: 387-394.
- Rinderer TE., Oldroyd BP., Guzman LI-de., Wattanachaiyingchareon W., Wongsiri S. 2002. Spatial distribution of the dwarf honey bees in an

- 306
 159 agroecosystem in Southeastern Thailand. *Apidologie*. 33: 539-543.
- Robinson WS., 2012. Migrating Giant Honey Bees (*Apis dorsata*) Congregate Annually at Stopover Site in Thailand. *Plos one* 7(9):1-10.
- 81
 Roubik. DW., 2006. Stingless bee nesting biology. *Apidologie* 37: 124–143. DOI: 10.1051/apido:2006026
- 52
 Roy P., Leo R., Thomas SG., Varghese A., Sharma K., Prasad S., Bradbear N., Roberts S., Potts SG., Davidar P. 2011. Nesting requirements of the rock bee *Apis dorsata* in the Nilgiri Biosphere Reserve, India. *Tropical Ecology* 52(3): 285-291.
- 84
 Saberioon MM., Mardan M., Nordin L., Alias MS., and Gholizadeh A. 2010. Predict Location(s) of *Apis dorsata* Nesting Sites Using Remote Sensing and Geographic Information System in Melaleuca Forest. *Am. J. App. Sci.* 7(2): 252-259.
- 36
 Sakagami SF., 1982. Stingless bees. In: *Social Insects*, Vol. 3. (Herrman HR, ed). pp. 361-421. Academic Press: New York.
- Sakagami SF., Matsumura T., Ito K. 1980. *Apis Laboriosa* in Himalaya, the little known world largest honeybee (Hymenoptera, Apidae). *Insect a Matsumurana*. 19: 47-77.
- 70
 Salim HMW., Dzulkiply AD., Harrison RD., Fletcher C., Kassim AR., Potts MD. 2012. Stingless Bee (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) Diversity In Dipterocarp Forest Reserves In Peninsular Malaysia. *The Raffles Bulletin Of Zoology* 60(1): 213–219.
- 221
 Santas LA., 1983. Insects producing Honeydew Exploited By Bee in Greece. *Apidologie*. 14(2): 93-103.
- 207
 Schwarz HF., 1937. The Indo-Malayan species of *Trigona*. *Bull. Am. Hist.* 76: 83-141
- 103
 Simone-Finstrom. M., Spivak. M., 2010. Propolis and bee health: the natural history and significance of resin use by honey bees* *Apidologie* 41 295–311.
- 136
 Sirali C., Sengul T., and Yildiz I., 2003. Investigations on some morphological characteristics of the honey bees (*Apis mellifera* L.) of the Harran Plain Turkey. *Uludag bee Journal*.
- 205
 Smith DP. 2012. Key to workers of Indo-Malayan stingless bees . For use in the Stingless Bee Workshop 11th International Conference of the Asian Apicultural Association. Kuala Terengganu, Malaysia, 26-27 September and 28 September – 2 October, 2012.

- 102 Sommeijer MJ., De-Bruijn LLM., 2003. Why do workers of *Melipona favosa* chase their sister-gynes out of the nest? Proc. Exper. Appl. Entomol., Nev.Amster-dam. 14: 45-48.
- 104 Starr.CK., Schmidt PJ., Schmidt JO. 1987. Nest-site preferences of the giant bee, *Apis dorsata* (Hymenoptera: Apidae), in Borneo. Pan-pacific Eento. 63(1): 37-42.
- 206 Stephen WF. 1969. The Biology and External Morphology of Bees. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Corvallis. 144 p.
- 69 Streinzer M, Brockmann A, Nagaraja N, Spaethe J., 2013. Sex and caste-specific variation in compound eye morphology of five honeybee species. PLoS ONE 8(2) e57702.doi.10.1371/journal.pone.0057702.
- 218 Sung I-Hsin. 2012. Wild bees as crop pollinators in Taiwan. Sericulture and Apiculture Section, Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, COA, Miaoli 363, Taiwan ROC.
- 155 Syafrizal, Bratawinata AA., Sila M., Marji D., 2012. Jenis Lebah Kelulut (*Trigona* Spp.) Di Hutan Pendidikan Lempake.Mulawarman Scientifie, Volume 11(1): 11-18.
- 44 Takahashi J-I., Nakamura J., Sasaki M., Tingek S., dan Akimoto S-I. 2002. New haplotypes for the non-coding region of mitochondrial DNA in cavity-nesting honey bees *Apis koschevnikovi* and *Apis nuluensis*. Apidologie. 33: 25-31.
- 108 Tate JA.; Simpson. BB., 2004. Breeding system evolution an *Tarasa* (Malvaceae) and selection for reduced pollen grain size in the polyploid species. American Journ. Bot. 91(2): 207-213.
- 110 Tepedina VJ, Bowlin WR, Griswold TL 2006. Pollination biology of the endangered Blowout Penstemon (*Penstemon haydenii* S. Wats.: Scrophulariaceae) in Nebraska. Journal of The Torre Botanical Soc. 133(4): 548-559.
- 41 Thomas SG., Varghese A., Roy P., Bradbear N., Potts SG., and Davidar P. 2009. Characteristics of trees used as nest sites by *Apis dorsata* (Hymenoptera, Apidae) in the Nilgiri Biosphere Reserve, India. J. Trop. Ecol. (2009) 25:559–562.
- 55 Tingek, S., M. Mardan, T.E. Rinderer, N. Koeniger, G. Koeniger. 1988. Rediscovery of *Apis vechti* (Maa,1953): the Saban honeybee. *Apidologie* 19: 97-102.
- Tingek, S., G. Koeniger and N. Koeniger. 1996. Description of a new cavity

- dwelling species of *Apis* (*Apis nuluensis*) from Sabah, Borneo with note on its occurrence and reproductive biology (Hymenoptera, Apoidea, Apini). *Senckenbergiana Biologica* 76: 115-119.
- Tricahyadi W., Sumardi I., 2009. Analisis Letak Dan Bentuk Kelenjar Nektari Sebagai Data Primer Karakterisasi Dalam Sistematika Tumbuhan. P 650-655. Prosiding Seminar Nasional Biologi XX dan Kongres Perhimpunan Biologi Indonesia XIV: Peran Biologi dalam penyelamatan Biodiversitas Indonesia. Malang 24-25 Juli 2009.
- Trung LQ., Dung PX., Ngan TX. 1996. A scientific note on first report of *Apis laboriosa* F Smith, 1871 in Vietnam. *Apidologie*. 27: 487-488.
- Underwood B.A. (1990) Seasonal nesting cycle and migration patterns of the Himalayan honey bee *Apis laboriosa*, *Natl. Geogr. Res.* 6, 276–290.
- Van-Veen JW., Arce-Arce HG., Sommeijer MJ., 2004. Production of queens and drones in *Melipona beecheii* (Meliponini) in relation to colony development and resource availability. *PROC. NETH. ENTOMOL. SOC.* 15 :35-39
- Waller GD., 2013. Honey Bee Life History. <http://www.beesource.com/resources/usda/honey-bee-life-history>, diakses 18 November 2013.
- While A., 1979. Phylogeny and relationships among the genera and subgenera of the stingless bees (Meliponinae) of the world. *Rev. Biol. Trop.* , 27 (2) : 241 - 277.
- Wilkinson TL.; Ashford DA.; Pritchard J.; Douglas AE., 1997. Honeydew Sugars And Osmoregulation In The Pea Aphid, *Acyrtosiphon Pisum*. *The Journal of Experimental Biology* 200: 2137–2143.
- Wille A., 1983. Biology of Stingless bees. *Ann. Rev. Entomol.* 28: 41-64
- Wilms, W., V. L. Imperatriz-Fonseca, W. Engels. 1996. Resource partitioning between highly eusocial bees and possible impact of the introduced Africanized honey bee on native stingless bees in the Brazilian Atlantic rainforest. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 31: 137–151.
- Woyke J., Wilde J., Wilde M. 2001. A scientific note on *Apis laboriosa* winter nesting and brood rearing in the warm zone of Himalaya. *Apidologie* 32: 601-602
- Woyke J., Wilde J., Wilde M. 2003. Periodic mass flights of *Apis laboriosa* in Nepal. *Apidologie* 34:121–127.

- 78 Woyke J., Wilde J., Wilde M., Cervancia C., 2006. Abdomen flipping of *Apis dorsata breviligula* worker bees correlated with temperature of nest curtain surface. *Apidologie*. 37:501-505.
- Woyke J., Wilde J., Wilde M. 137 2012. Which mountain cliffs do *Apis laboriosa* honey bees select as nesting sites and why? *J. Apic. Res.* 51(2): 193-203.
- 98 Woyke J., Wilde J., Wilde M. 212. Swarming And Migration of *Apis dorsata* and *Apis laboriosa* Honey Bees In India, Nepal And Bhutan. *J. Apic. Sci.* 56:81-91.
- Wright R, Mulder P., 2013. 201 Honey Bees, Bumble Bees, Carpenter Bees, and Sweat Bees. Oklahoma Cooperative Extension Service . 7317: 1-4. <http://osufacts.okstate.edu>, diakses Agustus 2013

PENGENALAN PEMBELAJARAN TENTANG LEBAH MADU (HONEY BEES)

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

18%

INTERNET SOURCES

10%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	msaprudin.wordpress.com Internet Source	<1 %
2	uk.wikipedia.org Internet Source	<1 %
3	almubarokah.com Internet Source	<1 %
4	Submitted to Universitas Negeri Manado Student Paper	<1 %
5	www.aslialami.com Internet Source	<1 %
6	www.apimondia.com Internet Source	<1 %
7	jomblobee.blogspot.com Internet Source	<1 %
8	repository.unisba.ac.id Internet Source	<1 %
9	repository.unisba.ac.id:8080 Internet Source	<1 %

10	ejurnal.mercubuana-yogya.ac.id Internet Source	<1 %
11	Submitted to iGroup Student Paper	<1 %
12	www.faktailmiah.com Internet Source	<1 %
13	repository.uma.ac.id Internet Source	<1 %
14	earthjustice.org Internet Source	<1 %
15	eprints.undip.ac.id Internet Source	<1 %
16	www.zaidarawhoney.com Internet Source	<1 %
17	7tujuhcahaya.blogspot.com Internet Source	<1 %
18	www.fiitea.org Internet Source	<1 %
19	dickyfangidae24.blogspot.com Internet Source	<1 %
20	madunektar.blogspot.com Internet Source	<1 %
21	elisherbal.blogspot.com Internet Source	<1 %

22

www.zoo3.biozentrum.uni-wuerzburg.de

Internet Source

<1 %

23

zh.scribd.com

Internet Source

<1 %

24

ejournalunb.ac.id

Internet Source

<1 %

25

de.institut-fuer-bienenkunde.de

Internet Source

<1 %

26

digilib.unhas.ac.id

Internet Source

<1 %

27

www.agrobisnisinfo.com

Internet Source

<1 %

28

Mananya Phiancharoen. "Biology of Nesting",
Honeybees of Asia, 2011

Publication

<1 %

29

perpustakaan.poltekkes-malang.ac.id

Internet Source

<1 %

30

nl.wikipedia.org

Internet Source

<1 %

31

www.redalyc.org

Internet Source

<1 %

32

www.journalofnaturestudies.org

Internet Source

<1 %

33

Submitted to University of Edinburgh

Student Paper

<1 %

34

www.rudyct.com

Internet Source

<1 %

35

www.thaiscience.info

Internet Source

<1 %

36

jms.org.br

Internet Source

<1 %

37

ppjp.ulm.ac.id

Internet Source

<1 %

38

repository.unib.ac.id

Internet Source

<1 %

39

www.facebook.com

Internet Source

<1 %

40

B. P. Oldroyd, Morag J. Clifton, Siriwat Wongsiri, Thomas E. Rinderer, H. Allen Sylvester, Ross H. Crozier. "Polyandry in the genus *Apis* , particularly *Apis andreniformis*", *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 1997

Publication

<1 %

41

Sharma, Devinder, and Rakesh Kumar Gupta. "Management of Asian Honeybees", *Beekeeping for Poverty Alleviation and Livelihood Security*, 2014.

Publication

<1 %

- 42 sro.sussex.ac.uk Internet Source <1 %
-
- 43 Jerzy Woyke. "Temperature correlated dorso-ventral abdomen flipping of *Apis laboriosa* and *Apis dorsata* worker bees", *Apidologie*, 09/2004
Publication <1 %
-
- 44 Yuri Shinmura, Hisashi Okuyama, Takuya Kiyoshi, Chung-Ping Lin, Tatsuhiko Kadowaki, Jun-ichi Takahashi. "The complete mitochondrial genome and genetic distinction of the Taiwanese honeybee, *Apis cerana* (Hymenoptera: Apidae)", *Conservation Genetics Resources*, 2017
Publication <1 %
-
- 45 locus.ufv.br Internet Source <1 %
-
- 46 shyntaanisa.blogspot.com Internet Source <1 %
-
- 47 ojs3.uefs.br Internet Source <1 %
-
- 48 sciendo.com:443 Internet Source <1 %
-
- 49 lppm.ub.ac.id Internet Source <1 %

ms.m.wikipedia.org

50

Internet Source

<1 %

51

apihappy.fr

Internet Source

<1 %

52

azimpremjiuniversity.edu.in

Internet Source

<1 %

53

bowosiswandoko.blogspot.com

Internet Source

<1 %

54

Anna F.H. Modro, Izabel C. Silva, Cynthia F.P. Luz, Dejour Message. "Analysis of pollen load based on color, physicochemical composition and botanical source", *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 2009

Publication

<1 %

55

H. Tanaka, D.W. Roubik, M. Kato, F. Liew, G. Gunsalam. "Phylogenetic position of *Apis nuluensis* of northern Borneo and phylogeography of *A. cerana* as inferred from mitochondrial DNA sequences", *Insectes Sociaux*, 2001

Publication

<1 %

56

Kotthoff, Ulrich, Torsten Wappler, and Michael S. Engel. "Greater past disparity and diversity hints at ancient migrations of European honey bee lineages into Africa and Asia", *Journal of Biogeography*, 2013.

Publication

<1 %

57	e-journals.unmul.ac.id Internet Source	<1 %
58	Carlos Eduardo de Farias Silva, Ana Karla de Souza Abud, Izabelle Caroline Caetano da Silva, Nayana Pereira Andrade et al. "Acceptability of tropical fruit pulps enriched with vegetal/microbial protein sources: viscosity, importance of nutritional information and changes on sensory analysis for different age groups", Journal of Food Science and Technology, 2019 Publication	<1 %
59	meiditamizani.wordpress.com Internet Source	<1 %
60	Robinson, Willard S.. "Migrating Giant Honey Bees (<i>Apis dorsata</i>) Congregate Annually at Stopover Site in Thailand", PLoS ONE, 2012. Publication	<1 %
61	bbsagriculture.com Internet Source	<1 %
62	bio.unsoed.ac.id Internet Source	<1 %
63	protectyourrights.net Internet Source	<1 %
64	scic.psru.ac.th Internet Source	<1 %

65	checklist.pensoft.net Internet Source	<1 %
66	ejournal.unib.ac.id Internet Source	<1 %
67	researchprofile.canterbury.ac.nz Internet Source	<1 %
68	Submitted to Cardinal Stritch University Student Paper	<1 %
69	Streinzer, Martin. "Sexual dimorphism of the sensory systems in bees (Hymenoptera, Apoidea) and the evolution of sex-specific adaptations in the context of mating behavior", Universität Würzburg, 2013. Publication	<1 %
70	ir.xtbg.org.cn Internet Source	<1 %
71	theses.cz Internet Source	<1 %
72	Submitted to Kafkas Üniversitesi Student Paper	<1 %
73	digitalcommons.fiu.edu Internet Source	<1 %
74	ejurnal.undana.ac.id Internet Source	<1 %

75	eprints.ucm.es Internet Source	<1 %
76	mdhariyono.files.wordpress.com Internet Source	<1 %
77	Areej A. Al-Khalaf. "Modeling the potential distribution of the predator of honey bees, <i>Palarus latifrons</i> , in the Arabian deserts using Maxent and GIS", <i>Saudi Journal of Biological Sciences</i> , 2021 Publication	<1 %
78	Cleofas R. Cervancia. "Chapter 14 Management and Conservation of Philippine Bees", Springer Science and Business Media LLC, 2018 Publication	<1 %
79	blog.ub.ac.id Internet Source	<1 %
80	Michael Hrnecir, Camila Maia-Silva, Vinício Heidy da Silva Teixeira-Souza, Vera Lucia Imperatriz-Fonseca. "Stingless bees and their adaptations to extreme environments", <i>Journal of Comparative Physiology A</i> , 2019 Publication	<1 %
81	fedora.phaidra.univie.ac.at Internet Source	<1 %
82	haedarrauf.wordpress.com Internet Source	<1 %

<1 %

83

sci.bsru.ac.th

Internet Source

<1 %

84

Najmeh Sahebzadeh, Makhdzir Mardan, Abdul Manaf Ali, Soon Guan Tan, Nur Azura Adam, Wei Hong Lau. "Genetic Relatedness of Low Solitary Nests of *Apis dorsata* from Marang, Terengganu, Malaysia", PLoS ONE, 2012

Publication

<1 %

85

Submitted to Universiti Sains Malaysia

Student Paper

<1 %

86

bunghatta.ac.id

Internet Source

<1 %

87

coloss.org

Internet Source

<1 %

88

conservancy.umn.edu

Internet Source

<1 %

89

www.icimod.org

Internet Source

<1 %

90

www.lagamba.at

Internet Source

<1 %

91

www.src8.up.ac.th

Internet Source

<1 %

92	aob.oxfordjournals.org Internet Source	<1 %
93	ecampus.iainbatusangkar.ac.id Internet Source	<1 %
94	rumahmadu.com Internet Source	<1 %
95	www.ellinikomeli.gr Internet Source	<1 %
96	Anwar N. Khan, Anantanarayanan Raman, Kunjithapatham Dhileepan, Dennis S. Hodgkins. " Localization of feeding of (Hemiptera: Lecanodiaspididae) and supplementary biological notes: towards the biological management of the invasive tree (Fabales: Mimosoideae) in North-Eastern Australia ", <i>Annales de la Société entomologique de France (N.S.)</i> , 2014 Publication	<1 %
97	Joicelene Regina Lima da Paz, Camila Magalhães Pigozzo. "Biologia reprodutiva de <i>Ipomoea eriocalyx</i> (Convolvulaceae): espécie com distribuição restrita às regiões do leste do Brasil", <i>Rodriguésia</i> , 2013 Publication	<1 %
98	Jun-ichi Takahashi, Sureerat Deowanish, Hisashi Okuyama. "Analysis of the complete	<1 %

mitochondrial genome of the giant honeybee, *Apis dorsata*, (Hymenoptera: Apidae) in Thailand", Conservation Genetics Resources, 2017

Publication

99

diginole.lib.fsu.edu

Internet Source

<1 %

100

www.losangelescountybeekeepers.com

Internet Source

<1 %

101

Fabiana Soledad Ojeda, Patricia Susana Hoc, Beatriz Gloria Galati, Maria Teresa Amela García. "Ontogeny of the extrafloral nectaries of *Vigna adenantha* (Leguminosae, Phaseolae) and its relation with floral development", *Botanical Studies*, 2014

Publication

<1 %

102

José Javier G. Quezada-Euán. "Chapter 6 Reproduction", Springer Science and Business Media LLC, 2018

Publication

<1 %

103

Submitted to King Saud University

Student Paper

<1 %

104

Submitted to Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Student Paper

<1 %

105

Submitted to UC, Irvine

Student Paper

<1 %

106	Submitted to University of Florida Student Paper	<1 %
107	bacaterus.com Internet Source	<1 %
108	geneticetechnology.massey.ac.nz Internet Source	<1 %
109	madupropolistrigona.wordpress.com Internet Source	<1 %
110	Andrea D. WOLFE, Amy MCMULLEN - SIBUL, V. J. TEPEDINO, Laura KUBATKO, Timothy NECAMP, Susan FASSNACHT. " Conservation genetics and breeding system of (Plantaginaceae), a rare beardtongue endemic to oil shale talus in western Colorado, USA ", Journal of Systematics and Evolution, 2014 Publication	<1 %
111	Submitted to CONACYT Student Paper	<1 %
112	Makoto Kato, Atsushi Kawakita, Ryutaro Goto, Tomoko Okamoto et al. "Community-level plant–pollinator interactions in a Palaeotropical montane evergreen oak forest ecosystem", Journal of Natural History, 2021 Publication	<1 %
113	Tomas Bustamante, Stefan Fuchs, Bernd Grünewald, James D. Ellis. "A geometric	<1 %

morphometric method and web application
for identifying honey bee species (*Apis* spp.)
using only forewings", *Apidologie*, 2021

Publication

114	labs.biology.ucsd.edu Internet Source	<1 %
115	pondoklebah.com Internet Source	<1 %
116	repository.si.edu Internet Source	<1 %
117	Maritza Martins-Mansani, Márcia Regina Faita, Afonso Inácio Orth, Rubens Onofre Nodari. "Production of Honeydew by Scale Insects Associated with Bracatinga (<i>Mimosa scabrella</i> Benth) in Serra Catarinense, Southern Brazil", <i>Revista Brasileira de Entomologia</i> , 2021 Publication	<1 %
118	pbsociety.org.pl Internet Source	<1 %
119	repositorio.unesp.br Internet Source	<1 %
120	repository.unand.ac.id Internet Source	<1 %
121	scalenet.info Internet Source	<1 %

sudardjattanusukma.wordpress.com

122	Internet Source	<1 %
123	ur.zlibcdn2.com Internet Source	<1 %
124	www.researchtrend.net Internet Source	<1 %
125	Boris Baer. "Sexual selection in <i>Apis</i> bees", <i>Apidologie</i> , 04/2005 Publication	<1 %
126	José Javier G. Quezada-Euán. "Chapter 2 Nesting Biology", Springer Science and Business Media LLC, 2018 Publication	<1 %
127	Submitted to Multimedia University Student Paper	<1 %
128	Sarana Rose Sommano, Farhan M. Bhat, Malaiporn Wongkeaw, Trid Sriwichai, Piyachat Sunanta, Bajaree Chuttong, Michael Burgett. "Amino Acid Profiling and Chemometric Relations of Black Dwarf Honey and Bee Pollen", <i>Frontiers in Nutrition</i> , 2020 Publication	<1 %
129	agritrop.cirad.fr Internet Source	<1 %
130	epubs.icar.org.in Internet Source	<1 %

131	naturalis.fcnym.unlp.edu.ar Internet Source	<1 %
132	www.biotaxa.org Internet Source	<1 %
133	www.whitepropolis.tasikstore.com Internet Source	<1 %
134	H. R. Hepburn. "Absconding, Migration and Swarming", Honeybees of Asia, 2011 Publication	<1 %
135	M. S. Khan, Manish Kumar Yogi. "Chapter 14 Insect Crop Pollinators", Springer Science and Business Media LLC, 2017 Publication	<1 %
136	Submitted to University of Hertfordshire Student Paper	<1 %
137	hal-cnrs.archives-ouvertes.fr Internet Source	<1 %
138	maduyamanqta.blogspot.com Internet Source	<1 %
139	plantpro.uk.ac.ir Internet Source	<1 %
140	repository.uhn.ac.id Internet Source	<1 %
141	ubb.ac.id Internet Source	<1 %

142	www.annualreviews.org Internet Source	<1 %
143	www.gorkhabee.com.np Internet Source	<1 %
144	rd.springer.com Internet Source	<1 %
145	simdos.unud.ac.id Internet Source	<1 %
146	th.boell.org Internet Source	<1 %
147	uws.edu.au Internet Source	<1 %
148	www.rr-africa.oie.int Internet Source	<1 %
149	www.sarangmadumurni.com Internet Source	<1 %
150	archive-jcoagri.uobaghdad.edu.iq Internet Source	<1 %
151	bmcchem.biomedcentral.com Internet Source	<1 %
152	eprints.uny.ac.id Internet Source	<1 %
153	herbalsembuhsehat.wordpress.com Internet Source	<1 %

154	journals.itb.ac.id Internet Source	<1 %
155	medpub.litbang.pertanian.go.id Internet Source	<1 %
156	romapis.org Internet Source	<1 %
157	worldwidescience.org Internet Source	<1 %
158	www.accademiaentomologia.it Internet Source	<1 %
159	www.asialeds.org Internet Source	<1 %
160	www.scielo.sa.cr Internet Source	<1 %
161	anzdoc.com Internet Source	<1 %
162	hss.ulb.uni-bonn.de Internet Source	<1 %
163	naturalbeekeeping.com.au Internet Source	<1 %
164	nopr.niscair.res.in Internet Source	<1 %
165	www.uni-goettingen.de Internet Source	<1 %

166	Koetz, Anna. "Ecology, Behaviour and Control of <i>Apis cerana</i> with a Focus on Relevance to the Australian Incursion", <i>Insects</i> , 2013. Publication	<1 %
167	Robin F. A. Moritz, Edward E. Southwick. "Bees as Superorganisms", Springer Nature, 1992 Publication	<1 %
168	Submitted to University of Birmingham Student Paper	<1 %
169	apitherapy.blogspot.com Internet Source	<1 %
170	database.forda-mof.org Internet Source	<1 %
171	dergipark.ulakbim.gov.tr Internet Source	<1 %
172	doaj.org Internet Source	<1 %
173	fedorabg.bg.ac.rs Internet Source	<1 %
174	nanopdf.com Internet Source	<1 %
175	repozitorij.unios.hr Internet Source	<1 %
176	ruidera.uclm.es	

Internet Source

<1 %

177 septianatri.blogspot.com
Internet Source

<1 %

178 wiki.nus.edu.sg
Internet Source

<1 %

179 Ana C Soria. "Estimation of the honeydew ratio in honey samples from their physicochemical data and from their volatile composition obtained by SPME and GC-MS", Journal of the Science of Food and Agriculture, 04/15/2005
Publication

<1 %

180 Submitted to UC, San Diego
Student Paper

<1 %

181 agribozcute.wordpress.com
Internet Source

<1 %

182 indonesoa.blogspot.com
Internet Source

<1 %

183 we-didview.xyz
Internet Source

<1 %

184 www.biologi.lipi.go.id
Internet Source

<1 %

185 www.forda-mof.org
Internet Source

<1 %

186	www.ifacs.or.id Internet Source	<1 %
187	Alchemi Putri Juliantika Kusdiana, Afdholiatus Syafaah, Fetrina Oktavia. "RESISTENSI TANAMAN KARET KLON IRR SERI 300 TERHADAP PENYAKIT GUGUR DAUN CORYNESPORA", Jurnal Penelitian Karet, 2018 Publication	<1 %
188	digilib.uns.ac.id Internet Source	<1 %
189	ejournal.uncen.ac.id Internet Source	<1 %
190	journals.tubitak.gov.tr Internet Source	<1 %
191	jurnal.fp.uns.ac.id Internet Source	<1 %
192	repository.radenintan.ac.id Internet Source	<1 %
193	repository.unipa.ac.id:8080 Internet Source	<1 %
194	repository.upi.edu Internet Source	<1 %
195	slideplayer.info Internet Source	<1 %

196	sv.wikipedia.org Internet Source	<1 %
197	tailieu.vn Internet Source	<1 %
198	uknowledge.uky.edu Internet Source	<1 %
199	www.aribalpolen.com Internet Source	<1 %
200	zoologie.umons.ac.be Internet Source	<1 %
201	Submitted to Florida International University Student Paper	<1 %
202	P. Nyeko, G. Edwards-Jones, R.K. Day. "Honeybee, (Hymenoptera: Apidae), leaf damage on species in Uganda: a blessing or curse in agroforestry? ", Bulletin of Entomological Research, 2007 Publication	<1 %
203	Submitted to Politeknik Negeri Bandung Student Paper	<1 %
204	jspp.org Internet Source	<1 %
205	pei-pusat.org Internet Source	<1 %

206	www.munisentzool.org Internet Source	<1 %
207	Pollination Biology, 2012. Publication	<1 %
208	eprints.walisongo.ac.id Internet Source	<1 %
209	kykyfradyta.wordpress.com Internet Source	<1 %
210	repository.ugm.ac.id Internet Source	<1 %
211	www.quantim.ufz.de Internet Source	<1 %
212	L. GALETTO. "Floral Nectaries, Nectar Production Dynamics and Chemical Composition in Six Ipomoea Species (Convolvulaceae) in Relation to Pollinators", Annals of Botany, 08/01/2004 Publication	<1 %
213	Submitted to University of Liverpool Student Paper	<1 %
214	karyailmiah.unisba.ac.id Internet Source	<1 %
215	newzealandecology.org Internet Source	<1 %

216	ritaelfianis.com Internet Source	<1 %
217	toko-ikhtiyar.com Internet Source	<1 %
218	www.fftc.agnet.org Internet Source	<1 %
219	Rona Taula Sari. "FEEDING STRATEGY Drosophila melanogaster TERHADAP EKSTRAK Averhoa carambolla", Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA, 2016 Publication	<1 %
220	agua.org.mx Internet Source	<1 %
221	ddd.uab.cat Internet Source	<1 %
222	digilib.iain-jember.ac.id Internet Source	<1 %
223	e-journal.biologi.lipi.go.id Internet Source	<1 %
224	madutropisbrazil.wordpress.com Internet Source	<1 %
225	nn.wikipedia.org Internet Source	<1 %
226	plazaid.com Internet Source	<1 %

227	pusdatin.kemkes.go.id Internet Source	<1 %
228	biobulletin.com Internet Source	<1 %
229	btagallery.blogspot.com Internet Source	<1 %
230	elifesciences.org Internet Source	<1 %
231	negeriemas.wordpress.com Internet Source	<1 %
232	repository.ar-raniry.ac.id Internet Source	<1 %
233	www.bung-hatta.info Internet Source	<1 %
234	www.csmonitor.com Internet Source	<1 %
235	www.leutikaprio.com Internet Source	<1 %
236	Chinh, Tong X, Willem J Boot, and Marinus J Sommeijer. "Production of reproductives in the honey bee species <i>Apis cerana</i> in northern Vietnam", <i>Journal of Apicultural Research</i> , 2005. Publication	<1 %

237	Lukman Lukman, Gusti Hardiansyah, Sarma Siahaan. "POTENSI JENIS LEBAH MADU KELULUT (<i>Trigona</i> spp) UNTUK MENINGKATKAN EKONOMI MASYARAKAT DESA GALANG KECAMATAN SUNGAI PINYUH KABUPATEN MEMPAAWAH", JURNAL HUTAN LESTARI, 2021 Publication	<1 %
238	bagawanabiyasa.wordpress.com Internet Source	<1 %
239	dewiherbal.wordpress.com Internet Source	<1 %
240	e-jurnal.unisda.ac.id Internet Source	<1 %
241	erma123.blogspot.com Internet Source	<1 %
242	repository.unair.ac.id Internet Source	<1 %
243	www.animalwised.com Internet Source	<1 %
244	www.ibra.org.uk Internet Source	<1 %
245	www.igg.uni-bonn.de Internet Source	<1 %
246	www.littlehouseonthebighill.com	

<1 %

247 Ah Rha Wang, Jong Seok Kim, Min Jee Kim, Hye-Kyung Kim, Yong Soo Choi, Iksoo Kim. "Comparative description of mitochondrial genomes of the honey bee (Hymenoptera: Apidae): four new genome sequences and phylogeny using whole genomes and individual genes ", Journal of Apicultural Research, 2018

<1 %

Publication

248 Akhmad Endang Zainal Hasan, Heny Herawati, Purnomo Purnomo, Lathifah Amalia. "FISIKOKIMIA MADU MULTIFLORA ASAL RIAU DAN POTENSINYA SEBAGAI ANTIBAKTERI Escherichia coli DAN Staphylococcus aureus", CHEMISTRY PROGRESS, 2020

<1 %

Publication

249 avripribadi.wordpress.com

Internet Source

<1 %

250 citraindah-aquarium.blogspot.com

Internet Source

<1 %

251 cse.ffpri.affrc.go.jp

Internet Source

<1 %

252 dokumen.site

Internet Source

<1 %

253	dokumen.tips Internet Source	<1 %
254	gittha21.blogspot.com Internet Source	<1 %
255	hijamah-pengobatancaranabi.blogspot.com Internet Source	<1 %
256	imamutiarahima.blogspot.com Internet Source	<1 %
257	journal.unhas.ac.id Internet Source	<1 %
258	lppm.ibrahimiy.ac.id Internet Source	<1 %
259	periodicos.ufpb.br Internet Source	<1 %
260	repository.unhas.ac.id Internet Source	<1 %
261	smeru.or.id Internet Source	<1 %
262	windowsnesia.com Internet Source	<1 %
263	www.biotaneotropica.org.br Internet Source	<1 %
264	www.life.illinois.edu Internet Source	<1 %

265

www.uni-ulm.de

Internet Source

<1 %

266

Gurpreet Singh Makkar, Pardeep K. Chhuneja, Jaspal Singh. "Morphometric characterization of Apis species (Hymenoptera: Apoidea)", Vegetos, 2020

Publication

<1 %

267

Katherine Esau, Ray F. Evert, Susan E. Eichhorn, Rosemarie Langenfeld-Heyser et al. "Esau's Pflanzenanatomie", Walter de Gruyter GmbH, 2009

Publication

<1 %

268

Maykel Douglas Marchetti. "Degradação de ácido salicílico, cetoprofeno, diclofenaco, paracetamol e cafeína, pelo processo foto-Fenton mediado por ferrioxalato, irradiado com LEDs-UV", Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA), 2020

Publication

<1 %

269

Yadi Suryadi. "EFEKTIVITAS Pseudomonas fluorescens TERHADAP PENYAKIT LAYU BAKTERI (Ralstonia solanacearum) PADA TANAMAN KACANG TANAH", Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika, 2009

Publication

<1 %

270

agriculturproduct.blogspot.com

Internet Source

<1 %

271	amirulrosid.blogspot.com Internet Source	<1 %
272	balitek-agroforestry.org Internet Source	<1 %
273	boletim.sambio.org.br Internet Source	<1 %
274	charlybuchari.web.id Internet Source	<1 %
275	ciri-ci.blogspot.com Internet Source	<1 %
276	citeseerx.ist.psu.edu Internet Source	<1 %
277	dewisahidi.blogspot.com Internet Source	<1 %
278	doczz.fr Internet Source	<1 %
279	eprints.uns.ac.id Internet Source	<1 %
280	fitrasani.wordpress.com Internet Source	<1 %
281	jurnal.unej.ac.id Internet Source	<1 %
282	jurnal.untan.ac.id Internet Source	<1 %

283	kkp.go.id Internet Source	<1 %
284	lembursingkur.wordpress.com Internet Source	<1 %
285	lemlit.unpas.ac.id Internet Source	<1 %
286	lnadb4.asiandevbank.org Internet Source	<1 %
287	madumahkota.com Internet Source	<1 %
288	ngetik.id Internet Source	<1 %
289	nurhabliridwan.wordpress.com Internet Source	<1 %
290	ppid.mojokertokota.go.id Internet Source	<1 %
291	putratani.com Internet Source	<1 %
292	repository.umpalopo.ac.id Internet Source	<1 %
293	santriuolah.blogspot.com Internet Source	<1 %
294	simomot.com Internet Source	<1 %

295	skyscraperpage.com Internet Source	<1 %
296	www.kaskus.co.id Internet Source	<1 %
297	www.myfoodresearch.com Internet Source	<1 %
298	www.scielosp.org Internet Source	<1 %
299	Bárbara Nobrega Rodrigues. "Paisagem e redes de polinização: como manter a polinização na Mata Atlântica?", Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA), 2020 Publication	<1 %
300	D. Koedam, F. A. L. Contrera, A. de O. Fidalgo, V. L. Imperatriz-Fonseca. "How queen and workers share in male production in the stingless bee <i>Melipona subnitida</i> Ducke (Apidae, Meliponini)", <i>Insectes Sociaux</i> , 2005 Publication	<1 %
301	Saberioon. "Predict Location(s) of <i>Apis dorsata</i> Nesting Sites Using Remote Sensing and Geographic Information System in Melaleuca Foresti", <i>American Journal of Applied Sciences</i> , 2010 Publication	<1 %

302	Sarah E. Radloff. "Population structure and classification of <i>Apis cerana</i> ", <i>Apidologie</i> , 2010 Publication	<1 %
303	ejournal2.undip.ac.id Internet Source	<1 %
304	journal.ubb.ac.id Internet Source	<1 %
305	repo.unand.ac.id Internet Source	<1 %
306	repositorio.ufpb.br Internet Source	<1 %
307	sekilasherbal.blogspot.com Internet Source	<1 %
308	Engel, M. S., and T. R. Schultz. "Phylogeny and Behavior in Honey Bees (Hymenoptera: Apidae)", <i>Annals of the Entomological Society of America</i> , 1997. Publication	<1 %
309	Friedrich Ruttner. "Biogeography and Taxonomy of Honeybees", Springer Science and Business Media LLC, 1988 Publication	<1 %
310	JASMI, SITI SALMAH, DAHELMI, SYAMSUARDI. "Nesting Sites of <i>Apis cerana</i> Fabr. (Hymenoptera: Apidae) in Two Different Altitudes of Polyculture Plantations in West	<1 %

311 Joice J.I. Rompas, R. T.D. Maramis. <1 %
"PENGGUNAAN METODE QUEEN REARING
TERHADAP PEMBENTUKAN SEL RATU APIS
MELLIFERA UNTUK PENGEMBANGAN
PERLEBAHAN", ZOOTEK, 2015
Publication

312 dfsblog.wordpress.com <1 %
Internet Source

313 suryawardhana.wordpress.com <1 %
Internet Source

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

PENGENALAN PEMBELAJARAN TENTANG LEBAH MADU (HONEY BEES)

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

PAGE 67

PAGE 68

PAGE 69

PAGE 70

PAGE 71

PAGE 72

PAGE 73

PAGE 74

PAGE 75

PAGE 76

PAGE 77

PAGE 78

PAGE 79

PAGE 80

PAGE 81

PAGE 82

PAGE 83

PAGE 84

PAGE 85

PAGE 86

PAGE 87

PAGE 88

PAGE 89

PAGE 90

PAGE 91

PAGE 92

PAGE 93

PAGE 94

PAGE 95

PAGE 96

PAGE 97

PAGE 98

PAGE 99

PAGE 100

PAGE 101

PAGE 102

PAGE 103

PAGE 104

PAGE 105

PAGE 106

PAGE 107

PAGE 108

PAGE 109

PAGE 110

PAGE 111

PAGE 112

PAGE 113

PAGE 114

PAGE 115

PAGE 116

PAGE 117

PAGE 118

PAGE 119

PAGE 120

PAGE 121

PAGE 122

PAGE 123

PAGE 124

PAGE 125

PAGE 126

PAGE 127

PAGE 128

PAGE 129

PAGE 130

PAGE 131

PAGE 132

PAGE 133

PAGE 134

PAGE 135

PAGE 136

PAGE 137

PAGE 138

PAGE 139

PAGE 140

PAGE 141

PAGE 142

PAGE 143

PAGE 144

PAGE 145

PAGE 146

PAGE 147

PAGE 148

PAGE 149

PAGE 150

PAGE 151

PAGE 152

PAGE 153

PAGE 154

PAGE 155

PAGE 156

PAGE 157

PAGE 158

PAGE 159

PAGE 160

PAGE 161

PAGE 162

PAGE 163

PAGE 164

PAGE 165

PAGE 166

PAGE 167

PAGE 168

PAGE 169

PAGE 170

PAGE 171

PAGE 172

PAGE 173

PAGE 174

PAGE 175

PAGE 176

PAGE 177

PAGE 178

PAGE 179

PAGE 180
