

REVIEW: PREFERENSI TUMBUHAN YANG MENGANDUNG NEKTAR, POLEN, DAN RESIN SEBAGAI SUMBER PAKAN KELULUT (*Trigona* sp.)
REVIEW: PREFERENCE OF PLANTS CONTAINING NECTAR, POLLEN, AND RESIN AS A FOOD SOURCE FOR KELULUT (*Trigona* sp.)

Salsabilla¹, Dalila Raura², Firdus³, Allaily⁴

^{1,2}Program Studi Magister Biologi, FMIPA, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

³Departemen Biologi, FMIPA, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

⁴Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

slsx.salsa27@gmail.com, dalilaraura17@gmail.com, firdus@usk.ac.id*, allaily@usk.ac.id

Abstrak

Kelulut dan tanaman berbunga memiliki hubungan yang saling menguntungkan yaitu tanaman sebagai penyedia pakan lebah berupa nektar dan polen, sedangkan kelulut melakukan proses polinasi tanaman tersebut. Madu adalah cairan manis alami yang dihasilkan oleh lebah yang berasal dari berbagai sumber nektar, terutama nektar cairan yang dikeluarkan oleh kelenjar tumbuhan yang memiliki kandungan berbagai jenis karbohidrat diantaranya sukrosa, fruktosa, dan glukosa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui preferensi pakan kelulut berdasarkan data yang telah dihasilkan oleh penelitian-penelitian terdahulu. Penelitian ini dilaksanakan dengan menelusuri literatur ilmiah untuk mengidentifikasi jenis tumbuhan yang menjadi sumber pakan utama kelulut. Secara umum hampir semua tanaman berbunga dapat menjadi pakan kelulut yang berupa nektar dan polen.

Kata kunci: Madu, Sumber pakan, *Trigona* sp.

Abstract

Kelulut and flowering plants have a mutually beneficial relationship, namely plants as providers of bee food in the form of nectar and pollen, while kelulut carries out the pollination process of the plant. Honey is a natural sweet liquid produced by bees that comes from various nectar sources, especially nectar liquid released by plant glands that contain various types of carbohydrates including sucrose, fructose, and glucose. This study aims to determine the preferences of kelulut food based on data that has been produced by previous studies. This study was conducted by tracing scientific literature to identify the types of plants that are the main food sources for kelulut. In general, almost all flowering plants can be used as kelulut food in the form of nectar and pollen.

Keywords: Honey, Food sources, *Trigona* sp.

Article History

Received: Desember 2024

Reviewed: Desember 2024

Published: Desember 2024

Plagiarism Checker No 234

Prefix DOI : Prefix DOI : 10.8734/Kohesi.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

1. Pendahuluan

Indonesia adalah negara tropis dengan hutan yang dilindungi, cagar alam, kaya keanekaragaman hayati, dan kawasan lindung yang luas. Lahan hutan menyediakan berbagai potensi sumber daya alam yang dapat menghasilkan berbagai manfaat bagi negara dan masyarakat lokal di sekitarnya. Hutan primer menghasilkan kayu, namun juga menghasilkan hasil non-kayu, seperti lebah madu. Kelulut merupakan kelompok serangga yang berperan sebagai agen polinator tanaman berbunga, sehingga dapat meningkatkan produksi tanaman tersebut [8].

Kelulut dan tanaman berbunga memiliki hubungan yang saling menguntungkan yaitu tanaman sebagai penyedia pakan lebah berupa nektar dan polen, sedangkan kelulut melakukan proses polinasi tanaman tersebut. Madu adalah cairan manis alami yang dihasilkan oleh lebah



yang berasal dari berbagai sumber nektar, yaitu nektar cairan yang dikeluarkan oleh kelenjar tumbuhan yang memiliki kandungan berbagai jenis karbohidrat diantaranya sukrosa, fruktosa, dan glukosa. Madu juga mengandung berbagai mikronutrisi [4]. Hal inilah yang menjadikan madu populer sebagai suplemen penjaga kesehatan dan stamina tubuh. Terdapat banyak jenis lebah yang dapat menghasilkan madu, salah satunya adalah lebah kelulut atau lebah tanpa sengat (*stingless bee*).

Ketersediaan pakan adalah salah satu faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan budidaya kelulut [11]. Madu, nektar, polen, dan resin adalah sumber makanan yang didapatkan dari tumbuhan. Nektar menjadi sumber karbohidrat, serbuk sari sebagai sumber protein, lemak, vitamin, dan mineral, serta resin menjadi propolis [1]. Pakan kelulut sangat diperlukan untuk mempertahankan kehidupan serta menjaga pertumbuhan dan perkembangan koloni kelulut [26]. Ketergantungan pada nektar dan serbuk sari menjadikan perkembangan dan populasi kelulut sepenuhnya ditentukan oleh ketersediaan tumbuhan dan musim pembungaan.

Beberapa penelitian menyatakan bahwa madu dari lebah tanpa sengat memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan dengan madu dari lebah bersengat jenis *Apis* sp. [3], [18], sehingga memiliki efek hepatoprotektif dan kardioprotektif [24]. Madu kelulut dilaporkan memiliki kandungan antioksidan tinggi karena memiliki fenolik total tinggi [9]. Berbeda dengan madu yang banyak dijumpai di pasaran, madu kelulut memiliki cita rasa lebih masam dan kadar air yang lebih tinggi.

Pakan merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi keberlanjutan budi daya lebah madu. Kekurangan pakan menjadi masalah yang sangat serius dan dapat menghambat perkembangan usaha budi daya lebah madu yang akan berdampak pada penurunan produksi madu, polen lebah dan royal jelly. Pada akhirnya hal ini akan menurunkan pendapatan pembudi daya lebah. Kekurangan pakan juga dapat memengaruhi koloni lebah, di antaranya adalah jumlah lebah pekerja sedikit, produksi madu, polen lebah dan royal jelly yang rendah, produktivitas lebah ratu menurun karena kurangnya pasokan pakan nektar dan polen sebagai sumber karbohidrat dan protein [2].

2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode penelusuran literatur ilmiah untuk mengidentifikasi jenis tumbuhan yang menjadi sumber pakan utama kelulut (*Trigona* sp.) serta faktor-faktor yang memengaruhi preferensi mereka terhadap tumbuhan yang mengandung nektar, polen, dan resin. Tahapan pertama dalam metode ini adalah mengumpulkan literatur yang relevan dari berbagai basis data ilmiah, termasuk jurnal-jurnal yang terindeks di ScienceDirect, PubMed, Google Scholar, dan ResearchGate. Istilah yang digunakan dalam penelusuran meliputi "kelulut", "*Trigona* sp.", "preferensi pakan lebah tanpa sengat", "tumbuhan sumber nektar dan polen", serta "resin untuk lebah".

Artikel yang terpilih kemudian dievaluasi secara mendalam untuk mengidentifikasi jenis tumbuhan yang dominan menjadi preferensi pakan kelulut, dan komposisi kandungan nutrisi pada nektar, polen, dan resin dari tumbuhan tersebut. Analisis literatur ini juga mencakup studi perbandingan dari berbagai lokasi geografis dan kondisi ekosistem yang berbeda, yang dapat memengaruhi ketersediaan sumber pakan alami bagi kelulut. Dengan metode penelusuran literatur ini, penelitian mampu menyusun gambaran menyeluruh mengenai pola preferensi pakan kelulut berdasarkan data yang telah dihasilkan oleh penelitian-penelitian terdahulu.

3. Hasil dan Pembahasan

4.1. Kebutuhan Nutrisi Kelulut (*Trigona* sp.)

Kelulut berperan sebagai agen polinator yang sangat produktif bagi tanaman sehingga meningkatkan produksi yang berdampak pada peningkatan keamanan pangan dan pendapatan peternak/petani serta kesejahteraan hidup [22]. Seperti halnya kebutuhan nutrisi untuk hewan lainnya, nutrisi lebah kelulut sebagian besar dapat diklasifikasikan sebagai makronutrien dan



mikronutrien. Seperti namanya, nutrisi makro dibutuhkan dalam jumlah besar dan sangat penting untuk perkembangan dan kelangsungan hidup kelulut. Contohnya termasuk protein, karbohidrat, dan lipid. Mikronutrien juga sama pentingnya, meskipun dibutuhkan dalam jumlah yang lebih kecil. Vitamin, mineral, fitokimia, dan fitosterol adalah contoh mikronutrien yang dibutuhkan oleh kelulut. Nektar yang kaya karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi kelulut dan mengandung fitokimia penting, sedangkan serbuk sari menyediakan protein, lipid, vitamin, fitosterol, dan fitokimia penting [5], [16], [6]. Dalam masyarakat serangga eusosial yang polimorfik, seperti pada koloni kelulut, kondisi nutrisi yang berkembang membentuk penentuan kasta. Oleh karena itu, agar koloni kelulut yang sehat dapat berkembang, diperlukan keseimbangan optimal dari semua nutrisi makro dan mikro.

Makronutrien

- a. Karbohidrat. Nektar dan embun madu (cairan kaya gula yang dikeluarkan oleh beberapa serangga, seperti kutu daun, saat mereka memakan getah tanaman) adalah sumber karbohidrat alami untuk madu. Seekor kelulut pada kasta pekerja membutuhkan sekitar 11 mg gula kering per hari, dan koloni dengan 50.000 kelulut membutuhkan sekitar 700 lb (318 kg) gula per tahun. Sebagian besar nektar bunga mengandung kurang dari 50% gula, maka jumlah nektar yang dibutuhkan untuk mendukung koloni yang besar dan kebutuhan karbohidratnya jauh lebih tinggi dari 700 lb (w318 kg) (nektar) per tahun [14].
- b. Protein. Serbuk sari adalah sumber utama protein dalam koloni kelulut. Kandungan protein serbuk sari berkisar antara 2,5% hingga 61% [25]. Sepuluh asam amino dalam proporsi tertentu sangat penting bagi lebah madu dan harus diperoleh melalui makanan: arginin, histidin, isoleusin, leusin, lisin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan, dan valin [10]. Asam-asam amino ini sangat penting untuk reproduksi, pertumbuhan, dan perkembangan [29].
- c. Lipid. Lipid dalam serbuk sari berkisar antara 1% hingga 20% berat [25] dimana asam lemak esensial merupakan komponen penting. Asam lemak esensial seperti asam linoleat dan g-linoleat terdiri dari 0,4% dan fosfolipid terdiri dari 1,5% dari total fraksi lipid [33], [15]. Selain mendukung fungsi fisiologis yang penting, asam lemak, seperti asam oleat, telah terbukti meningkatkan pembelajaran dan kelangsungan hidup pada kelulut [17].

Mikronutrien

- a. Fitosterol. Fitosterol yang paling penting bagi kelulut adalah 24-methylenecholesterol. Penelitian telah menunjukkan bahwa lebah madu yang dikurung dan diberi pakan buatan yang dilengkapi dengan 24-metilenkolesterol memiliki kelangsungan hidup yang lebih lama dan memiliki lebih banyak induk produksi lebih banyak, jika dibandingkan dengan lebah madu yang diberi makan fitosterol yang berbeda [13]. Sterol ini juga merupakan sterol utama (50%) pada pupa lebah madu [12]. Lebah madu tidak dapat menginterkonversi fitosterol C28 dan C29, dan lebah perawat dapat secara progresif mengasimilasi sterol ini di jaringan mereka [7] dan secara selektif mentransfer sterol ini melalui makanan induk ke larva yang sedang tumbuh [31], [32].
- b. Fitokimia. Fitokimia dalam nektar sebagian besar dianggap bermanfaat bagi kelulut. Asam fenolat dan flavonol adalah fitokimia yang paling umum ditemukan dalam nektar selain alkaloid dan terpenoid dengan komposisi dan konsentrasi yang bervariasi [20]. Dari asam fenolik dan flavonol, ada dua senyawa yang terkenal karena manfaatnya yang sangat besar dalam meningkatkan kesehatan lebah madu: asam p-koumarat dan quercetin [21].

4.2. Jenis Pakan Kelulut (*Trigona* sp.)

Sumber pakan lebah kelulut yaitu jenis tanaman yang menghasilkan nektar, polen dan resin [34]. Ketersediaan sumber pakan lebah kelulut sangat mempengaruhi hasil produksi madu dan produk lainnya [30]. Kelulut dan tanaman berbunga memiliki hubungan yang saling menguntungkan yaitu tanaman memberi kelulut nutrisi dalam bentuk nektar, polen, dan resin, sedangkan kelulut menyerbuki tanaman di sekitarnya.

Secara umum hampir semua tanaman berbunga dapat menjadi pakan kelulut yang berupa nektar dan polen. Nektar merupakan cairan manis yang disekresikan oleh kelenjar nektaris



tanaman yang dapat berkembang pada bunga, batang dan daun yang dapat dihisap oleh semut, burung dan serangga termasuk kelulut [19]. Nektar tersebut mengandung air, glukosa dan sukrosa sebagai sumber energi, protein sebagai sumber asam amino bagi kelulut di dalam sarang. Selain itu, nektar mengandung ion K⁺, antioksidan asam askorbat, lipid, fenol dan alkaloid [19]. Nektar juga sebagai bahan baku untuk memproduksi madu oleh lebah kelulut [27], [1].

Warna bunga adalah salah satu faktor penarik kelulut untuk datang pada bunga. Kelulut mengunjungi bunga yang memiliki warna berbeda-beda [34]. Kelulut lebih cenderung mendatangi bunga yang bentuknya terbuka atau bentuk bunga yang memudahkan bagi kelulut untuk mengambil nektar atau polen. Faktor penarik kelulut untuk mendatangi tanaman lainnya adalah aroma yang diterima kelulut. Kelulut menerima sensor melalui antena untuk mengetahui letak bunga untuk mengambil makanan (nektar dan polen) [23]. Aroma makanan yang dibawa menuju sarang kelulut juga dapat dijadikan sebagai petunjuk bagi yang lainnya untuk mencari madu dari bunga yang sama. Hasil tinjauan literatur terkait jenis tumbuhan yang menjadi sumber pakan kelulut, ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis-jenis Tumbuhan Pakan Kelulut (*Trigona* sp.)

Tumbuhan		Kandungan			Habitus
Nama Ilmiah	Nama Lokal	Nektar	Pollen	Resin	
<i>Acacia mangium</i>	Akasia	✓	✓	✓	Pohon
<i>Ageratum conyzoides</i>	Wedusan / Babandotan	✓	✓	x	Herba
<i>Aleurites moluccanus</i>	Kemiri	✓	✓	✓	Pohon
<i>Albizia chinensis</i>	Sengon	✓	✓	x	Pohon
<i>Allamanda cathartica</i>	Terompet emas	✓	x	x	Perdu
<i>Amaranthus spinosus</i>	Bayam duri	✓	✓	x	Herba
<i>Anacardium occidentale</i>	Jambu monyet	✓	✓	✓	Pohon
<i>Ananas comusus</i>	Nanas	✓	✓	x	Herba
<i>Annona muricate</i>	Sirsak	✓	✓	x	Pohon
<i>Antigonon leptopus</i>	Air mata pengantin	✓	✓	x	Perdu
<i>Aquilaria malaccensis</i>	Gaharu	x	x	✓	Pohon
<i>Areca catechu</i>	Pinang	x	✓	x	Pohon
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Nangka	x	✓	✓	Pohon
<i>Averrhoa carambola</i>	Belimbing	✓	✓	x	Pohon
<i>Baccaurea motleyana</i>	Rambai	✓	✓	x	Herba
<i>Begonia cucullata</i>	Begonia	✓	x	x	Herba
<i>Brassica juncea</i>	Sawi hijau	✓	✓	x	Herba
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	Tancang	✓	✓	✓	Pohon
<i>Calliandra calothyrsus</i>	Kaliandra merah	✓	✓	x	Perdu
<i>Canna indica</i>	Tasbih	✓	✓	x	Herba
<i>Capsicum frutescens</i>	Cabai rawit	✓	✓	x	Herba
<i>Carica papaya</i>	Pepaya	✓	✓	x	Pohon
<i>Ceiba pantana</i>	Kapuk	✓	✓	x	Pohon
<i>Chrysothemis pulchella</i>	Tapak dara	✓	✓	x	Herba
<i>Chrysalidocarpus lutescens</i>	Palem kuning	x	x	x	Pohon
<i>Citrus aurantifolia</i>	Jeruk nipis	✓	✓	x	Pohon
<i>Citrus maxima</i>	Jeruk bali	✓	✓	x	Pohon
<i>Citrus reticulata</i>	Jeruk keprok	✓	✓	x	Pohon
<i>Cleome houtteana</i>	Kecubung	✓	✓	x	Herba



<i>Clerodendrum thomsoniae</i>	Nona makan sirih	✓	✓	x	Perdu
<i>Clitoria ternatea</i>	Telang	✓	x	x	Herba
<i>Coffea canephora</i>	Kopi robusta	✓	✓	x	Perdu
<i>Cocos nucifera</i>	Kelapa	✓	✓	x	Pohon
<i>Cosmos sulphureus</i>	Kenikir	✓	✓	x	Herba
<i>Cuphea hyssopifolia</i>	Lavender meksiko	✓	✓	x	Perdu
<i>Dahlia pinnata</i>	Dahlia	✓	✓	x	Herba
<i>Delonix regia</i>	Flamboyan	✓	✓	x	Pohon
<i>Dimorcapus longan</i>	Kelengkeng	✓	✓	x	Pohon
<i>Durio zibethinus</i>	Durian	✓	✓	✓	Pohon
<i>Dyera costulata</i>	Jelutung	x	x	✓	Pohon
<i>Euphorbia pulcherima</i>	Kastuba	✓	✓	✓	Perdu
<i>Ficus microcarpa</i>	Beringin cina	x	✓	✓	Pohon
<i>Ficus superba</i>	Beringin laut	x	✓	✓	Pohon
<i>Garcinia mangostana</i>	Manggis	✓	✓	✓	Pohon
<i>Gliricidia sepium</i>	Gamal	✓	✓	x	Pohon
<i>Gnetum gnemon</i>	Melinjo	✓	✓	x	Pohon
<i>Helianthus annuus</i>	Matahari	✓	✓	x	Herba
<i>Hevea brasiliensis</i>	Karet	x	x	✓	Pohon
<i>Hydrangea macrophylla</i>	Hortensia	✓	x	x	Perdu
<i>Impatiens balsamina</i>	Pacar air	✓	✓	x	Herba
<i>Lancium domesticum</i>	Duku	✓	✓	x	Pohon
<i>Leucaena leucocophala</i>	Petai cina	✓	✓	x	Pohon
<i>Malaleuca leudendra</i>	Kayu putih	✓	✓	✓	Pohon
<i>Mangifera foetida</i>	Bacang	✓	✓	✓	Pohon
<i>Mangifera indica</i>	Mangga	✓	✓	✓	Pohon
<i>Mangifera odorata</i>	Kuweni	✓	✓	✓	Pohon
<i>Manihot esculenta</i>	Ubi kayu	✓	✓	✓	Herba
<i>Manihot glaziovii</i>	Singkong karet	x	✓	✓	Herba
<i>Manilkara zapota</i>	Sawo	✓	✓	✓	Pohon
<i>Melastoma malabachtrium</i>	Senggani / Senduduk	✓	✓	x	Perfu
<i>Mimosa pudica</i>	Putri malu	✓	✓	x	Herba
<i>Moringa oleifera</i>	Kelor	✓	✓	x	Pohon
<i>Muntingia calabura</i>	Kersen	✓	✓	x	Pohon
<i>Musa paradisiaca</i>	Pisang	✓	✓	x	Herba
<i>Nephelium lappaceum</i>	Rambutan	✓	✓	x	Pohon
<i>Oryza sativa</i>	Padi	x	✓	x	Herba
<i>Passiflora edullis</i>	Markisa	✓	✓	x	Perdu
<i>Persicaria capitata</i>	Kemang tanjung	✓	✓	x	Perdu
<i>Persea americana</i>	Alpukat	✓	✓	x	Pohon
<i>Phalaenopsis amabilis</i>	Anggrek bulan	✓	x	x	Herba
<i>Phyllanthus acidus L.</i>	Ceremai	✓	✓	x	Pohon
<i>Piper aduncum</i>	Sirih hutan	✓	✓	✓	Perdu
<i>Pometia pinnata</i>	Matoa	✓	✓	x	Pohon
<i>Portulaca oleracea</i>	Krokot	✓	x	x	Herba
<i>Praxelis clematidea</i>	Rumput praxellis	✓	✓	x	Herba
<i>Psidium guajava</i>	Jambu biji	✓	✓	x	Pohon
<i>Rosa sp.</i>	Mawar	✓	✓	x	Perdu
<i>Salvia splendens</i>	Marmia merah	✓	✓	x	Herba



<i>Samanea saman</i>	Trembesi	✓	✓	x	Pohon
<i>Schleicera oleosa</i>	Kesambi	x	✓	✓	Pohon
<i>Senna siamea</i>	Johar	✓	✓	✓	Pohon
<i>Solanum melongena</i>	Terong	✓	✓	x	Herba
<i>Spondias dulcis</i>	Kedondong	✓	✓	x	Pohon
<i>Swietenia mahogani</i>	Mahoni	✓	✓	x	Pohon
<i>Symphytotrichum ericoides</i>	Aster	✓	✓	x	Herba
<i>Syzygium aqueum</i>	Jambu air	✓	✓	x	Pohon
<i>Syzygium fruticosum</i>	Jambu bol	✓	✓	x	Pohon
<i>Syzygium malaccense</i>	Jambu dersono	✓	✓	x	Pohon
<i>Tagetes erecta</i>	Tahi ayam	✓	✓	x	Herba
<i>Tamarindus indica</i>	Asam jawa	✓	✓	x	Pohon
<i>Tectona grandis</i>	Jati	✓	✓	x	Pohon
<i>Theobroma cacao</i>	Kakao	x	✓	x	Pohon
<i>Tibouchina urvilleana</i>	Putri/Harendong	✓	✓	x	Perdu
<i>Trimezia longifolia</i>	Iris kuning	✓	✓	x	Herba
<i>Tropaelum majus</i>	Nasturtium	✓	✓	x	Herba
<i>Turnera ulmifolia</i>	Bunga pukul delapan	✓	✓	x	Herba
<i>Vinis vinifera L.</i>	Anggur	✓	✓	x	Perdu
<i>Xanthostemon chrysanthus</i>	Penda emas	✓	✓	✓	Pohon
<i>Zea mays</i>	Jagung	x	✓	x	Herba
<i>Zinnia elegans</i>	Kembang kertas	✓	✓	x	Herba

Keterangan : ✓ = ada; x = tidak ada

Berdasarkan Tabel 1 diatas, diketahui nutrisi utama bagi lebah kelulut umumnya diperoleh dari nektar dan polen, dan resin serta air dari lingkungan sekitar. Keanekaragaman sumber pakan ini tidak hanya membantu memenuhi kebutuhan nutrisi kelulut, tetapi juga meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan, seperti madu dan propolis [28].

4.3. Jenis Pakan Kelulut (*Trigona* sp.)

Kelulut berperan sebagai agen polinator yang sangat produktif bagi tanaman sehingga meningkatkan produksi yang berdampak pada peningkatan keamanan pangan dan pendapatan peternak/petani serta kesejahteraan hidup [22]. Seperti halnya kebutuhan nutrisi untuk hewan lainnya, nutrisi lebah kelulut sebagian besar dapat diklasifikasikan sebagai makronutrien dan mikronutrien. Seperti namanya, nutrisi makro dibutuhkan dalam jumlah besar dan sangat penting untuk perkembangan dan kelangsungan hidup kelulut. Contohnya termasuk protein, karbohidrat, dan lipid.

Mikronutrien juga sama pentingnya, meskipun dibutuhkan dalam jumlah yang lebih kecil. Vitamin, mineral, fitokimia, dan fitosterol adalah contoh mikronutrien yang dibutuhkan oleh kelulut. Nektar yang kaya karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi kelulut dan mengandung fitokimia penting, sedangkan serbuk sari menyediakan protein, lipid, vitamin, fitosterol, dan fitokimia penting [5], [16], [6].

Dalam masyarakat serangga eusosial yang polimorfik, seperti pada koloni kelulut, kondisi nutrisi yang berkembang membentuk penentuan kasta. Oleh karena itu, agar koloni kelulut yang sehat dapat berkembang, diperlukan keseimbangan optimal dari semua nutrisi makro dan mikro.

Kebutuhan nutrisi makro kelulut diantaranya adalah karbohidrat, protein, dan lipid. Nektar dan embun madu (cairan kaya gula yang dikeluarkan oleh beberapa serangga, seperti kutu daun, saat mereka memakan getah tanaman) adalah sumber karbohidrat alami untuk madu. Seekor kelulut pada kasta pekerja membutuhkan sekitar 11 mg gula kering per hari, dan koloni dengan 50.000 kelulut membutuhkan sekitar 700 lb (318 kg) gula per tahun. Sebagian besar nektar



bunga mengandung kurang dari 50% gula, maka jumlah nektar yang dibutuhkan untuk mendukung koloni yang besar dan kebutuhan karbohidratnya jauh lebih tinggi dari 700 lb (w318 kg) (nektar) per tahun [14].

Serbuk sari adalah sumber utama protein dalam koloni kelulut. Kandungan protein serbuk sari berkisar antara 2,5% hingga 61% [25]. Sepuluh asam amino dalam proporsi tertentu sangat penting bagi lebah madu dan harus diperoleh melalui makanan: arginin, histidin, isoleusin, leusin, lisin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan, dan valin [10]. Asam-asam amino ini sangat penting untuk reproduksi, pertumbuhan, dan perkembangan [29].

Lipid dalam serbuk sari berkisar antara 1% hingga 20% berat [25] dimana asam lemak esensial merupakan komponen penting. Asam lemak esensial seperti asam linoleat dan γ -linoleat terdiri dari 0,4% dan fosfolipid terdiri dari 1,5% dari total fraksi lipid [33], [15]. Selain mendukung fungsi fisiologis yang penting, asam lemak, seperti asam oleat, telah terbukti meningkatkan pembelajaran dan kelangsungan hidup pada kelulut [17].

Kebutuhan mikronutrien kelulut terdiri dari fitosterol dan fitokimia. Fitosterol yang paling penting bagi kelulut adalah 24-methylencholesterol. Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa lebah madu yang dikurung dan diberi pakan buatan yang dilengkapi dengan 24-metilenkolesterol memiliki kelangsungan hidup yang lebih lama dan memiliki lebih banyak induk produksi lebih banyak, jika dibandingkan dengan lebah madu yang diberi makan fitosterol yang berbeda [13]. Sterol ini juga merupakan sterol utama (50%) pada pupa lebah madu [12]. Lebah madu tidak dapat menginterkonversi fitosterol C28 dan C29, dan lebah perawat dapat secara progresif mengasimilasi sterol ini di jaringan mereka [7] dan secara selektif mentransfer sterol ini melalui makanan induk ke larva yang sedang tumbuh [31], [32].

Fitokimia dalam nektar sebagian besar dianggap bermanfaat bagi kelulut. Asam fenolat dan flavonol adalah fitokimia yang paling umum ditemukan dalam nektar selain alkaloid dan terpenoid dengan komposisi dan konsentrasi yang bervariasi [20]. Dari asam fenolik dan flavonol, ada dua senyawa yang terkenal karena manfaatnya yang sangat besar dalam meningkatkan kesehatan lebah madu: asam p-koumarat dan quercetin [21].

5. Simpulan

Berdasarkan hasil penelusuran literatur, dapat disimpulkan bahwa kelulut (*Trigona* sp.) menunjukkan preferensi spesifik terhadap beberapa jenis tumbuhan yang kaya akan nektar, polen, dan resin sebagai sumber pakan. Preferensi ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk ketersediaan tanaman di sekitar habitat kelulut, musim, dan kebutuhan spesifik koloni pada periode tertentu. Berdasarkan hasil literatur yang ditinjau, diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai hubungan simbiosis antara kelulut dan ekosistemnya, serta peran penting berbagai jenis tumbuhan dalam mendukung kelestarian dan kesehatan koloni lebah tanpa sengat ini.

Daftar Referensi

- [1] Abrol, DP. Honeybees of Asia. R. Hepburn and Sarah E. Radolf (Eds). Berlin Heidelberg. 257-292. 2011.
- [2] Agussalim, Ali A., Nafiatul U., & I G Suparta Budisatria. Variasi jenis tanaman pakan lebah madu sumber nektar dan polen berdasarkan ketinggian tempat di Yogyakarta. Buletin Peternakan, 41 (4): 448-460. 2017.
- [3] Avila, S., Beux, M. R., Ribani, R. H., & Zambiasi, R. C. Stingless bee honey: Quality parameters, bioactive compounds, health promotion properties and modification detection strategies. Trends in Food Science & Technology, 81, 37-50. 2018.
- [4] Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., & Gallmann, P. Honey for nutrition and health: A review. Journal of the American College of Nutrition, 27(6), 677-689. doi: 10.1080/07315724.2008.10719745. 2008.
- [5] Brodschneider R, Crailsheim K. Nutrition and health in honey bees. Apidologie, 41:278-94. 2010.



- [6] Chakrabarti P, Morre' JT, Lucas HM. The omics approach to bee nutritional landscape. *Metabolomics*, 15:127. 2019.
- [7] Chakrabarti P, Lucas HM, Sagili RR. Novel Insights into Dietary Phytosterol Utilization and Its Fate in Honey Bees (*Apis mellifera* L.). *Molecules*, 25:571. 2020.
- [8] Corlett, R. T. Honeybees in natural ecosystems. In: Honeybees of Asia. R. Hepburn and Sarah E. Radolf (Eds). Springer, Berlin Heidelberg. 215- 225. 2011.
- [9] Da Silva, I. A. A., da Silva, T. M. S., Camara, C. A., Queiroz, N., Magnani, M., de Novais, J. S., de Souza, A. G. Phenolic profile, antioxidant activity and palynological analysis of stingless bee honey from Amazonas, Northern Brazil. *Food Chemistry*, 141(4), 3552– 3558. 2013.
- [10] DeGroot AP. Protein and amino acid requirements of the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Physiol Comp Oecol*, 3:197–285. 1953.
- [11] Dominggus., Lamerlabel, J.S.A., & Ingrid, W. Inventarisasi Jenis Tumbuhan Penghasil Nektar dan Polen Sebagai Pakan Lebah Madu *Apis mellifera*. *Jurnal Agrinimal*. 7(2):77-82. 2019.
- [12] Feldlaufer MF. Biosynthesis of makisterone A and 20-hydroxyecdysone from labeled sterols by the honey bee. *Arch Insect Biochem Physiol*, 3:415–21. 1986.
- [13] Herbert EW Jr, Svoboda JA, Thompson MJ. Sterol utilization in honey bees fed a synthetic diet: effects on brood rearing. *J Insect Physiol*, 26:287–9. 1980.
- [14] Huang Z. Feeding honey bees. Michigan State University Extension Bulletin E-3369. 1-3. 2018.
- [15] Komosinska-Vassev K, Olczyk P, Kazmierczak J. Bee pollen: chemical composition and therapeutic application. *Evidence-Based Complement Altern Med*, 2015:297425. 2015.
- [16] Mao W, Schuler MA, Berenbaum MR. Honey constituents up-regulate detoxification and immunity genes in the western honey bee *Apis mellifera*. *Proc Natl Acad Sci USA*, 110:8842–6. 2013.
- [17] Muth F, Breslow PR, Masek P. A pollen fatty acid enhances learning and survival in bumblebees. *Behav Ecol*, 29(6):1371–9. 2018.
- [18] Nweze, J. A., Okafor, J. I., Nweze, E. I., & Nweze, J. E. Evaluation of physicochemical and antioxidant properties of two stingless bee honeys: A comparison with *Apis mellifera* honey from Nsukka, Nigeria. *BMC Research Notes*, 10(1), 1–6. doi: //doi.org/10.1186/ s13104-017-2884-2. 2017.
- [19] Pacini, E. and S. W. Nicolson. Introduction. In: Nectaries and Nectar. Susan WN., M. Nepi and E. Pacini (Eds). Springer, New York. pp. 1 -18. 2007.
- [20] Palmer-Young EC, Tozkar O' C, Schwarz RS. Nectar and Pollen Phytochemicals Stimulate Honey Bee (Hymenoptera: Apidae) Immunity to Viral Infection. *J Econ Entomol*, 110(5):1959–72. 2017.
- [21] Palmer-Young EC, Farrell IW, Adler LS. Chemistry of floral rewards: intraand interspecific variability of nectar and pollen secondary metabolites across taxa. *Ecol Monogr*, 89(1): e01335. 2019.
- [22] Partap, U. The pollination role of honeybees. In: Honeybees of Asia. R. Hepburn and Sarah E. Radolf (eds). Springer, Berlin Heidelberg. pp. 227- 255. 2011.
- [23] Percival M. *Floral Biology*. London: Pergamon Press. 1965.
- [24] Rao, P. V., Krishhnan, K. T., Salleh, N., & Gan, S. H. Biological and therapeutic effects of honey produced by honey bees and stingless bees: a comparative review. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 26(5), 657–664. doi: 10.1016/j. bjp.2016.01.012. 2016.
- [25] Roulston TH, Cane JH, Buchmann SL. What governs protein content of pollen: pollinator preferences, pollen–pistil interactions, or phylogeny? *Ecol Monogr*. 70:617–43. 2000.
- [26] Sajjad, A., Ali, M., & Saeed, S. Yearlong association of *Apis dorsata* and *Apis florea* with flowering plants: planted forest vs. Agricultural landscape. *Sociobiology*, 64(1), 18–25. 2017.
- [27] Sihombing, D. T. H. *Ilmu Ternak Lebah Madu*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 2005.



- [28] Sommeijer, M. J., & De Bruijn, L. L. M. Social and Foraging Behaviour of *Trigona* Stingless Bees in Relation to Pollination Ecology. *Stingless Bees and Pollination in Agriculture*, 45(5), 587–595. 2020.
- [29] Standifer LN. Honey Bee Nutrition and Supplemental Feeding. *Beekeeping in the United States. Agriculture Handbook*, 335; 39–45. 1980.
- [30] Syaifudin, S.M., & Normagiat, S. Budidaya pakan lebah *Trigona* sp. dengan apiculture agroforestry system di Kelurahan Anjungan Melancar, Kecamatan Anjungan Kabupaten Mempawah. *Jurnal Ilmiah Pangabdhi*, 6(1), 17–24. 2020.
- [31] Svoboda JA, Thompson MA, Herbert EW. Utilization and Metabolism of Dietary Sterols in the Honey Bee and the Yellow Fever Mosquito. *Lipids*, 17: 220–5. 77. 1982.
- [32] Svoboda JA, Herbert EW, Thompson MJ. Selective sterol transfer in the honey bee: Its significance and relationship to other hymenoptera. *Lipids*, 21:97–101. 1986.
- [33] Szczesna T. Long chain fatty acids composition of honeybee-collected pollen. *J Apic Sci*, 50(2):65–79. . 2006.
- [34] Yanto. S., Hardi, D., Yoza, E.S. Budiani. Potensi Pakan *Trigona* spp di Hutan Larangan Adat Desa Rumbio Kabupaten Kampar. Forestry Department. *JOM Faperta UR*, 3 (2): 1- 7. 2016.