

**ANALISIS MIKROSKOPIK, KANDUNGAN SENYAWA
METABOLIT SEKUNDER DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN
EKSTRAK *BEE BREAD* LEBAH *Heterotrigona itama***



SYAKIRA NURFAJRIYA

NIM. 22032168/2022

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2026**

**ANALISIS MIKROSKOPIK, KANDUNGAN SENYAWA
METABOLIT SEKUNDER DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN
EKSTRAK *BEE BREAD* LEBAH *Heterotrigona itama***

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar
Sarjana Sains*



Oleh:

SYAKIRA NURFAJRIYA

NIM. 22032168/2022

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2026**

PERSETUJUAN SKRIPSI

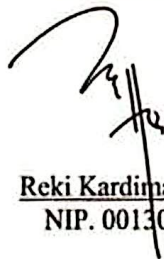
ANALISIS MIKROSKOPIK, KANDUNGAN SENYAWA METABOLIT SEKUNDER DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK *BEE BREAD* LEBAH *Heterotrigona itama*

Nama : Syakira Nurfajriya
NIM/TM : 22032168/2022
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 26 Januari 2026

Disetujui Oleh

Pembimbing 1



Reki Kardiman, Ph.D.
NIP. 0013068404

Pembimbing 2



Dr. Marissa Angelina, M.Farm.
NIP. 198212312005022001

Mengetahui
Kepala Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed.
NIP. 197508152006042001

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

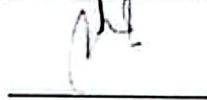
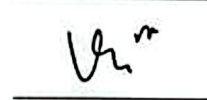
Nama : Syakira Nurfajriya
NIM/TM : 22032168/2022
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

ANALISIS MIKROSKOPIK, KANDUNGAN SENYAWA METABOLIT SEKUNDER DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK *BEE BREAD* LEBAH *Heterotrigona itama*

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Skripsi
Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 03 Februari 2026

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua :	Reki Kardiman, Ph.D.	
2. Sekretaris :	Dr. Apt. Marissa Angelina, M.Farm.	
3. Anggota :	Dr. Violita, M.Si.	
4. Anggota :	Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed.	

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Syakira Nurfajriya
NIM/TM : 22032168/2022
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya dengan judul “Analisis Mikroskopik, Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak *Bee bread* Lebah *Heterotrigona itama*” adalah benar merupakan karya sendiri, bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang ditulis dan diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 03 Februari 2026

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Biologi

Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed.

NIP. 197508152006042001

Saya yang menyatakan,



Syakira Nurfajriya

NIM. 22032168

Analisis Mikroskopik, Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak *Bee bread* Lebah *Heterotrigona itama*

Syakira Nurfajriya

ABSTRAK

Bee bread merupakan produk hasil fermentasi serbuk sari, madu dan sekresi enzim lebah yang berpotensi sebagai sumber senyawa bioaktif alami, dan kandungan senyawa bioaktif tersebut serta fungsi antioksidannya dapat beragam sesuai sumber pakan, lokasi, iklim dan jenis lebah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik mikroskopik yang digunakan sebagai pedoman identifikasi jenis tumbuhan pakan, kadar senyawa fenolik dan flavonoid, serta aktivitas antioksidan ekstrak *bee bread* lebah *Heterotrigona itama* dari daerah Banua Anyar (BA), Kasarangan (KS), Mahang Matang Landung (MML), Rantau Keminting (RW), dan Setiap (S) di Kalimantan Selatan.

Analisis mikroskopik dilakukan untuk menganalisis karakter morfologi dan komposisi polen penyusun *bee bread* dan digunakan sebagai pedoman identifikasi jenis tumbuhan pakan. Penentuan kadar fenolik dilakukan menggunakan metode *Folin-Ciocalteu*, sedangkan kadar flavonoid total dianalisis menggunakan metode kompleksasi $AlCl_3$. Aktivitas antioksidan ekstrak diuji menggunakan metode DPPH dengan parameter nilai IC_{50} .

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik mikroskopik *bee bread* memperlihatkan persentase jumlah polen dan jenis tumbuhan pakan sebanyak 37 spesies. Kadar fenolik total ekstrak *bee bread* berkisar antara $12,90 \pm 0,76 - 50,73 \pm 1,44$ mg GAE/g ekstrak dan kadar flavonoid total berkisar antara $1,83 \pm 1,53 - 13,97 \pm 1,79$ mg QE/g ekstrak. Ekstrak *bee bread* menunjukkan aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} berkisar antara $399,96 \pm 20,63 - 1813,53 \pm 196,19$ μ g/mL. Hasil tersebut menunjukkan adanya variasi kandungan senyawa bioaktif seiring dengan perbedaan jenis tumbuhan pakan.

Kata kunci: *Bee bread*, *Heterotrigona itama*, polen, fenolik, flavonoid, antioksidan.

Microscopic Analysis, Secondary Metabolite Content, and Antioxidant Activity of *Bee bread* Extract from *Heterotrigona itama*

Syakira Nurfajriya

ABSTRACT

Bee bread is a fermented product of pollen, honey, and bee enzyme secretions that has potential as a natural source of bioactive compounds. The content of these bioactive compounds and their antioxidant functions may vary depending on food sources, location, climate, and bee species. This study aimed to analyze the microscopic characteristics used as a guideline for identifying forage plant species, the total phenolic and flavonoid contents, and the antioxidant activity of *Heterotrigona itama* bee bread extracts from Banua Anyar (BA), Kasarangan (KS), Mahang Matang Landung (MML), Rantau Keminting (RW), and Setiap (S) in South Kalimantan.

Microscopic analysis was conducted to observe the morphological characteristics and pollen composition of bee bread, which were used as a guideline for identifying forage plant species. Total phenolic content was determined using the Folin–Ciocalteu method, while total flavonoid content was analyzed using the AlCl_3 complexation method. The antioxidant activity of the extracts was evaluated using the DPPH method with IC_{50} values as the parameter.

The results showed that the microscopic characteristics of bee bread revealed pollen composition representing 37 forage plant species. The total phenolic content of bee bread extracts ranged from 12.90 ± 0.76 to 50.73 ± 1.44 mg GAE/g extract, while the total flavonoid content ranged from 1.83 ± 1.53 to 13.97 ± 1.79 mg QE/g extract. The bee bread extracts exhibited antioxidant activity with IC_{50} values ranging from 399.96 ± 20.63 to 1813.53 ± 196.19 $\mu\text{g/mL}$. These results indicate variations in bioactive compound content in line with differences in forage plant species.

Keywords: Bee bread, *Heterotrigona itama*, pollen, phenolic, flavonoid, antioxidant.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Mikroskopik, Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder, dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak *Bee bread* Lebah *Heterotrigona itama*”. Sholawat beriring salam kepada Nabi Muhammad SAW sebagai uswatun hasanah junjungan umat seluruh alam.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains di Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan dan dukungan berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Reki Kardiman, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi dan selaku Dosen Penasehat Akademik (PA) yang telah membimbing dan mengarahkan penulis hingga saat ini.
2. Ibu Dr. Apt. Marissa Angelina, M.Farm. sebagai Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga untuk membimbing penelitian dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
3. Ibu Dr. Violita, M.Si. dan Ibu Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M. Biomed. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan kritikan untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini.

4. Ibu Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed. selaku Kepala Departemen Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
5. Bapak dan Ibu staf Departemen Biologi yang telah membantu untuk kelancaran penulisan skripsi ini.
6. Bapak Siswadi dan Ibu Grace Serepina Saragih, M.Sc. yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian selama berada di BRIN.
7. Yang teristimewa penulis persembahkan untuk kedua orang tua tercinta Ayah dan Bunda, dua orang yang sangat berjasa dalam hidup saya, dua orang yang selalu mengusahakan anaknya menempuh pendidikan setinggi-tingginya meskipun mereka berdua hanya bisa menempuh pendidikan sampai menengah atas. Kepada mereka, penulis persembahkan setiap langkah perjuangan ini. Terima kasih atas pengorbanan yang tiada henti, do'a yang tidak pernah putus, serta cinta yang terus menjadi sumber kekuatan penulis.
8. Kepada kakak tercinta Nurul Khaira, S.E., M.Si. serta kedua adik tercinta Khanza Ghassany dan Alya Nidaulkarimah. Terima kasih telah menjadi sumber penyemangat dan motivasi dalam setiap langkah perjuangan penulis. Meski kami kadang tidak akur, namun dialah alasan penulis terus berusaha menempuh pendidikan dengan sungguh-sungguh.
9. Teman terdekat penulis yaitu, Karina Kusuma Putri dan Farrah Azzahra yang memberikan dukungan selama menempuh perkuliahan.
10. Seluruh teman-teman penelitian di Pusat Riset CPOTB yaitu Alya, Windi, Sarah, Dhea, Taufik, Aswin, Kak Upi, Kak Imah, Kak Ziyan, Kak Lia, Kak Grisel, Kak Fikri, Kak David, Kak Haris, kak Irfan, dan Kak Jeni yang telah

membantu dan membagi ilmunya kepada penulis dalam menyelesaikan magang hingga penelitian selama di BRIN.

11. Kepada rekan-rekan Biologi FMIPA UNP 2022 dan sahabat-sahabat yang senantiasa membantu serta memberikan kritik dan saran selama penelitian dan penulisan skripsi.

12. Terakhir, kepada diri sendiri, Syakira Nurfajriya. Apresiasi sebesar-besarnya yang telah berjuang untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Tidak mudah bertahan sampai titik ini, terima kasih untuk tetap hidup dan merayakan dirimu sendiri, walaupun sering kali putus asa atas apa yang sedang diusahakan. Tetaplah menjadi manusia yang mau berusaha dan tidak lelah untuk mencoba. *God thank you for being me independent women, I know there are more great ones but I'm proud of this achievement.*

Demikian ucapan terima kasih dari penulis, semoga bantuan yang telah Bapak/Ibu serta rekan-rekan berikan menjadi amal ibadah dan mendapat imbalan yang setimpal dari Allah SWT. Penulis berharap penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi semua orang yang membacanya.

Padang, 05 Februari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. <i>Bee bread</i> dan Lebah <i>Heterotrigona itama</i>	5
B. Tumbuhan Sumber Bahan Baku Polen	7
C. Peran Senyawa Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan.....	8
BAB III METODE PENELITIAN	17
A. Jenis Penelitian	17
B. Waktu dan Tempat Penelitian	17
C. Alat dan Bahan	17
D. Prosedur Penelitian	18
E. Analisis Data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
A. Hasil Penelitian.....	26
B. Pembahasan	39
BAB V PENUTUP.....	46
A. Kesimpulan.....	46
B. Saran	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. List Jenis Tumbuhan Pakan H. itama Berdasarkan Karakter Morfologi Polen	27
2. Kadar Fenol Total.....	37
3. Kadar Flavonoid Total.....	38
4. Nilai IC ₅₀ Aktivitas Antioksidan.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bee bread (Dokumentasi Pribadi).....	5
2. Sarang dan Lebah H. itama (Dokumentasi Pribadi)	6
3. Struktur Kimia Fenol (Wolayan et al., 2022).....	9
4. Reaksi Reagen Folin-Ciocalteu dengan Senyawa Fenol (Tursiman & Nofiani, 2012). 10	
5. Struktur Dasar Flavonoid (Wang et al., 2018).....	11
6. Struktur dan Klasifikasi Senyawa Flavonoid (Wang et al., 2018).....	11
7. Reaksi Senyawa Flavonoid dengan Pereaksi AlCl_3 (Pine et al., 2015)	13
8. Reaksi Radikal DPPH dengan Antioksidan (Sayuti & Yenrina, 2015)	16

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Aktivitas Uji Identifikasi polen.....	54
2. Aktivitas Uji Fenol Total	55
3. Aktivitas Uji Flavonoid Total.....	56
4. Aktivitas Uji Antioksidan DPPH	57
5. Hasil Rendemen Ekstrak Bee bread.....	58
6. Hasil Uji Kadar Fenol Total.....	59
7. Hasil Uji Kadar Flavonoid Total.....	61
8. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan.....	62
9. Dokumentasi Penelitian	68

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Heterotrigona itama adalah salah satu spesies lebah yang berfungsi sebagai penyerbuk penting bagi tanaman. *H. itama* tidak memiliki sengat dan menghasilkan produk seperti madu, propolis dan *bee bread* di sarangnya (Mohd & Zin, 2020). Produk lebah tersebut telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber bahan pengobatan tradisional karena mengandung berbagai senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan (Yusop *et al.*, 2019). Diantara produk-produk tersebut, ada satu produk yang penting tetapi masih sedikit diketahui, yaitu *bee bread*.

Bee bread merupakan campuran serbuk sari, madu, dan ekskresi kelenjar ludah lebah, yang dikemas oleh lebah ke dalam sel sarang, kemudian dilapisi lilin dan madu serta mengalami proses fermentasi di dalam sarang (Suleiman *et al.*, 2021). Selama proses fermentasi, komponen *bee bread* diuraikan oleh bakteri dan ragi, yang memecah komponen polen, sehingga menyebabkan perubahan kimia yang meningkatkan ketersediaan nutrisi serta aktivitas biologis *bee bread* (Dranca *et al.*, 2020). Oleh karena itu, *bee bread* memiliki kandungan senyawa bioaktif yang lebih kompleks.

Lebih dari 200 senyawa metabolit sekunder telah diidentifikasi di dalam *bee bread* (Hudz *et al.*, 2017), seperti fenolik, flavonoid, asam amino, tanin, alkaloid, terpenoid, dan berbagai vitamin seperti vitamin C dan E (Othman *et al.*, 2019). Dari banyaknya senyawa metabolit sekunder tersebut, terdapat dua senyawa aktif yang

dominan ditemukan yaitu fenolik dan flavonoid yang diketahui berperan penting sebagai antioksidan (Martinello & Mutinelli, 2021). Antioksidan adalah senyawa yang mampu menangkal radikal bebas dalam sistem tubuh manusia. Tubuh manusia memang memiliki sistem pertahanan antioksidan alami yang mengendalikan radikal bebas, namun senyawa antioksidan dibutuhkan ketika radikal bebas dalam tubuh sudah berlebihan (Rahaman *et al.*, 2023).

Kandungan *bee bread* sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis lebah penghasilnya, jenis tumbuhan, asal geografis, kondisi iklim, jenis tanah, aktivitas peternak lebah, atau perlakuan penyimpanan dalam produksi *bee bread* (Salma *et al.*, 2021). Setiap spesies lebah memiliki karakter fisiologis dan perilaku pengumpulan polen yang berbeda, sehingga memengaruhi komposisi kimia *bee bread* yang dihasilkannya. *Bee bread* yang diproduksi oleh lebah *H. itama* dilaporkan memiliki profil metabolit sekunder yang berbeda dibandingkan dengan *bee bread* dari lebah madu (*Apis mellifera*) (Martinello & Mutinelli, 2021).

Komposisi polen sebagai bahan utama *bee bread* menentukan keragaman sumber tumbuhan pakan dan secara tidak langsung memengaruhi kandungan senyawa bioaktifnya. Oleh karena itu, analisis mikroskopik polen dilakukan untuk mengidentifikasi karakter polen, sehingga diketahui sumber tanaman yang dikunjungi oleh lebah *H. itama* (Syifa *et al.*, 2023). Dengan demikian, analisis ini memberikan informasi penting mengenai hubungan antara asal tumbuhan penghasil polen, kandungan senyawa metabolit sekunder, serta aktivitas antioksidan *bee bread* yang dihasilkan.

Penelitian mengenai produk lebah *H. itama*, khususnya madu dan propolis, dari aspek komposisi senyawa dan aktivitas biologis telah banyak dilakukan (Othman, *et al.*, 2019 ; Mustafa *et al.*, 2018; Shamsudin *et al.*, 2022), namun kajian tentang *bee bread*, khususnya yang menghubungkan antara analisis mikroskopik, kandungan fenolik, flavonoid, dan aktivitas antioksidan masih terbatas, terutama di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk menggali potensi *bee bread* lebah *H. itama* dari beberapa lokasi berbeda, sehingga dapat memberikan informasi ilmiah yang bermanfaat bagi pengembangan produk lebah sebagai sumber pangan fungsional dan bahan baku obat tradisional.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian ini rumusan masalahnya adalah:

1. Bagaimana jenis tumbuhan pakan dan perbedaan komposisi tumbuhan pakan lebah berdasarkan hasil identifikasi polen *bee bread*?
2. Berapa kadar senyawa metabolit sekunder, khususnya fenolik dan flavonoid dalam ekstrak *bee bread H. itama*?
3. Bagaimana tingkat aktivitas antioksidan ekstrak *bee bread H. itama*?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis jenis tumbuhan pakan dan perbedaan komposisi tumbuhan pakan lebah berdasarkan hasil identifikasi polen *bee bread*.
2. Mengetahui kadar senyawa metabolit sekunder, khususnya fenolik dan flavonoid pada ekstrak *bee bread* lebah *H. itama*
3. Mengetahui tingkat aktivitas antioksidan dari ekstrak *bee bread* lebah *H. itama*.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menambah wawasan ilmu pengetahuan dalam bidang biokimia beserta terapannya.
2. Memberikan informasi ilmiah mengenai kandungan senyawa bioaktif (fenolik dan flavonoid) serta aktivitas antioksidan pada *bee bread H. itama* dari beberapa lokasi.
3. Menambah data pendukung mengenai hubungan perbedaan lokasi dengan variasi kandungan kimia dan aktivitas biologis *bee bread*.
4. Menjadi sumber referensi dalam kajian biologi, kimia dan bahan alam khususnya terkait produk lebah *H. itama* selanjutnya.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai karakteristik *bee bread* lebah *Heterotrigona itama*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Identifikasi karakteristik mikroskopik polen *bee bread*, menunjukkan variasi sumber pakan dan komposisi jenis tumbuhan di setiap lokasi pengambilan sampel. Analisis mikroskopik mengkonfirmasi bahwa komposisi polen berbeda antar lokasi.
2. Kadar senyawa metabolit sekunder pada ekstrak *bee bread* lebah *H. itama* berhasil ditentukan, dengan kadar fenolik total tertinggi sebesar $50,73 \pm 1,44$ mg GAE/g ekstrak dan kadar flavonoid total tertinggi sebesar $13,97 \pm 1,79$ mg QE/g ekstrak.
3. Ekstrak *bee bread* lebah *H. itama* menunjukkan adanya aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} terendah sebesar $399,96 \pm 20,63$ μ g/mL.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mengidentifikasi senyawa bioaktif secara lebih spesifik guna mengetahui kontribusi masing-masing senyawa terhadap aktivitas antioksidan *bee bread* dan menggunakan lebih dari satu metode uji aktivitas antioksidan agar diperoleh gambaran aktivitas antioksidan yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Agussalim, A., Umami, N., & Erwan, E. (2015). Production of stingless bees (*Trigona* sp.) propolis in various bee hives design. *International Seminar on Tropical Animal Production (ISTAP)*, 335–338.
- Agustiani, R. D., & Virsarani, D. A. (2024). Identifikasi Jenis Tanaman Sumber Polen pada Pot Polen Lebah (*Tetragonula Laeviceps*) pada Stingless Bee Garden Seameo Biotrop. *JlIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(9), 11102–11105.
- Aksoy, A., Altunatmaz, S. S., Aksu, F., Tokatlı Demirok, N., Yazıcı, K., & Yıkılmış, S. (2024). *Bee bread* as a functional product: phenolic compounds, amino acid, sugar, and organic acid profiles. *Foods*, 13(5), 795.
- Andriani, D., & Murtisiwi, L. (2018). Penetapan Kadar Fenolik Total Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* L.) Dengan Spektrofotometri Uv Vis. *Cendekia Journal of Pharmacy*, 2(1), 32–38.
- Arfiani, F. S. P. (2024). *Keanekaragaman Potensi Sumber Pakan dari Polen pada Madu Lebah Tanpa Sengat di Lima Daerah di Indonesia*. IPB University.
- Arifin, B., & Ibrahim, S. (2018). Struktur, bioaktivitas dan antioksidan flavonoid. *Jurnal Zarah*, 6(1), 21–29.
- Bakour, M., Fernandes, Â., Barros, L., Sokovic, M., & Ferreira, I. C. F. R. (2019). LWT - Food Science and Technology *Bee bread* as a functional product : Chemical composition and bioactive properties. *LWT - Food Science and Technology*, 109(February), 276–282.
- Barene, I., Daberte, I., & Siksna, S. (2014). Investigation of *Bee bread* and Development of Its Dosage Forms. *Medicinos Teorija Ir Praktika*, 21(1), 16–22.
- Basari, N., Ramli, S. N., & Mohd Khairi, N. 'Aina S. (2018). Food reward and distance influence the foraging pattern of stingless bee, *Heterotrigona itama*. *Insects*, 9(4), 138.
- Ben Salem, M., Affes, H., Athmouni, K., Ksouda, K., Dhouibi, R., Sahnoun, Z., Hammami, S., & Zeghal, K. M. (2017). Chemicals compositions, antioxidant and anti-inflammatory activity of *Cynara scolymus* leaves extracts, and analysis of major bioactive polyphenols by HPLC. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017(1), 4951937.
- Bogdanov, S. (2012). Pollen: Nutrition, functional properties, health. *Magnesium*, 20, 350.

- Bogo, G., Albertazzi, S., Capano, V., Caringi, V., Corvucci, F., Dettori, A., Giovanetti, M., Grillenzoni, F.-V., Guerra, I., & Vitti, C. (2025). Beebread pollen composition is affected by seasonality and landscape structure. *Environmental Monitoring and Assessment*, 197(3), 284.
- Campos, M. G. R., Bogdanov, S., de Almeida-Muradian, L. B., Szczesna, T., Mancebo, Y., Frigerio, C., & Ferreira, F. (2008). Pollen composition and standardisation of analytical methods. *Journal of Apicultural Research*, 47(2), 154–161.
- Can, Z., Gıdık, B., Kara, Y., & Kolaylı, S. (2024). Antioxidant activity and phenolic content of *bee breads* from different regions of Türkiye by chemometric analysis (PCA and HCA). *European Food Research and Technology*, 250(12), 2961–2971.
- Damayanti, I. A. M. (2025). *Buku Ajar Antioksidan Alami: Perspektif Histologi Dan Aplikasinya*. CV Widina Media Utama.
- Dewi, R. T., Yolanda, T., Angelina, M., & Fajriah, S. (2022). Phytochemical constituents and bioactivities of dewandaru fruit extract. *AIP Conference Proceedings*, 2493(December).
- Dhurhanian, C. E., & Novianto, A. (2018). Uji kandungan fenolik total dan pengaruhnya terhadap aktivitas antioksidan dari berbagai bentuk sediaan sarang semut (*Myrmecodia pendens*). *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 5(2), 62–68.
- Dhyneu, D. J., Yunahara, F., & Shelly, T. (2022). Aaktivitas Antioksidan Dan Inhibisi Enzim Tirosinase Ekstrak Etanol Buah Gandaria (*Bouea macrophylla* Griff.) Secara In Vitro. *Pharmacoscript*, 5(1), 63–70.
- Dranca, F., Ursachi, F., & Oroian, M. (2020). *Bee bread*: Physicochemical characterization and phenolic content extraction optimization. *Foods*, 9(10).
- Fauzia, S., Sukarsa, S., & Herawati, W. (2019). Karakteristik morfologi polen sebagai sumber pakan lebah *Trigona* sp. di Desa Serang Purbalingga. *BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 1(2), 115–122.
- Gusmalawati, D., Huda, M. F., Fauziah, S. M., Banyo, Y. E., & Abidin, Z. (2021). Karakterisasi morfologi polen dari sepuluh jenis tumbuhan dari famili yang berbeda. *G-Tech Jurnal Teknologi Dan Terapan*, 4(2), 303–308.
- Hartono, Y. I., Widyastuti, I., Luthfah, H. Z., Islamadina, R., Can, A. T., & Rohman, A. (2020). Total Kandungan Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Temu Mangga (*Curcuma mangga* Val. & Zijp) dan Profil Pengelompokannya dengan Kemometrika Total Flavonoid Content and Antioxidant Activity of Temu Mangga (*Curcuma mangga* Val. & Zijp) and its Classification. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*, 8(1), 203–215.

- Huang, D., Ou, B., & Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 1841–1856.
- Hudz, N., Ivanova, R., Brindza, J., Grygorieva, O., Schubertová, Z., & Ivanišová, E. (2017). Approaches to the determination of antioxidant activity of extracts from *bee bread* and safflower leaves and flowers. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 11(1), 480–488.
- Husnudin, U. B., Elhany, N. A., Ratnasari, D., & Nuriyante, A. M. A. (2022). Keragaman morfologi serbuk sari tumbuhan mangrove di Kawasan Pantai Blekok Kabupaten Situbondo. *Agribios*, 20(2), 266–271.
- Ikalinus, R., Widyastuti, S. K., & Setiasih, N. L. E. (2015). Skrining fitokimia ekstrak etanol kulit batang kelor (*Moringa oleifera*). *Indonesia Medicus Veterinus*, 4(1), 71–79.
- Ilie, C. I., Spoiala, A., Geana, E. I., Chircov, C., Ficai, A., Ditu, L. M., & Oprea, E. (2024). *Bee bread*: A Promising Source of Bioactive Compounds with Antioxidant Properties—First Report on Some Antimicrobial Features. *Antioxidants*, 13(3).
- Jami'ah, S. R., Ifaya, M., Pusmarani, J., & Nurhikma, E. (2018). Uji aktivitas antioksidan ekstrak metanol kulit pisang raja (*Musa paradisiaca sapientum*) dengan metode DPPH (2, 2-difenil-1-pikrilhidrazil). *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 4(1), 33–38.
- Kim, S. S., & Douglas, C. J. (2013). Sporopollenin monomer biosynthesis in *Arabidopsis*. *Journal of Plant Biology*, 56(1), 1–6.
- Kustiawan, P. M., Yanti, E. N., Nisa, K., Zulfa, A. F., & Batistuta, M. A. (2023). Bioactivity of *Heterotrigona itama* Propolis as Anti-Inflammatory: A Review. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 13(4).
- Lourenço, S. C., Moldão-Martins, M., & Alves, V. D. (2019). Antioxidants of natural plant origins: From sources to food industry applications. *Molecules*, 24(22), 4132.
- Luís, Â., Duarte, A., Gominho, J., Domingues, F., & Duarte, A. P. (2016). Chemical composition, antioxidant, antibacterial and anti-quorum sensing activities of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus radiata* essential oils. *Industrial Crops and Products*, 79, 274–282.
- Manongko, P. S., Sangi, M. S., & Momuat, L. I. (2020). Uji senyawa fitokimia dan aktivitas antioksidan tanaman patah tulang (*Euphorbia tirucalli* L.). *Jurnal Mipa*, 9(2), 64–69.
- Mărgăoan, R., Stranț, M., Varadi, A., Topal, E., Yücel, B., Cornea-Cipcigan, M., Campos, M. G., & Vodnar, D. C. (2019). Bee collected pollen and *bee bread*:

- Bioactive constituents and health benefits. *Antioxidants*, 8(12), 568.
- Martinello, M., & Mutinelli, F. (2021). Antioxidant activity in bee products: A review. *Antioxidants*, 10(1), 1–42.
- Meilawati, L., Ernawati, T., Dewi, R. T., Megawati, M., & Sukirno, S. (2021). Study of Total Phenolic, Total Flavonoid, Scopoletin Contents and Antioxidant Activity of Extract of Ripened Noni Juice. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 23(2), 55–62.
- Mohamad, N. A., Al-Emerieen, A. F., Irekeola, A. A., & Shueb, R. H. (2024). Antibacterial Effects of Various Types of Bee Products in Malaysia: A Systematic Review. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 31(3), 32–51.
- Mohd, K. S., & Zin, N. B. M. (2020). Chemical and biological investigation of apiculture products from stingless bees *Heterotrigona itama*. *Journal of Agrobiotechnology*, 11(1), 7–19.
- Mukhriani, M., Rusdi, M., Arsul, M. I., Sugiarna, R., & Farhan, N. (2019). Kadar fenolik dan flavonoid total ekstrak etanol daun anggur (*Vitis vinifera* L). *Ad-Dawaa' Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2(2).
- Mustafa, M. Z., Yaacob, N. S., & Sulaiman, S. A. (2018). Reinventing the honey industry: Opportunities of the stingless bee. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 25(4), 1–5.
- Nainu, F., Masyita, A., Bahar, M. A., Raihan, M., Prova, S. R., Mitra, S., Emran, T. Bin, & Simal-Gandara, J. (2021). Pharmaceutical prospects of bee products: Special focus on anticancer, antibacterial, antiviral, and antiparasitic properties. *Antibiotics*, 10(7).
- Okselni, T., Santoni, A., Dharma, A., & Efdi, M. (2018). Determination of antioxidant activity, total phenolic content, and total flavonoid content of roots, stem bark, and leaves of *elaecarpus mastersii* king. *Rasayan Journal of Chemistry*, 11(3), 1211–1216.
- Othman, Z. A., Noordin, L., Ghazali, W. S. W., Omar, N., & Mohamed, M. (2019). Nutritional, phytochemical and antioxidant analysis of *bee bread* from different regions of Malaysia. *Indian J. Pharm. Sci*, 81(5), 955–960.
- Patil, J. R., Mhatre, K. J., Yadav, K., Yadav, L. S., Srivastava, S., & Nikalje, G. C. (2024). Flavonoids in plant-environment interactions and stress responses. *Discover Plants*, 1(1), 68.
- Pine, A. T. D., Alam, G., & Attamimi, F. (2015). Standardisasi mutu ekstrak daun gedi (*Abelmoschus manihot* (L.) Medik) dan uji efek antioksidan dengan metode DPPH. *Jurnal Farmasi UIN Alauddin Makassar*, 3(3), 111–128.

- Priambudi, A. S., Raffiudin, R., & Ratna Djuita, N. (2021). Identifikasi Tumbuhan Sumber Polen pada Madu Lebah Heterotrigona itama dan Tetragonula laeviceps di Belitung. *Jurnal Sumberdaya HAYATI Juni 2021*, 7(1), 25–35.
- Prior, R. L., Wu, X., & Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10), 4290–4302.
- Radušienė, J., Karpavičienė, B., Vilkiškytė, G., Marksa, M., & Raudonė, L. (2024). Comparative analysis of root phenolic profiles and antioxidant activity of five native and invasive *Solidago L.* species. *Plants*, 13(1), 132.
- Rahaman, M. M., Hossain, R., Herrera-Bravo, J., Islam, M. T., Atolani, O., Adeyemi, O. S., Owolodun, O. A., Kambizi, L., Daştan, S. D., Calina, D., & Sharifi-Rad, J. (2023). Natural antioxidants from some fruits, seeds, foods, natural products, and associated health benefits: An update. *Food Science and Nutrition*, 11(4), 1657–1670.
- Rahmadani, D., & Nasution, H. M. (2021). Potensi antioksidan fraksi etil asetat dan fraksi n-heksana ekstrak etanol kulit buah asam jawa (*Tamarindus indica l.*) terhadap penangkapan radikal bebas. *Jurnal Farmasi, Sains, Dan Kesehatan*, 1(1), 28–37.
- Rawat, P., Dasila, K., Singh, M., & Kuniyal, J. C. (2025). Influence of environmental factors on phytochemical compositions and antioxidant activity of *Juniperus communis L.* *Discover Environment*, 3(1), 11.
- Salma, M. M., Nor, K. M. A. R., & Norhasnida, Z. (2021). Stingless Bee-Collected Pollen (*Bee bread*): Chemical and Microbiology Properties and Health Benefits. *Molecules*, 26, 1–29.
- Samudra, A. (2014). *Karakterisasi Ekstrak Etanol Daun Salam (Syzygium polyanthum Wight) Dari Tiga Tempat Tumbuh di Indonesi* (Issue September).
- Sari, A. M., Rosamah, E., Suwinarti, W., Kusuma, I. W., & Arung, Ph.D., E. T. (2021). Aktivitas antioksidan dan antibakteri dari ekstrak bee pollen lebah kelulut (*Tetragonula sarawaknensis*). *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 13(2), 123.
- Sayuti, K., & Yenrina, R. (2015). *Antioksidan alami dan sintetik*. Padang: Andalas University Press.
- Shamsudin, S., Selamat, J., Abdul Shomad, M., Ab Aziz, M. F., & Haque Akanda, M. J. (2022). Antioxidant Properties and Characterization of *Heterotrigona itama* Honey from Various Botanical Origins according to Their Polyphenol Compounds. *Journal of Food Quality*, 2022.

- Siddiqi, M. Z., Sok, W., Choi, G., Kim, S. Y., Wee, J. H., & Im, W. T. (2020). *Simplicispira hankyongi* sp. nov., a novel denitrifying bacterium isolated from sludge. *Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology*, 113(3), 331–338.
- Sidik, M., Sa'uddah, L. D., Lestari, I. A., Yani, A. A., & Priyambodo, P. (2022). Karakterisasi Beebread dari Tujuh Spesies Lebah tanpa Sengat (Stingless Bee) Berdasarkan Keanekaragaman Pollen yang Dikumpulkannya. *BIO-SAINS: Jurnal Ilmiah Biologi*, 2(2), 30–38.
- Suleiman, J. B., Mohamed, M., Abu Bakar, A. B., Nna, V. U., Zakaria, Z., Othman, Z. A., & Aroyehun, A. B. (2021). Chemical profile, antioxidant properties and antimicrobial activities of Malaysian *Heterotrigona itama* bee bread. *Molecules*, 26(16), 4943.
- Syifa, K., Haneda, N. F., & Rachmawati, E. (2023). Keanekaragaman Pakan Lebah Madu Apis cerana di Hutan Rakyat Berdasarkan Karakteristik Polen:(Diversity of Apis cerana Honey Bee Foraging Plants in Community Forests Based on Pollen Characteristics). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 20(1).
- Theafelicia, Z., & Wulan, S. N. (2023). Perbandingan berbagai metode pengujian aktivitas antioksidan (DPPH, ABTS dan FRAP) pada teh hitam (*Camellia sinensis*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 24(1), 35–44.
- Tursiman, P. A., & Nofiani, R. (2012). Total fenol fraksi etil asetat dari buah asam kandis (*Garcinia dioica* Blume). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 1(1).
- Wang, T. yang, Li, Q., & Bi, K. shun. (2018). Bioactive flavonoids in medicinal plants: Structure, activity and biological fate. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 13(1), 12–23.
- Werdhasari, A. (2014). Peran antioksidan bagi kesehatan. *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia*, 3(2), 59–68.
- Wolayan, F. R., Hadju, R., & Imbar, M. R. (2022). *Kimia Organik: Tatanama, Struktur, Sifat dan Fungsi*.
- Xu, L., & Wang, X. (2025). A Comprehensive Review of Phenolic Compounds in Horticultural Plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(12), 5767.
- Yanto, S. H., Yoza, D., & Budiani, E. S. (2016). *Potensi Pakantrigona Spp. di Hutanlarangan Adat Desa Rumbio Kabupaten Kampar*. Riau University.
- Yusop, S. A. T. W., Sukairi, A. H., Sabri, W. M. A. W., & Asaruddin, M. R. (2019). Antioxidant, antimicrobial and cytotoxicity activities of propolis from Beladin, Sarawak stingless bees *Trigona itama* extract. *Materials Today*:

Proceedings, 19, 1752–1760.

Zhang, Q., Yang, W., Liu, J., Liu, H., Lv, Z., Zhang, C., Chen, D., & Jiao, Z. (2020). Identification of Six Flavonoids as Novel Cellular Antioxidants and Their Structure-Activity Relationship. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020(1), 4150897.