

Melisopalinologi Madu dari Temanggung

Melissopalinology of Honey from Temanggung

Sri Widodo Agung Suedy*, Ni Putu Tasya Savitri

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang 50275

*Email: swasuedy@live.undip.ac.id

Diterima 29 April 2024 / Disetujui 30 Mei 2024

ABSTRAK

Melisopalinologi adalah studi terkait kandungan polen dalam madu, yang dapat menunjukkan keanekaragaman tumbuhan sumber pakan lebah madu sehingga dapat diketahui karakteristik madunya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman tumbuhan pakan lebah dan karakteristik madu dari Temanggung. Sampel madu diambil secara *purposive sampling* dari 5 daerah di Temanggung. Preparasi untuk identifikasi polen menggunakan metode asetolisis. Analisis data dilakukan secara deskriptif, dan analisis kuantitatif untuk pengelompokan jenis madunya, serta nilai indeks keanekaragaman tumbuhan sumber pakan lebah. Hasil penelitian telah teridentifikasi sebanyak 1855 butir polen yang terdiri dari 14 tipe polen, 7 tipe teridentifikasi sampai tingkat famili, 2 tipe sampai tingkat genus, dan 5 tipe sampai tingkat spesies. Persentase polen tipe famili Euporbiaceae mencapai 27,33%, *Ceiba petandra* (20,27%), *Imperata* sp. (14,82%), *Zea mays* (14,23%), dan tipe lain dibawah 10%. Berdasarkan dominasi polen dalam madu Temanggung dapat dikelompokkan sebagai madu monoflora (madu dari Medari, Kentengsari dan Nglorog), biflora (madu dari Kwandungan Jurang), dan multiflora (madu dari Rejosari). Nilai indeks keanekaragaman hayati Shannon (H'), indeks dominansi, dan indeks pemerataan tumbuhan pakan lebah di Temanggung termasuk kategori sedang.

Kata kunci: keanekaragaman, monoflora, biflora, multiflora,

ABSTRACT

Melissopalinology is the study of pollen content in honey, which can reveal the diversity of bee forage plants and help determine the characteristics of the honey. This research aims to identify the diversity of bee forage plants and the characteristics of honey from Temanggung. Honey samples were purposively collected from five areas in Temanggung. Pollen preparation for identification was conducted using the acetolysis method. Data analysis was carried out descriptively and quantitatively to classify honey types and to calculate the diversity index of bee forage plants. The results identified 1,855 pollen grains consisting of 14 pollen types: 7 types identified to the family level, 2 types to the genus level, and 5 types to the species level. The percentage of pollen from the Euphorbiaceae family was 27.33%, *Ceiba pentandra* (20.27%), *Imperata* sp. (14.82%), *Zea mays* (14.23%), and other types below 10%. Based on pollen dominance, honey from Temanggung can be classified as monofloral (honey from Medari, Kentengsari, and Nglorog), bifloral (honey from Kwandungan Jurang), and multifloral (honey from Rejosari). The Shannon's biodiversity index (H'), dominance index, and evenness index of bee forage plants in Temanggung were categorized as moderate.

Keywords: biodiversity, monofloral, biflora, multiflora

PENDAHULUAN

Madu adalah *healthy food*, diproduksi oleh lebah madu dengan mengambil dari nektar bunga, sekresi selain bunga, maupun ekskresi serangga (BSN, 2013), yang dihasilkan oleh lebah liar *Apis dorsata* dan atau lebah liar *Apis spp.* dari sari bunga tanaman hutan (floral nektar) atau bagian lain dari tanaman hutan (ekstra floral) untuk madu hutan; dan oleh lebah budidaya *Apis mellifera* atau *Apis cerana* untuk madu budidaya; atau oleh lebah tanpa sengat (trigona) baik liar maupun budidaya untuk madu lebah tanpa sengat (trigona) (BSN, 2018). Madu mengandung lebih dari 150 komponen yang didominasi komponen gula khususnya fruktosa, glukosa, air, dan komponen lainnya seperti fenol, flavonoid, enzim glukosa oksidase dan katalase, asam askorbat, karotenoid, asam organik, asam amino, serta protein (Testa *et al.*, 2019). Komponen-komponen tersebut sangat dipengaruhi oleh sumber pakan yang diambil lebah seperti nektar dan polen yang dihasilkan tanaman (Lewkowski, *et al.*, 2019). Nektar dan polen merupakan sumber pakan utama lebah madu. Nektar menjadi sumber gula utama, sedangkan polen merupakan sumber protein utama untuk koloni lebah yang berperan penting dalam pertumbuhan larva dan kesehatan koloni (Melin *et al.*, 2020; Wright *et al.*, 2018). Sumber polen yang diambil lebah madu tidak hanya berdasarkan kandungan protein, tapi juga kelimpahan tanaman pada area lebah madu tersebut berada (Liolios *et al.*, 2016), sehingga dipengaruhi periode mekar bunga yang berada disekitar sarang lebah (Balderas, 2016). Kondisi terbut mempengaruhi preferensi lebah dalam mencari sumber pakan polen. Sementara itu sumber nektar yang diambil lebah umumnya memiliki kandungan gula berkisar antara 20-60% bergantung pada jenis lebah (Basari *et al.*, 2021; Wright *et al.*, 2018).

Sumber pakan lebah madu dapat diamati berdasarkan tumbuhan berbunga yang dikunjungi lebah, Cara mengetahui jenis tanaman yang dipilih lebah sebagai sumber pakan dapat dilakukan dengan mengidentifikasi polen yang terkandung dalam madu (Selvaraju *et al.*, 2019), yang disebut Melisopalinologi. Melisopalinologi adalah kajian mengenai polen dalam madu yang dikumpulkan

oleh lebah secara sengaja maupun tidak sengaja (Ponnuchamy *et al.*, 2014). Analisis melisopalinologi memberikan informasi mengenai karakteristik tanaman serta fitogeografinya sekitar sarang lebah yang dapat digunakan untuk meningkatkan nilai madu, salah satunya yaitu karakterisasi sebagai madu monofloral atau multifloral (da Luz *et al.*, 2020). Setiap jenis madu akan memiliki cita rasa, aroma, maupun nilai nutrisi yang berbeda-beda sesuai dengan tanaman yang menjadi sumber pakan lebah, sehingga fungsinya salah satu adalah memudahkan konsumen dalam menentukan madu yang sesuai dengan selera (Escriche *et al.*, 2017; da Luz *et al.*, 2020).

Tujuan penelitian adalah menganalisa polen yang terkandung dalam madu yang diambil dari 5 daerah di Temanggung, meliputi Nglorog, Kwadungan Jurang, Kentengsari, Medari, dan Rejosari, sehingga diketahui keanekaragaman tumbuhan pakan lebahnya serta karakteristik madu berdasarkan analisa Melisopalinologinya. Hasil penelitian ini dapat digunakan dalam upaya kegiatan konservasi tumbuh-tumbuhan sumber pakan lebah sehingga dapat menjaga karakteristik dan kualitas madu Temanggung.

METODE PENELITIAN

Sampel madu lokal Kabupaten Temanggung diambil dari 5 daerah, yaitu Nglorog, Kwadungan Jurang, Kentengsari, Medari, dan Rejosari yang diambil dengan metode *purposive sampling*. Berdasarkan informasi dari narasumber petani lebah setempat, madu tersebut berasal dari budidaya lebah *Apis sp.* masing-masing wilayah diambil 3 botol, yaitu: madu Desa Nglorog, Desa Kwadungan Jurang, Desa Kentengsari, Desa Medari, dan Desa Rejosari. Bahan preparasi polen menggunakan asam asetat glasial (CH₃COOH); akuades; potasium hidroksida (KOH); enthelan; serta kertas lakmus.

Analisis melisopalinologi menggunakan metode asetolisis metode Majid *et al.*, (2020), dengan tahapan sebagai berikut: Sepuluh gram madu dilarutkan dalam 20cc akuades hangat hingga tercampur sempurna. Larutan madu kemudian disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 2.500 rpm. Supernatan di bagian atas dibuang, pelet

di bagian bawah ditambah 3cc asam asetat glasial (CH_3COOH), kemudian didiamkan selama 5-15 menit dan dilanjutkan disentrifugasi kembali selama 5-10 menit dengan kecepatan 2.500 rpm. Supernatan dibuang, pelet yang tersisa kemudian dicuci dengan akuades 10cc dan disentrifuge selama 5-10 menit dengan kecepatan 2.500 rpm. Pencucian dilakukan berulang kali (3 kali) hingga pH stabil (pH 7, dengan pengecekan menggunakan kertas lakmus). Setelah netral kemudian ditambahkan 1cc potasium hidroksida (KOH) 10%, kemudian dipanaskan dalam waterbath selama 5 menit pada suhu 70°C . Setelah dingin, disentrifugasi kembali selama 5-10 menit dengan kecepatan 2.500 rpm. Supernatan dibuang, kemudian residu berisi polen diambil $\pm 200\mu\text{l}$ menggunakan mikropipet dan dipindahkan ke gelas objek dan ditambahkan *mounting media* dari enthelan, dan ditutup menggunakan kaca penutup. Preparat kemudian diamati dibawah fotomikrograf dan dilakukan karakterisasi polen berdasarkan morfologinya serta perhitungan polen yang terkandung. Identifikasi polen dilakukan dengan melakukan perbandingan morfologi berdasarkan morfologi polen yang mengacu pada *An Introduction to Pollen Analysis* (Erdtman, 1960), *Pollen Terminology: An Illustrated Handbook* (Hesse *et al.*, 2009), dan data *Australia Pollen and Spore Atlas* (<http://apsa.anu.edu.au>). Identifikasi serta perhitungan polen dilakukan setidaknya sebanyak 200-300 butir polen pada setiap slide preparat. Nilai frekuensi (%) taksa polen akan digunakan untuk menentukan tipe frekuensi taksa polen diantara 4 kelompok yaitu *predominant pollen* (PP, >45%), *secondary pollen* (SC, 16-45%), *important pollen* (IP, 3-15%) dan *minor pollen* (MP, <3%). Tipe frekuensi polen akan menentukan kelompok madu tersebut. Polen yang terkandung dalam madu menunjukkan keanekaragaman tanaman yang menjadi sumber pakan lebah (Wingenroth, 2001; Majid *et al.*, 2020; María *et al.*, 2023; Schanzmann *et al.*, 2022). Analisis keanekaragaman polen tumbuhan sumber pakan lebah meliputi keragaman jenis dengan menggunakan rumus indeks Shannon-Wiener, pemerataan dengan rumus indeks Evennes (Brower *et al.*, 1998) dan dominansi dengan rumus indeks

Simpson (Zar, 1999). Software analisis data menggunakan PAST (*Paleontological Statistics*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur dinding luar polen (eksin) tersusun dari sporopolenin yang kuat dan resisten terhadap enzim digesti serta tidak mudah rusak setelah proses pencernaan dalam tubuh lebah, sehingga dapat digunakan untuk mengetahui komposisi tanaman sebagai sumber pakan lebah (Aylanc, *et al.*, 2021). Analisa Melisopalinologi merupakan pengujian secara mikroskopis untuk mengidentifikasi polen yang terdapat dalam madu (Bodor *et al.*, 2021). Hasil identifikasi polen dapat digunakan untuk mengelompokkan madu berdasarkan dominansi polen yang terkandung, yaitu madu monoflora (satu polen dengan frekuensi polen >45% dalam satu madu), biflora (dua polen yang masing masing memiliki frekuensi polen >22,25% dalam satu madu) dan multiflora (tiga polen atau lebih yang masing-masing memiliki frekuensi polen <16% dalam satu madu) (Wingenroth, 2001).

Pada madu berasal dari 5 wilayah di Temanggung, telah teridentifikasi 14 tipe polen, dimana 7 tipe teridentifikasi sampai pada tingkat famili yaitu: Bombacaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae, Chenopodiaceae, dan Caricaceae; serta 2 tipe teridentifikasi hingga tingkat genus yaitu *Imperata* sp., *Casuarina* sp., serta yang teridentifikasi hingga tingkat spesies sebanyak 5 tipe, yaitu *Zea mays*, *Paspalum conjugatum*, *Ischaemum rugosum*, *Leersia hexandra*, dan *Ceiba pentandra* (Gambar 1, dan Tabel 1). Tabel 1 memaparkan data mengenai jumlah dan frekuensi polen berdasarkan wilayah (jumlah polen per 200 μl). Analisis data ini merujuk pada metode melisopalinologi, yang merupakan studi tentang polen yang terkandung dalam madu dan identifikasi tanaman yang dikunjungi oleh lebah. Ini dapat dikaitkan dengan studi yang disebutkan, seperti Louveaux dkk. (1978), yang merinci metodologi untuk analisis polen, sehingga dapat diinterpretasikan untuk memahami keragaman sumber polen dan dominansi spesies tertentu di berbagai wilayah, yang menunjukkan

perilaku lebah mencari pakan, dan komposisi vegetasi daerah tersebut.

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui pengelompokan polen berdasarkan proporsi masing-masing jenis polen terhadap jumlah total polen yang ditemukan dalam sampel madu dari 5 wilayah yang diteliti, yang menunjukkan keanekaragaman dan presentasinya, yaitu.

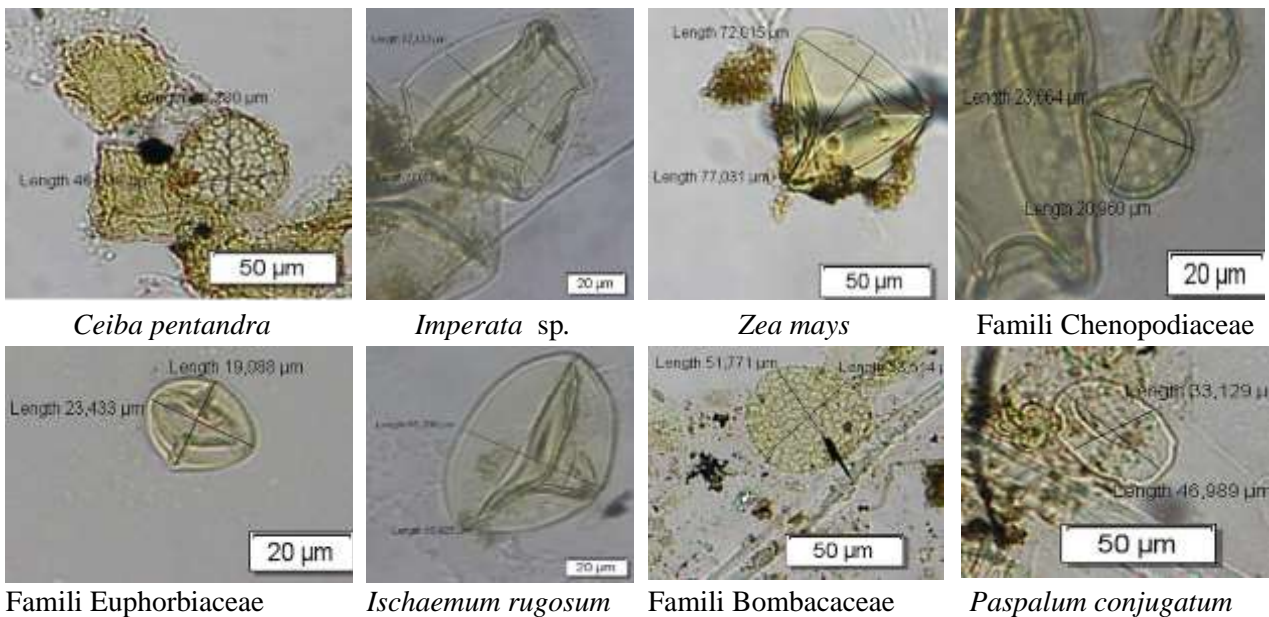
Predominant Pollen: polen *Imperata sp.* di Kwadungan Jurang dan *Ceiba pentandra* di Kentengsari dan Nglorog adalah contoh polen dominan karena proporsinya melebihi 45% dari total polen di wilayah tersebut.

Secondary Pollen: polen *Zea mays* di Kwadungan Jurang dan *Famili Euphorbiaceae* di Medari masuk dalam kategori ini karena proporsi mereka antara 16-45%. *Imperata sp.* di Kwadungan Jurang dengan 33,33%, *Ceiba pentandra* di Kentengsari dengan 44,65%, dan *Famili Euphorbiaceae* di Rejosari

dengan 36,54% masuk dalam kategori ini karena mereka membentuk proporsi yang signifikan tetapi tidak dominan.

Important Minor Pollen: tipe polen seperti *Ischaemum rugosum* di Kwadungan Jurang dan *Famili Caricaceae* di Kentengsari bisa dianggap sebagai polen minor penting dengan proporsi 3-15%. *Ischaemum rugosum* di Kwadungan Jurang dengan 14,63% dan *Famili Caricaceae* di Kentengsari dengan 6,79%, yang meskipun tidak banyak, tetap penting karena representasi yang cukup di wilayah tersebut.

Minor Pollen: polen *Leersia hexandra* di Kwadungan Jurang dan *Famili Chenopodiaceae* di Kwadungan Jurang juga, karena keduanya memiliki proporsi kurang dari 3%. Spesies seperti *Leersia hexandra* dan *Famili Chenopodiaceae* di beberapa wilayah, yang masing-masing kurang dari 3%, termasuk dalam kategori ini.



Gambar 1. Beberapa tipe polen yang teridentifikasi di dalam madu dari Temanggung

Dalam mengelompokkan polen dalam madu berdasarkan data di Tabel 1, dan menghubungkannya dengan klasifikasi madu monoflora, biflora, dan poliflora menurut Wingenroth (2001), dapat dilihat proporsi polen tertentu dalam setiap sampel. Madu monoflora mengandung polen yang mendominasi dari satu spesies tanaman, biflora mengandung polen yang dominan dari dua spesies, dan poliflora

mengandung campuran polen dari banyak spesies. María *et al.*, (2023), juga menegaskan bahwa madu diklasifikasikan sebagai monoflora jika tipe polen tertentu melebihi 45% representasi dalam madu tersebut. Metode Melisopalinologi adalah alat yang fundamental dalam proses verifikasi madu monoflora, yang melibatkan pengenalan dan penghitungan butir polen. Identifikasi polen dilakukan dengan membandingkan morfologi dan

dimensi polen yang diamati dengan referensi yang diketahui. Selain itu, analisis komponen volatil dalam madu juga membantu dalam identifikasi madu monoflora dengan mengungkapkan marka kimia yang spesifik

Pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa madu dari Medari dengan Famili Euphorbiaceae yang sangat dominan (55,11%), madu dari Nglorog dengan polen *Ceiba pentandra* yang mencapai 100% dapat dianggap mendekati madu monoflora karena

tidak ada spesies lain yang signifikan. Sementara itu, di wilayah lain seperti Kwadungan Jurang, *Imperata* sp. dan *Zea mays* masing-masing memiliki 33,33% dan 25,00%, mungkin lebih dekat dengan klasifikasi biflora. Sementara, di wilayah di mana tidak ada spesies yang sangat mendominasi, seperti Rejosari, di mana polen lebih tersebar antara beberapa spesies, ini mungkin lebih cenderung dikategorikan sebagai poliflora.

Tabel 1. Jumlah dan frekuensi polen dan spora berdasarkan wilayah (jumlah polen per 200 µl larutan madu)

No	Tipe Polen	Daerah Asal Madu											
		Kwadungan Jurang		Kentengsari		Medari		Nglorog		Rejosari		Total	
		Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%
1	<i>Zea mays</i>	135	25,00	13	3,39	77	14,8	0	0,0	39	18,75	264	14,23
2	<i>Imperata</i> sp.	180	33,33	0	0,00	63	12,1	0	0,0	32	15,38	275	14,82
3	<i>Ischaemum rugosum</i>	79	14,63	19	4,96	39	7,51	0	0,0	37	17,79	174	9,38
4	<i>Leersia hexandra</i>	15	2,78	0	0,00	25	4,82	0	0,0	0	0,00	40	2,16
5	<i>Paspalum conjugatum</i>	0	0,00	77	20,10	0	0,00	0	0,0	0	0,00	77	4,15
6	<i>Casuarina</i> sp.	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,0	24	11,54	24	1,29
7	<i>Ceiba pentandra</i>	0	0,00	171	44,65	0	0,00	205	100	0	0,00	376	20,27
8	Fam. Bombaceae	22	4,07	0	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0,00	22	1,19
9	Fam. Euphorbiaceae	95	17,59	50	13,05	286	55,1	0	0,0	76	36,54	507	27,33
10	Fam. Chenopodiaceae	14	2,59	0	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0,00	14	0,75
11	Fam. Myrtaceae	0	0,00	12	3,13	11	2,12	0	0,0	0	0,00	23	1,24
12	Fam. Rubiaceae	0	0,00	15	3,92	0	0,00	0	0,0	0	0,00	15	0,81
13	Fam. Caricaceae	0	0,00	26	6,79	0	0,00	0	0,0	0	0,00	26	1,40
14	Fam. Flacourtiaceae	0	0,00	0	0,00	18	3,47	0	0,0	0	0,00	18	0,97
Jumlah		540	100	383	100	519	100	205	100	208	100	1855	100

Schanzmann *et al.*, (2022) memberikan analisis dari penelitiannya yaitu pengelompokan polen dalam madu ke dalam kategori monoflora, biflora, dan poliflora bergantung pada dominasi polen dari spesies tanaman tertentu dalam sampel

madu. Madu monofloral umumnya dianggap lebih berharga dan memiliki karakteristik organoleptik yang spesifik, sedangkan madu polifloral berasal dari nektar banyak spesies tanaman. Klasifikasi ini penting untuk memastikan pelabelan yang benar,

mengingat banyaknya kasus penipuan madu yang terjadi. Untuk autentikasi madu yang akurat, seringkali dibutuhkan beberapa bukti yang tidak terkait, yang meliputi analisis kimia-fisik dan identifikasi senyawa organik volatil yang spesifik terhadap asal-usul botaninya.

Madu monoflora dihasilkan dari nektar yang dominan berasal dari satu jenis tanaman saja, memberikan karakteristik yang khas terkait rasa, warna, dan properti lainnya yang terkait dengan tanaman tersebut. Misalnya, jika polen *Ceiba pentandra* di Kentengsari memiliki proporsi yang sangat tinggi, hampir mencapai 45% dan Nglorog yang mencapai 100%, ini bisa diindikasikan sebagai madu monoflora karena dominasi polen tersebut menunjukkan bahwa lebah terutama mengunjungi tanaman ini.

Madu monoflora jika sebagian besar polen berasal dari satu jenis tanaman, biflora jika didominasi oleh dua jenis tanaman, dan poliflora jika mengandung campuran polen dari berbagai tanaman. Klasifikasi ini membantu dalam menentukan karakteristik madu dan asal geografisnya yang berpengaruh pada nilai dan kualitasnya. Madu monoflora sering dianggap lebih bernilai karena rasa dan sifat fisikokimianya yang unik (Hailu & Belay, 2020).

Madu biflora, yang tidak terlalu umum, akan memiliki dominasi dua jenis polen dalam proporsi yang signifikan. Namun, dari Tabel 1, tampaknya tidak ada contoh yang jelas dari madu biflora. Sementara itu, madu poliflora atau sering juga disebut madu *wildflower*, dihasilkan dari nektar banyak jenis bunga yang berbeda. Varietas madu ini tidak menampilkan karakteristik murni dari salah satu sumber nektarnya, tetapi lebih merupakan representasi dari kualitas banyak bunga yang bekerja bersama. Dalam kasus seperti Rejosari, di mana tidak ada satu jenis polen yang sangat dominan dan polen dari berbagai famili tanaman ditemukan, madu yang dihasilkan dapat dikategorikan sebagai madu poliflora.

Identifikasi jenis madu dan butir polen untuk memahami asal-usul vegetasi dan bagaimana mengelola produksi sarang lebah secara efektif. Dari data yang didapatkan dari penelitian ini terlihat bahwa pada madu dari Temanggung ini spesies tertentu, seperti *Ceiba pentandra*, menunjukkan

persentase yang tinggi di wilayah tertentu seperti Medari dan Nglorog. Ini bisa mengindikasikan strategi manajemen yang ditargetkan bagi para peternak lebah di area tersebut untuk meningkatkan produksi madu dengan karakteristik khusus yang terkait dengan *Ceiba pentandra*. Namun, selain identifikasi menggunakan metode Melisopalinologi juga diperlukan uji-uji lain seperti dijelaskan oleh Majid *et al.*, (2020) yang menekankan pentingnya jenis polen yang berbeda dalam menentukan sifat-sifat madu, seperti kandungan fenolik dan sifat antioksidan. Jenis polen yang berbeda dapat mempengaruhi kualitas nutrisi dan medisinal dari madu, dan mengetahui spesies mana yang lebih mendominasi di suatu wilayah bisa membantu dalam menilai potensi manfaat kesehatan dari madu yang diproduksi di sana.

Mengacu pada metode melisopalinologi dan analisis kimia yang dijelaskan dalam penelitian dari Shakoori, *et al.* (2023), bahwa dengan mempertimbangkan faktor geografis dan ekologis yang mempengaruhi keanekaragaman tanaman sumber polen. Penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi ekologis yang berbeda, seperti variasi iklim dan topografi yang kompleks, dapat menciptakan lingkungan lebah yang berharga dan menghasilkan madu yang sangat beragam. Selain itu, kehadiran senyawa fenolik dalam polen yang berkontribusi pada aktivitas antioksidan juga menjadi aspek penting dalam menilai kualitas madu.

Penggunaan metode Melisopalinologi ini memungkinkan untuk mengidentifikasi sumber botani madu dengan menentukan jenis-jenis polen yang terkandung di dalamnya. Dengan memahami sumber polen di berbagai wilayah, seperti yang terlihat pada madu dari Temanggung (Tabel 1), dapat mengevaluasi potensi madu dengan mengintegrasikan dari aspek nutrisi dan medisinal. Ini juga bisa berguna untuk mengembangkan strategi manajemen sarang lebah yang lebih terarah untuk meningkatkan produksi madu dengan karakteristik khusus berdasarkan keanekaragaman polen regional. karena jumlah dan jenis polen dalam madu dapat memberikan informasi mengenai sumber nektar dan lokasi geografis asal madu. Melisopalinologi dapat menawarkan manfaat bagi para peternak lebah untuk memahami apa yang dikumpulkan oleh lebah mereka dan untuk

memasarkan madu berdasarkan kualitas dan asal-usulnya yang unik. Penelitian kualitas madu dari Temanggung sebelumnya oleh Savitri, dkk (2017) terdapat variasi kadar air, gula total, dan keasaman dari madu lokal Temanggung. Kadar air berkisar antara 20,9-32,8%, kadar gula total berkisar antara 67,2-77,5%, sementara kadar keasaman antara 34,59-67,96 ml NaOH/kg. Madu dengan nilai uji kualitas mendekati SNI dan U.S. Patent Application Publication adalah madu karet dari Desa Medari.

Hasil identifikasi 1855 butir polen dan analisis data menggunakan PAST (*Paleontological Statistics*), secara umum telah ditemukan 14 tipe polen yang menunjukkan 14 taksa tumbuhan pakan lebah, nilai indeks keanekaragaman Shannon (H') sebesar 2,019 (Tabel 2), dan termasuk kriteria sedang, dimana semakin tinggi indeks H' menggambarkan semakin tinggi tingkat kestabilan suatu ekosistem. Semakin stabil suatu ekosistem maka semakin besar kelentingan terhadap adanya gangguan. Indeks H' yang kecil menggambarkan tingginya interaksi (gangguan) manusia. Indeks keanekaragaman tidak memiliki batasan yang tegas, namun demikian jarang di atas nilai 3 (Odum, 1994). Sementara indeks dominansi sebesar 0,170, yang menunjukkan kriteria sedang. Indeks dominansi (D) digunakan untuk mengetahui sejauh mana suatu kelompok flora yang mendominasi kelompok lain. Dominansi yang cukup besar akan

mengarah pada komunitas yang labil maupun tertekan. Semakin besar nilai indeks dominansi (D), maka semakin besar pula kecenderungan adanya jenis tertentu yang mendominasi (Odum, 1994). Suatu jenis flora yang memiliki tingkat kestabilan yang tinggi mempunyai peluang yang lebih besar untuk mempertahankan kelestarian jenisnya. Untuk menilai kemantapan atau kestabilan jenis dalam suatu komunitas dapat digunakan nilai indeks pemerataan jenis (e). Semakin tinggi nilai e , maka keanekaragaman jenis dalam komunitas semakin stabil dan semakin rendah nilai e , maka kestabilan keanekaragaman jenis dalam komunitas tersebut semakin rendah (Soerianegara & Indrawan, 1988; Odum, 1994). Nilai e pada sumber pakan lebah madu Temanggung sebesar 0,538, dan termasuk kategori sedang dimana floranya cukup menyebar di seluruh area. Berdasarkan Magurran (1988) besaran $e < 0.3$ menunjukkan pemerataan jenis tergolong rendah, $e = 0.3-0.6$ pemerataan jenis tergolong sedang dan $e > 0.6$ maka pemerataan jenis tergolong tinggi. Jika nilai e' semakin tinggi menunjukkan jenis-jenis dalam komunitas tersebut semakin menyebar. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa tumbuhan pakan lebah madu di Temanggung pada kondisi yang stagnan, bahkan pada Nglorog sumber pakan didominasi oleh *Ceiba petandra* (Randu), sementara dari daerah lain sedikit lebih beragam (Tabel 1).

Tabel 2. Indeks Keanekaragaman, Dominansi, dan Kemerataan tumbuhan sumber pakan lebah madu 5 daerah di Temanggung

Nilai Indeks Ekologi	Daerah Asal Madu					
	Kwadungan Jurang	Kentengsari	Medari	Nglorog	Rejosari	Total
Jumlah Taksa (S)	7	8	7	1	5	14
Jumlah Individu Polen (n)	540	383	519	205	208	1855
Indeks Keanekaragaman Shannon (H')	1,624	1,630	1,406	0,000	1,526	2,019
Indeks Dominansi (D)	0,229	0,268	0,350	1,000	0,237	0,170
Indeks Kemerataan (e)	0,725	0,638	0,583	1,000	0,920	0,538

Beragamnya nilai ekologi dari tumbuhan pakan lebah madu di Temanggung dengan kriteria sedang tersebut membutuhkan perhatian bersama, untuk lebih menjaga keanekaragaman tumbuhan pakan lebah tersebut. Program konservasi, reboisasi, penghijauan, dengan beragam tumbuhan

yang telah umum diketahui maupun tanaman khas dataran tinggi Temanggung, serta pemanfaatan lahan secara intensif dapat dilakukan dan dilaksanakan sehingga mampu menyediakan sumber pakan yang cukup untuk usaha budidaya lebah madu secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Identifikasi Melissopalynologi pada madu dari Temanggung menemukan 14 tipe polen, dengan tujuh tipe teridentifikasi sampai tingkat famili, dua tipe sampai tingkat genus, serta lima tipe teridentifikasi sampai Tingkat spesies. Analisis menunjukkan keanekaragaman tumbuhan pakan lebah, dan berdasarkan dominasi polennya madu dapat dikelompokkan menjadi monoflora (madu dari Medari, Kentengsari dan Nglorog), biflora (madu dari Kwandung Jurang), dan multiflora (madu dari Rejosari).

DAFTAR PUSTAKA

- Aylanc, V., Falcao, S.I., and Vilas-Boas, M. (2023). Bee pollen and bee bread nutritional potential: Chemical composition and macronutrient digestibility under in vitro gastrointestinal system. *Food Chemistry* 413 (2023) 135597. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814623002133>.
- BSN. (2013). SNI Madu 3545:2913. BSN. Gd. Mangala Wanabakti Blok IV, Lt. 3.4.7.10.
- BSN. (2018). SNI Madu 8664: 2018. BSN. www.bsn.go.id.
- Balderas, M.B. (2016). Pollen Spectrum and Phenology of Stingless Bee (*Tetragonula biroi* Friese) Plants. 2 116–126. <https://doi.org/10.17501/icoaf.2016.2111>.
- Basari, N., Ramli, S.N., Abdul-Mutalid, N.A., Shaipulah, N.F.M., Hashim, N.A. (2021). Flowers Morphology And Nectar Concentration Determine The Preferred Food Source Of Stingless Bee, *Heterotrigona Itama*. *J. Asia-Pac. Entomol.* 24, 232–236. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2021.02.005>
- Bodor, Z., Konvacs, Z., Benedek, C., Hitka, G., Behling, H. (2021). Origin Identification of Hungarian Honey Using Melissopalynology, Physicochemical Analysis, and Near Infrared Spectroscopy. *Molecules* 26, 7274.
- Brower, J.E., Zar, J.H., Von Ende, C.N., 1998. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*, 3rd ed, Wm.C. Brown Publisher. USA.
- da Luz, C.F.P., Chaves, S.A. de M., Cano, C.B. (2020). Botanical And Geographical Origins Of Honey Samples From Pantanal (Mato Grosso And Mato Grosso Do Sul States, Brazil) Certificated By Melissopalynology. *Grana* 60. <https://doi.org/10.1080/00173134.2020.1815831>
- Escriche, I., Sobrino-Gregorio, L., Conchado, A., Juan-Borrás, M. (2017). Volatile Profile In The Accurate Labelling Of Monofloral Honey. The Case Of Lavender And Thyme Honey. *Food Chem.* 226, 61–68. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.051>
- Erdtman, G. (1960). *An Introduction to Pollen Analysis*. The Chronica Botanica Company. Waltham, Massachusetts, USA.
- Hailu, D., & Belay, A. (2020). Melissopalynology and antioxidant properties used to differentiate *Schefflera abyssinica* and polyfloral honey. *PLOS ONE*, 15(10), e0240868. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240868>
- Hesse, M., Halbritter, Reinhard, Z., Martina, W., Ralf, B., Andrea, F.R., and Silvia, U. (2009) *Pollen Terminology an Illustration Handbook*. Springer Wien NewYork, Austria.
- Liolios, V., Tananaki, C., Dimou, M., Kanelis, D., Goras, G., Karazafiris, E., Thrasyvoulou, A. (2016). Ranking Pollen From Bee Plants According To Their Protein Contribution To Honey Bees. *J. Apic. Res.* 54. <https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1173353>
- Louveaux, J., MAurizio, A., Vorwohl, G. (1978). Methods of Melissopalynology. *Bee World* 59, 139–157. <https://doi.org/10.1080/0005772X.1978.11097714>
- Majid, M., Ellulu, M.S., Bakar, M.F.A. (2020). Melissopalynological Study, Phenolic Compounds, and Antioxidant Properties of *Heterotrigona itama* Honey from Johor, Malaysia. *Hindawi*. <https://doi.org/10.1155/2020/2529592>
- María, E.G.; Luna, A.M.; Celdrán, A.C.; Muñoz, G.M.; Oates, M.J.; Ruiz-Canales, A. (2023). Classification of Monofloral Honeys by Measuring a Low-Cost Electronic Nose Prototype Based on Resistive Metal Oxide Sensors. *Agronomy* 2023, 13, 2183. <https://doi.org/10.3390/agronomy13082183>
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press, New Jersey.

- Melin, A., Colvillea, J.F., Duckworth, G.D., Altwegg, R., Slabbert, R., Midgley, J.J., Rouget, M., Donaldson, J.S., 2020. Diversity Of Pollen Sources Used By Managed Honey Bees In Variegated Landscapes. *J. Apic. Res.* 59. <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1750757>
- Odum, E. P. 1994. *Dasar-Dasar Ekologi (Penerjemah Tjahjono Samingar)*. Edisi Ketiga. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta
- Ponnuchamy, R., Bonhomme, V., Prasad1, S., Das, L., Patel, P., Gaucherel, C., Pragasam, A., Anupama, K. (2014). Honey Pollen: Using Melissopalynology to Understand Foraging Preferences of Bees in Tropical South India. *PLoS ONE* 9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101618>
- Savitri, N.P.T., Hastuti. E.D., dan Suedy, S.W.A.(2017). Kualitas Madu Lokal dari Beberapa Wilayah di Kabupaten Temanggung. *Buletin Anatomi dan Fisiologi* Vol. 2, No.1: 58-66.
- Schanzmann, H., Augustini, A. L., Sanders, D., Dahlheimer, M., Wigger, M., Zech, P., & Sielemann, S. (2021). Differentiation of Monofloral Honey Using Volatile Organic Compounds by HS-GCxIMS. *Molecules*, 27(21), 7554. <https://doi.org/10.3390/molecules27217554>
- Selvaraju, K., Vikram, P., Soon, J.M., Krishnan, K.T., Mohammed, A. (2019). Melissopalynological, Physicochemical And Antioxidant Properties Of Honey From West Coast Of Malaysia. *J. Food Sci. Technol.* 56, 2508–2521. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03728-3>
- Shakoori, Z., Mehrabian, A., Minai, D., Salmanpour, F., & Nasab, F. K. (2023). Assessing the quality of bee honey on the basis of melissopalynology as well as chemical analysis. *PLOS ONE*, 18(8), e0289702. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289702>
- Soerianegara, I., dan Indrawan, A., 1988. *Ekologi Hutan Indonesia*. Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Testa, R., Ascianto, A., Schifani, G., Schimmenti, E., Migliore, G. (2019). Quality Determinants and Effect of Therapeutic Properties in Honey Consumption. An Exploratory Study on Italian Consumers. *Agriculture* 9, 174. <https://doi.org/10.3390/agriculture9080174>
- Vergeron, P. (1964). Interprétation statistique des résultats en matière d'analyse pollinique des miels. *Ann. Abeille*, 7 (4): 349-364.
- Wingenroth, M.C. (2001). Honey Types And Pollen Grains Of Asunción, Lavalle, Mendoza, Argentina (32°33'21''S/68°14'45''W), Vegetal Origin And Possible Management Of The Beehive Production. *Presented at the Proceedings of the 37th International Apicultural Congress, APIMONDIA*, Durban, South Africa.
- Wright, G.A., Nicolson, S.W., Shafir, S., 2018. Nutritional Physiology and Ecology of Honey Bees. *Annu. Rev. Entomology* 63, 327–344. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043423>
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Inc. New Jersey.