

## Artikel Review

# Tanaman Berbunga Penghasil Pollen Sebagai Sumber Pakan Lebah

## *Flowering Plants that Produce Pollen as Food Source for Honeybees*

Netty Maria Naibaho<sup>\*1,2</sup>, Harlinda Kuspradini<sup>3</sup>, Syafrizal<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Hasil Perkebunan, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Samarinda, Indonesia

<sup>2</sup>Program Doktor Ilmu Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

<sup>3</sup>Laboratorium Kimia Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

<sup>4</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

\*Corresponding Author: maria\_nethy@yahoo.com

### Abstrak

Aroma bunga merupakan komponen penting dari repertoar sifat tanaman berbunga, yang digunakan untuk menarik perhatian lebah. Tujuan ulasan ini untuk menguraikan keadaan pengetahuan tentang pentingnya serbuk sari tanaman sebagai sumber pakan lebah dan pentingnya aroma bunga terkait aspek ekologi kimia pada perilaku lebah dalam mencari sumber pakan dalam mengumpulkan serbuk sari pada sarangnya. Komponen senyawa aktif yang terdapat dalam tanaman berbunga menunjukkan sifat daya tarik lebah terhadap bunga tersebut. Semakin tinggi nilai aromatikannya, maka semakin banyak lebah yang hinggap. Sehingga perlunya studi lanjut tentang sejauh mana aroma nektar dan serbuk sari secara langsung mempengaruhi komunikasi lebah di dalam sarang, dan perlu kajian pentingnya karakteristik nonvolatil dari nektar atau serbuk sari.

**Kata Kunci:** *Pollen*, tanaman berbunga, senyawa aromatik, dan *bee pollen*

### Abstract

*The scent of flowers is an essential part of a flowering plant's repertoire of features that is utilized to attract pollinators' attention. The aim of the review is to summarize the current state of knowledge about the importance of plant pollen as a source of bee food and the impact of floral scent on bee behavior in finding food sources and collecting pollen in their hives, as well as the impact of chemical ecology aspects on bee behavior in finding food sources and collecting pollen in their hives. Components of active chemicals found in flowering plants indicate that bees find these flowers appealing. The more bees that perch, the better the aromatic value.*

**Keywords:** *Pollen, flowering plants, volatile compound, bee pollen*

### 1. Pendahuluan

Lebah tanpa sengat merupakan hewan serangga bersayap yang dapat menghasilkan madu, *bee pollen* dan propolis yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang untuk kesehatan dan kesejahteraan manusia. Untuk mewujudkan hal tersebut, pemeliharaan lebah sangat penting untuk menghasilkan produk-produk turunan dari lebah. Ketersediaan sumber pakan seperti nektar dan *pollen* (tepung sari) dihasilkan oleh tanaman berbunga yang memiliki aroma khas yang dapat menarik perhatian lebah untuk hinggap. Masa pembungaan tanaman pada umumnya bersifat musiman. Kondisi ini menyebabkan lebah madu mengalami kelangkaan pangan pada saat tertentu, karena makanan lebah khususnya *pollen* (tepung sari) hanya dapat diperoleh dari bunga. Apabila masa pembungaan pendek, selain produksi madu sedikit, juga dapat

menyebabkan koloni pindah. Sebaliknya, apabila masa pembungaan tanaman cukup panjang maka produksi produk lebah seperti madu, propolis dan *bee pollen* yang dihasilkan lebih tinggi. Kuantitas dan kualitas *bee pollen* yang dikumpulkan oleh lebah berkaitan erat dengan jenis vegetasi dan ketersediaan sumber daya bunga.

*Bee pollen* adalah hasil aglutinasi dari serbuk sari bunga biji-bijian oleh lebah madu pekerja, menggunakan nektar (dan/atau madu) dan zat *saliva*, dan dikumpulkan di pintu masuk sarang dan digunakan sebagai sumber makanan utama untuk sarang (Muñoz *et al.* 2020; Gomes *et al.* 2021). Proses ini memfasilitasi pelekatan serbuk sari ke *corbicula* mencari makan lebah dan transportasi ke koloni. *Bee pollen* mengandung 200 zat aktif (Komosinska-Vassev *et al.*, 2015), terdiri dari protein, asam amino, lipid, serat, enzim, mineral, gula dan

vitamin (Sattle *et al.*, 2015; Bogdanov, 2015). Komposisi ini membuat serbuk sari penting untuk memberi makan induk serta untuk pemeliharaan koloni lebah. Oleh karena itu tanaman berbunga sebagai sumber pakan lebah harus tersedia dalam jumlah yang cukup dan masa pembungaan berkesinambungan agar koloni lebah memproduksi secara optimal (Agussalim dkk. 2017; Vaudo *et al.*, 2015). Hampir semua jenis tanaman berbunga dapat menghasilkan nektar dan serbuk sari sebagai sumber pakan lebah, seperti dari keluarga Lamiaceae, Polygonaceae, Papilionaceae, Anacardiaceae, Arecaceae, Solanaceae, Fabaceae, Myrtaceae, Fabaceae, Combretaceae, Oleaceae, Malvaceae dan lainnya. Komponen senyawa aktif yang terdapat pada aroma bunga memungkinkan sebagai dasar daya tarik lebah dalam proses pencarian sumber pakan. Namun, kurangnya informasi yang dapat diandalkan tentang jenis serbuk sari dari tanaman berbunga yang memiliki aroma khas oleh lebah membatasi pengetahuan kita tentang sumber pakan lebah. Paper ini bertujuan untuk mengetahui serbuk sari tanaman berbunga, pengumpulan nektar dan serbuk sari tanaman, dan cara lebah mencari nektar atau serbuk sari secara efektif kaitannya dengan senyawa aktif tanaman berbunga.

## 2. Serbuk Sari Tanaman

Serbuk sari merupakan struktur reproduksi jantan (spermatisit) yang diproduksi oleh tanaman berbunga (angiospermae) dan gymnospermae yang berperan penting dalam perbanyakan seksual. Serbuk sari diproduksi dan dilepaskan oleh kepala sari, dan tergantung pada bentuk bunganya, serbuk sari dapat lebih atau kurang dapat diakses oleh pengunjung bunga. Untuk menjalankan fungsinya, setiap butir serbuk sari membawa berbagai nutrisi yang diperlukan untuk kelangsungan hidup dan fusi gamet betina serta mengandung senyawa *polifenol* yang berperan sebagai protektif (Denisow & Denisow-Pietrzyk. 2016). Serbuk sari tanaman *anemophilous* dengan cara penyerbukan angin (seperti tanaman berbunga zaitun, dan kastanye) mengandung alergen yang dapat menyebabkan pollinosis manusia dengan gejala alergi parah

(misalnya; asma, demam berbahaya, kulit ruam) (Neziri-Ahmetaj *et al.* 2013). Sebaliknya, serbuk sari tanaman spesies *entomophilous* (penyerbukan serangga) dikumpulkan oleh berbagai spesies lebah madu (*Apis* sp.) dimanfaatkan sebagai makanan yang sangat berharga (Denisow & Denisow-Pietrzyk. 2016). Serbuk sari segar memiliki kandungan protein, asam amino, karbohidrat, lipid, termasuk sterol yang menjadikan varietas polen dapat diklasifikasikan berdasarkan kandungan nitrogen, komposisi asam amino dan persentase bahan kering kandungan pati, gula, lipid, dan kandungan vitamin serta elemen mineral (esensial atau non esensial) (Kacaniova *et al.* 2013; Komosinska-Vashev *et al.* 2015). Namun, profil kimia dari serbuk sari berbeda-beda tergantung sumber botani serbuk sari, daerah, proses penyerbukan dan faktor internal dan eksternal serbuk sari tanaman tersebut.

## 3. Pengumpulan Nektar dan Serbuk Sari Tanaman

Sebagian besar bunga spesies tanaman merupakan *hermafrodit* karena pengumpulan nektar dan serbuk sari sering terjadi secara bersamaan. Namun, lebah yang mencari makan hanya dapat mengumpulkan satu sumber daya, seperti nektar atau serbuk sari. Lebah dapat mengumpulkan serbuk sari dalam bentuk dan ukuran kecil karena mudah dibawa kesarangnya. Saat mengumpulkan pollen, lebah pekerja harus mengunjungi 50-1.000 bunga agar proses produksi koloni berlangsung secara bertahap. Lebah membawa tubuhnya ke setiap bunga mekar berulang kali sehingga serbuk sari menempel pada bulu-bulu tubuhnya, terutama di bagian dada. Intensitas atau laju pengumpulan serbuk sari koloni lebah madu ditentukan oleh sejumlah faktor. Secara umum, 25% pekerja lapangan mengembalikan serbuk sari ke sarang, 58-60% mengangkut nektar, dan sisanya membawa nektar dan serbuk sari dalam satu koloni (Minarti, 2010). Contoh jenis tanaman yang menghasilkan serbuk sari yang banyak dan berukuran kecil atau besar adalah buah kiwi *Actinidia deliciosa* A. Chev (Chetanchedambar *et al.* 2017), sedangkan kapas *Gossypium hirsutum* L (Hamidi *et al.* 2018), merupakan butiran serbuk sari *echinate* besar yang tidak dapat dibawa oleh lebah madu dengan kaki

belakangnya karena ukurannya yang besar. Lebah *Apis mellifera* mengumpulkan serbuk sari dalam jumlah yang besar dari tanaman famili *Arecaceae* yang merupakan spesies yang berbunga sepanjang tahun dalam menghasilkan *bee pollen* (Alves dan Santos 2018). Selanjutnya, preferensi untuk mencari makan serbuk sari biasanya ditentukan secara genetik, namun pekerja lebah madu dapat menyesuaikan perilaku mencari makan mereka tergantung pada mekanisme komunikasi dan pembelajaran untuk beradaptasi dengan lingkungan dan tuntutan koloni.

#### 4. Komponen Aromatik Tanaman Yang Menarik Perhatian Lebah

Lebah madu memenuhi kebutuhan sumber pakannya melalui teknik komunikasi satu sama lain dengan dua cara: komunikasi secara fisik melalui visual (komunikasi melalui pertukaran makanan dan sekresi dari mulut kemulut) dan komunikasi kimiawi melalui *feromon* dan/atau bau yang mengirimkan informasi penting kepada anggota koloni lebah madu. Lebah pekerja biasanya akan mengingat area dan karakteristik sumber makanan, seperti serbuk sari yang berasal dari tanaman aromatik, dimana lebah akan tertarik dengan aroma bunga meskipun dalam jarak yang jauh (Carvalho *et al.* 2014). Aroma bunga tidak hanya untuk mencari tanaman sebagai sumber pakan tetapi mempengaruhi perilaku lebah pekerja untuk mencari makanan yang efektif (Dotterl and Vereecken. 2010). Aroma bunga berdampak pada interaksi, komunikasi dan perekrutan antara lebah pekerja yang kembali dan pekerja yang tidak aktif di koloni lebah madu (Molet *et al.* 2009). Setiap koloni mungkin mencari makan pada bunga yang berbeda dan dengan demikian memperoleh bau yang berbeda yang pada akhirnya akan menghasilkan perkembangan pola spesifik koloni dari aroma bunga (Dotterl & Vereecken. 2010). Lebah madu dapat mendeteksi sumber pakan pada radius 80 km<sup>2</sup>, jika sumber serbuk sari atau nektar berlimpah maka radius yang ditempuh sekitar 2 km<sup>2</sup> disekitar sarang dan 90% lebah pekerja mengumpulkan serbuk sari dalam radius kurang dari 5 km<sup>2</sup> dari sarang (Steffan-Dewenter & Kuhn, 2003; Beekman & Ratnieks, 2000). Lebah *Tetragonula carbonaria* dan *Apis mellifera Linnaeus* dapat

menjangkau sumber nektar/serbuk sari tanaman pada radius 300 dan 712 meter (Smith *et al.* 2016). Kandungan senyawa *flavonoid* dan *fenol* dalam serbuk sari dapat meningkatkan daya tarik lebah berdasarkan kualitas dan kuantitas serbuk sari atau nektar yang tersedia. Selain itu, ciri-ciri bunga seperti aroma, warna, dan bentuk, memungkinkan pembelajaran dan pengenalan lebah dalam mencari makan secara efektif (Dotterl & Vereecken. 2010). Jenis tanaman bunga yang menyediakan sedikit serbuk sari atau nektar akan segera ditinggalkan oleh lebah, namun sebaliknya, jika memiliki sumberdaya yang lebih maka lebah akan berulang kali kembali ke bunga tersebut. Walaupun serbuk sari memiliki kandungan protein tinggi bukan berarti menjadi jaminan bahwa tanaman yang memiliki protein tinggi dapat meningkatkan selera lebah. Faktor penting dalam pengumpulan serbuk sari tergantung dari tingkat daya terima lebah terhadap senyawa aromatik yang terdapat didalam tanaman. Sehingga area tanaman berbunga yang memiliki senyawa yang unik menjadi target lebah pekerja sebagai sumber pangan yang berkualitas.

Ketertarikan pada serbuk sari bunga merupakan salah satu ciri yang mendorong lebah untuk mengunjungi bunga. Seperti lebah sengat *trigona* mengunjungi serbuk sari yang berwarna merah, kuning, putih, jingga, dan ungu (Pratama *et al.* (2018). *Tetragona sapiens*, lebah tak bersengat yang berbeda, memperoleh serbuk sari paling banyak dari bunga berwarna kuning *Cucumis sativus* (Suhri *et al.* 2020). Selain itu, lebah mengumpulkan serbuk sari dari tanaman *Tetragona laeviceps* berwarna krem, oranye, atau kuning (Agus *et al.* 2019). Serbuk sari yang berwarna kuning merupakan 98,95% berasal dari tanaman *Mimosa gemmulata* (Mimosaceae), sedangkan serbuk sari berwarna coklat sebesar 89.84 % berasal dari tanaman family *Fabaceae* (Silva *et al.* 2006). Fitur morfologi serbuk sari pada berbagai jenis tanaman berbunga menunjukkan hasil yang beragam. Jenis bukaan, bentuk, ornamen eksin, dan ukuran beberapa serbuk sari berbeda ke serbuk sari lainnya tergantung pada tingkat kematangan serbuk sari. Perbedaan warna pada serbuk sari akan mempengaruhi komponen kimia atau bioaktif dari serbuk sari tersebut.

**Tabel 1.** Jenis-jenis tanaman berbunga dan senyawa aktif yang berperan menarik perhatian lebah dalam mencari sumber pakan yang efektif

Jenis tanaman	Senyawa aktif yang berperan dalam tanaman	Reference
<i>Jasminum officinale</i> (Oleaceae)	Benzil acetat, methyl salisilat, jasmone, linalol, neurol idol, dan indole	Suyanti, <i>et al.</i> (2003)
Rubus (Rosaceae)	Aroma terpenoid seperti trans- $\beta$ -ocimene.	
Ranunculus (Ranunculaceae)		
<i>Chamaedora linearis</i> (Arecaceae)		
<i>Listera ovata</i> (Orchidaceae)	Linalool dan trans- $\beta$ -ocimene	
<i>Ceratonia siliqua</i> (Leguminosae)	Linalool dan oksidanya	
Palem <i>Geonoma macrostachys</i> (Arecaceae)	Trans-farnesene	
Carum (Apiaceae)	Campuran terpen seperti trans- $\beta$ -farnesene, -caryophyllene, dan limonene,	
Willow (Salix, Salicaceae)	Benzenoid, eter benzenoid (1,4-dimetoksi benzena) disertai representasi dari berbagai terpenoid	Dobson (2006)
<i>Filipendula vulgaris</i> (Rosaceae)	2-feniletanol, bersama dengan beberapa volatil daun hijau	
Trimenia (Trimeniaceae),	2-feniletanol diikuti oleh 8-heptadesen	
Angelica (Apiaceae)	terpenoid dan benzenoid	
<i>Daphne mezereum</i> (Thymelaeaceae)	Linalool dan trans- $\beta$ -ocimene disertai dengan beberapa benzenoid (misalnya, benzaldehida, benzil alkohol).	
<i>Platanthera stricta</i> (Orchidaceae)	Monoterpenoid (terutama aldehida ungu dan alkohol, dan -pinene)	
<i>Andrena vaga</i>	1,4-Dimethoxybenzene	
<i>Andrena</i> spp., <i>Colletes cunicularius</i>	Linalool	
Semua jenis tanaman berbunga	p-Anisaldehyde, Phenylacetaldehyde	Dotterl and Vereecken (2010)
<i>Peponapis pruinosa</i>	1,2,4-Trimethoxybenzene	
Citrus (Rutaceae)	Terpen dan terpenoid	Germana, (2013)
Narcissus (Amaryllidaceae)	3,4,5- Trimethoxytoluene	
Malvaceae, Orchidaceae, and Valerianaceae	3,4-dimethoxytoluene	El-Sayed (2011)
Amaryllidaceae, Annonaceae, Araceae, Asteraceae, Oleaceae, and Orchidaceae	2-Methoxy-4-methylphenol (p-cresol)	Braun <i>et al.</i> (2011); El-Sayed (2012)
<i>Mentha Spicta</i> L., <i>Origanum vulgare</i> L. and <i>Thymus vulgaris</i> L (Lamiaceae)	Menthol dan thymol	Mehrnia, <i>et al.</i> (2017)

Nektar dan serbuk sari merupakan bentuk antibiotic sumber terpen tanaman. Kandungan golongan terpen dalam nektar dan serbuk sari memungkinkan lebah menyukai tanaman tersebut. Lebah pekerja dapat membedakan bau campuran daun dan

bunga dari kemotipe tanaman yang berbeda, misalnya senyawa *carvacrol* atau *thymol* dari chemotype *Majorana syriaca*, yang mungkin membantu pengambilan keputusan untuk mencari makan yang efektif (Wiese et al, 2018). Tidak semua kemotipe bunga yang

berbeda dapat dipisahkan, hal ini dikarenakan aroma foral kultivar setiap jenis tanaman berbeda baik dari segi fungsi intensitas dan senyawa kimia yang berhubungan dengan senyawa aromatik. Menurut Wright *et al.* (2013), menyatakan bahwa lebah madu mampu menggunakan semua zat *volatil* foral untuk membedakan varians dalam aroma yang dihasilkan. Berdasarkan eksperimen laboratorium menunjukkan bahwa lebah dapat belajar membedakan aroma yang sangat mirip pada semua jenis sumber tanaman berbunga sebagai sumber makanan dan dapat membedakan konsentrasi yang lebih tinggi atau lebih rendah dari aroma tanaman tertentu (Ditzen *et al.* 2003).

*T. vulgaris* sebagai tanaman bunga aromatik berwarna merah muda atau putih serta batang berkayu memiliki karakteristik terpenes (seperti senyawa *carvacrol* dan *timol*) yang berbeda, dimana lebah madu pekerja atau pengumpul serbuk sari dapat membedakannya dengan baik. Hal ini berarti bahwa lebah (pencari makan) dapat membedakan antara kemitope dan nektar yang disimpan oleh jenis lebah perawat. Respon fisiologis diuji pada lebah pekerja dan lebah yang baru muncul dengan menggunakan antena elektroantenografi. Kedua lebah merespon *geraniol* dan *trans-sabinene* lebih tinggi dibandingkan dengan *carvacrol* dan *timol*. Senyawa *geraniol* dan *geranyl acetate* dalam serbuk sari tanaman menimbulkan respon tertinggi, karena *geraniol* merupakan senyawa utama dari *feromon* dan madu lebah dapat mendeteksi senyawa yang memiliki sensitivitas tertinggi. *Feromon* ini juga mengandung senyawa yang dikenal tersebar luas dalam aroma bunga (1,8-cineole, (E,E)-farnesol, (Z)- $\beta$ -ocimene), dengan 1,8-cineole yang terbukti paling penting dalam perekrutan lebah (Mena Granero *et al.* 2005).

Terpen produk *thyme* yang dapat dimakan lebah (terutama dari serbuk sari) menghasilkan aktivitas antibiotik yang efektif dan dapat dideteksi dengan tingkat respons yang berbeda oleh antena lebah madu (Wiese *et al.*, 2018). Lebah madu diasumsikan mampu membedakan antara terpen foral yang berbeda dan konsentrasi yang bervariasi. Pada (tabel 1) menunjukkan perbedaan jenis tanaman dengan senyawa aromatik yang berbeda-beda, hal ini menjadi

perhatian lebah dalam mencari makanan yang efektif pada koloninya.

## 5. Kesimpulan

Aroma bunga merupakan hal yang sangat penting terhadap aspek ekologi kimia dan perilaku lebah dalam mencari sumber makanan. Pentingnya aroma bunga akan berdampak pada daya tarik lebah pada jarak jauh maupun jarak pendek pada bunga. Senyawa aktif yang terdapat dalam serbuk sari akan menjadi perhatian lebah dalam kontribusi keberhasilan mencari makan koloni lebah yang efektif, tetapi juga membantu meningkatkan efisiensi mencari makan, sehingga pertumbuhan dan kebugaran reproduksi koloni lebah dapat berkembang biak dengan baik. Namun, tidak semua tanaman dapat menghasilkan aroma yang baik, sehingga aroma bunga yang diserap oleh lebah seringkali rendah. Studi lebih lanjut diperlukan untuk menentukan sejauh mana aroma nektar dan serbuk sari secara langsung mempengaruhi komunikasi lebah di dalam sarang, dan perlu menguji pentingnya karakteristik *non-volatil* dari nektar atau serbuk sari (Misalnya: komposisi asam amino, kandungan fenolik dan lipid serbuk sari), yang dapat dideteksi oleh lebah pekerja selama *trofalaksis* dan mengisap serbuk sari yang menempel dengan sukses.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus A, Agussalim., Umami N., & Budisatri I.G.S. (2019). Effect of different beehives size and daily activity of stingless bee *Tetragonula laeviceps* on bee-pollen production. *Bul Peternak* 43:242-246.
- Agussalim., Agus A., Umami N. & Budisatria I.G.S. (2017). Variation of Honeybees Forages as Source of Nectar and Pollen Based on Altitude in Yogyakarta. *Bulletin of Animal Science*, doi: 10.21059/buletinpeternak.v41i4.13593.
- Alves R.F., & Santos F.A.R. (2018). Pollen foraged by bees (*Apis mellifera* L.) on the Atlantic forest of Bahia, Brazil. *Palynology* 43:523–529. <https://doi.org/10.1080/01916122.2018.1472146>.
- Braun M., Dötterl S., & Gottsberger G. (2011). Absence of pollinators and

- apomictic fruit production in an Atlantic rainforest population of *Cymbopetalum brasiliense* (annonaceae). *Plant Syst Evol* 296:265– 273. doi:10.1007/s00606-011-0493-4.
- Bogdanov, S. (2015). Pollen: Production, Nutrition and Health: A Review, *Product Science*, [online] <http://www.bee-hexagon.net/files/fileE/Health/PollenBook2Review.pdf> (accessed on 16 December 2022).
- Beekman M & Ratnieks F.L.W. (2000). Long-range foraging by the honey-bee, *Apis mellifera* L. *Functional Ecology* 14(4):490 – 496. doi: 10.1046/j.1365-2435.2000.00443.x.
- Carvalho A.T., Dötterl S., & Schindwein C. (2014). An aromatic volatile attracts oligolectic bee pollinators in an interdependent bee-plant relationship. *Journal Chem Ecol* vol, 40 (10):1126-34. doi: 10.1007/s10886-014-0510-5.
- Chetanchidambar., Negi N & Pant S.C. (2017). Pollen Studies in Kiwifruit (*Actinidia Deliciosa* Chive.). *International Journal of Agricultural Science and Research (IJASR)*, Vol. 7, Issue 2, 15-22.
- Denisov B., & Denisow-Pietrzyk M. (2016). Biological and therapeutic properties of bee pollen: a review. *J Sci Food Agric.* (wileyonlinelibrary.com).doi:10.1002/jsfa.7729.
- Ditzen M., Evers J., & Galizia C.G. (2003). Odor Similarity Does Not Influence the Time Needed for Odor Processing. *Chem. Senses* 28: 781–789. doi: 10.1093/chemse/bjg070.
- Dobson Heidi E.M. (2006). Relationship between Floral Fragrance Composition and Type of Pollinator. Section IV. <https://sci-hub.hkvisa.net/10.1201/9781420004007.sec4>.
- Dotterl S., & Vereecken N.J. (2010). The chemical ecology and evolution of bee–flower interactions: a review and perspectives. *Can. J. Zool.* 88: 668–697 (2010) doi:10.1139/Z10-031.
- El-Sayed A.M. (2011). The pherobase: Database of pheromones and semiochemicals. Available at <https://www.pherobase.com/>. Diakses tanggal 10 Januari 2022.
- Gomes A.N.P., Camara C.A., Sousa A.dS., dos Santos D.A.R., Filho P.C.S., Dorneles G.P., Romão P.R.T., & Silva T.M.S. (2021). Chemical Composition of Bee Pollen and Leishmanicidal Activity of Rhusflavone. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. <https://doi.org/10.1007/s43450-021-00130-z>
- Germana M.A., Aleza P., Carrera E., Chen C, Chiancone B., *et al.* (2013). Cytological and molecular characterization of three gametoclones of *Citrus clementina*. *BMC Plant Biology*, BioMed Central, VOL 13, doi: 10.1186/1471-2229-13-129. hal-02644644.
- Hamidi A., Bazdi K.G., & Jafari Y., (2018). Evaluation of Morphological Characteristics of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) New Genotypes in Golestan Province. *Journal of Crop Breeding*. Volume 10, Issue 27 (11-2018).
- Kacaniova. M., Rovna. K., Arpasova. H., Hleba. L., Petrova. J., Hascik d. P., & Stricik. M. (2013). The effects of bee pollen extracts on the broiler chicken's gastrointestinal microflora. *Research in Veterinary Science*, 34-37. doi: 10.1016/j.rvsc.2013.02.022.
- Komosinska-Vassev, K., Olczyk P., Kaźmierczak J., Mencner L., & Olczyk K. (2015). Bee Pollen: Chemical Composition and Therapeutic Application, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015. doi: 10.1155/2015/297425.
- Muñoz E., Velásquez P., Rodriguez K., Montenegro G., & Giordanoet A. (2020). Influence of *Brassica campestris* and *Galega officinalis* on antioxidant activity of bee pollen. *Rev Bras Farmacogn* 30:444–449. <https://doi.org/10.1007/s43450-020-00065-x>
- Minarti S. (2010). Ketersediaan Tepungsari dalam Menopang Perkembangan Anakan Lebah Madu *Apis mellifera* K. Areal Randu (Ceiba pentandra) dan Karet (*Hevea brasiliensis*). *J. Ternak Tropika* Vol. 11, No.2:-54-60.
- Mena Granero, A.M., Sanz, J.M.G., Gonzalez, F.J.E., Vidal, J.L.M., Dornhaus, A., Ghani, J., Serrano, A.R., & Chittka, L. (2005). Chemical compounds of the foraging recruitment

- pheromone in bumblebees. *Naturwissenschaften*, 92(8): 371–374. doi:10.1007/s00114-005-0002-0. PMID:16049691.
- Mehrnia M.A., Bashti A & Nasab H.M. (2017). Chemical Composition and Antioxidant Properties of some Species of Lamiaceae Family from Iran. *Journal of Medicinal Plants and By-products*. vol 2: 125-130.
- Neziri-Ahmetaj L., Neziri A., & Fatime K. (2013). From pollinosis to digestive allergy. *Food Allergy and Anaphylaxis Meeting*, Volume 3 Supplement 3. <https://ctajournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/2045-7022-3-S3-P31>.
- Pratama P. N. E., Watiniasih N.L., & Ginantra I.K. (2018). Perbedaan Ketinggian Tempat Terhadap Jenis Polen Yang Dikoleksi Oleh Lebah Trigona. *Jurnal Biologi Udayana*, 22 (1) : 42-48.
- Sattler J.A.G., Melo I.L.P., Granato D., Araújo E., Freitas A.D.S., Barth O.M., & Almeida-Muradian L.B. (2015). Impact of origin on bioactive compounds and nutritional composition of bee pollen from southern Brazil: A screening study, *Food Food Research International*, 77: 82-91. doi: 10.1016/j.foodres.2015.09.013.
- Silva T. M., Camara, C., Lins, A., Barbosa-Filho, J., Silva, E., Freitas, B., & Santos, F. (2006). Chemical composition and free radical scavenging activity of pollen loads from stingless bee *Melipona subnitida* Ducke. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 507-511. doi:10.1016/j.jfca.2005.12.011.
- Suyanti., Prabawati S, & Sjaifullah. (2003). Sifat Fisik dan Komponen Kimia Bunga Melati *Jasminum officinale*. *Buletin Plasma Nutfah* Vol.9 No.2.
- Smith J.P., Tim A., Heard., Beekman M., & Gloag R. (2016). Flight range of the Australian stingless bee *Tetragonula carbonaria* (Hymenoptera: Apidae). *Austral Entomology*. doi: 10.1111/aen.12206.
- Suhri I., Hashifah F.N., & Soesilohadi R.C.H. (2020). Pollen collected by stingless bee *Tetragonula sapiens* cockerell (Apidae: Meliponini) in organic farm land. *AIP Conference Proceedings* 2260:020008. doi:10.1063/5.0016393.
- Steffan-Dewenter I., & Kuhn A. (2003). Honeybee foraging in differentially structured landscapes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 270(1515):569-75. DOI: 10.1098/rspb.2002.2292.
- Vaudo A.D., Patcha H.M., David A., Mortensen., Tooker J.F., & Grozinger C.M. (2015). Macronutrient ratios in pollen shape bumble bee (*Bombus impatiens*) foraging strategies and floral preferences. <https://www.pnas.org/content/pnas/113/28/E4035.full.pdf>. (diakses online 20 Januari 2022).
- Wiese N., Fischer J., Heidler J., Lewkowski O., Degenhardt J., & Erler S. (2018). The terpenes of leaves, pollen, and nectar of thyme (*Thymus vulgaris*) inhibit growth of bee disease-associated microbes. *SciEntific REPOrTS*, 8:14634 doi:10.1038/s41598-018-32849-6.
- Wright, G., Baker D. D., Palmer M. J., Stabler d., Mustard j., Power E.F., Borland A.M & Stevenson P.C. (2013). Caffeine in floral nectar enhances a pollinator's memory of reward. *Science* 339:1202–1204.