

Aktivitas Antiinflamasi Kombinasi Ekstrak Propolis dan Madu Lebah *Heterotrigona itama* pada Mencit (*Mus musculus*) yang diinduksi Karagenan

Muhammad Rizky Mahfuzi¹, Irfan Muris Setiawan², Paula Mariana Kustiawan^{1*}

¹Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

²Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

*email: pmk195@umkt.ac.id

ABSTRACT

Inflammation is a natural response triggered by the body's immune system to defend against infection or tissue injury. Common signs of inflammation include swelling, warmth, pain, and redness. Natural remedies such as honey and propolis derived from stingless bees contain bioactive compounds that may help regulate inflammation and enhance immune function. This study aimed to investigate the potential anti-inflammatory effects of a combination of honey and propolis from the stingless bee species *Heterotrigona itama*. In the experiment, mice were injected with a 1% carrageenan solution into their left hind paw to induce inflammation. The paw thickness was then measured using a plethysmometer at 30-minute intervals over a period of 120 minutes. The difference in paw thickness before and after the carrageenan injection was recorded. The formulations containing honey and propolis showed a noticeable anti-inflammatory effect, indicated by a reduction in swelling and a return to the paw's original size. These findings suggest that the combination of honey and propolis from stingless bees has anti-inflammatory properties in male mice (*Mus musculus*) with the highest anti-inflammatory activity of 90.34%.

Keywords: Antiinflamasi, Madu, Lebah Kelulut (*Heterotrigona itama*), Tikus Jantan (*Mus musculus*), propolis.

Received: May 2025; Accepted: June 2025; Published: June 2025



©2025. Published by Institute for Research and Innovation Universitas Muhammadiyah Banjarmasin. This is Open Access article under the CC-BY-SA License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

LATAR BELAKANG

Inflamasi terjadi ketika sistem imun tubuh diaktifkan untuk melindungi diri dari infeksi atau kerusakan jaringan. Kondisi ini ditandai dengan gejala seperti pembengkakan, rasa panas, nyeri, dan peradangan. Agen atau obat yang digunakan untuk menekan atau mengurangi proses inflamasi dikenal sebagai antiinflamasi. Secara umum, terdapat dua jenis obat antiinflamasi yang sering digunakan, yaitu golongan steroid dan nonsteroid. Meski efektif, keduanya dapat menimbulkan berbagai efek samping. Oleh karena itu, banyak penelitian mulai difokuskan pada pengembangan agen antiinflamasi yang bersumber dari bahan alami, dengan harapan memiliki tingkat keamanan yang lebih tinggi (1). Tren ini juga diperkuat oleh meningkatnya minat masyarakat terhadap pengobatan tradisional, yang dianggap lebih aman dan minim efek samping dibandingkan obat kimia. Namun

demikian, keterbatasan informasi yang tersedia mengenai obat tradisional menyebabkan pemanfaatannya belum maksimal (2). Bahan alam yang bisa menjadi alternatif pengobatan adalah produk lebah kelulut.

Penggunaan terapi alami dapat berperan dalam mencegah maupun meredakan peradangan, salah satunya melalui konsumsi madu dan propolis yang dihasilkan oleh lebah kelulut (*Heterotrigona itama*). Lebah kelulut merupakan nama daerah dari lebah tanpa sengat di Kalimantan Timur. Jenis lebah ini memiliki ciri khas ukuran tubuh yang lebih kecil dan karakteristik produk lebahnya. Kedua bahan alami ini mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi mendukung fungsi sistem imun tubuh. Madu dari jenis lebah ini cenderung memiliki tingkat keasaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan madu yang dihasilkan oleh lebah bersengat. Secara umum, madu mengandung

berbagai senyawa metabolit sekunder seperti enzim (katalase dan peroksidase), asam askorbat, senyawa fenolik, serta karotenoid. Madu juga memiliki berbagai aktivitas biologis yang bermanfaat, antara lain sifat antidiabetes, antiinflamasi, penyembuh luka, antikanker, antibakteri, dan imunomodulator. Oleh karena itu, madu memiliki banyak manfaat untuk mendukung kesehatan tubuh (3,4). Madu mengandung karbohidrat, asam amino, vitamin, dan mineral. Kandungan metabolit sekunder dalam madu berfungsi sebagai antioksidan (5). Di Kalimantan Timur, selain madu, propolis juga merupakan produk lebah yang masih jarang dimanfaatkan (6).

Propolis adalah zat yang dihasilkan oleh lebah dengan cara mengumpulkan resin dari berbagai jenis tanaman, terutama pucuk, batang dan daun. Propolis merupakan produk penting bagi lebah yang digunakan untuk perlindungan, sistem kekebalan eksternal, serta tujuan antibakteri. Beberapa jenis lebah, termasuk lebah kelulut (*Heterotrigona itama*), dikenal dapat menghasilkan propolis dalam jumlah besar (7). Propolis diyakini memiliki berbagai manfaat, seperti sifat antifungi, antikanker, antivirus, antioksidan, antibakteri dan antiinflamasi (8–11). Berdasarkan penelitian sebelumnya, flavonoid yang terdapat dalam propolis lebah tanpa sengat dari Kalimantan terbukti dapat menghambat pertumbuhan bakteri (12). Namun, penelitian tentang sinergi antara dua produk lebah untuk efek antiinflamasi masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antiinflamasi dari kombinasi ekstrak propolis dan madu lebah kelulut *Heterotrigona itama* yang bisa jadi rekomendasi dalam pengembangan produk bahan alam.

METODE

Sampel madu dan propolis mentah diperoleh dari peternakan lebah kelulut Sahabat Kelulut yang berlokasi di Kalimantan Timur, pada bulan Februari 2021. Jenis lebah kelulut yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah

Heterotrigona itama. Jenis lebah *H. itama* tersebut telah teridentifikasi dengan no identifikasi 05/SL-Perlintan/Kht-UM/2024 yang dilakukan sub-lab perlindungan hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman.

Pembuatan ekstrak propolis

Propolis mentah terlebih dahulu diekstraksi melalui metode maserasi menggunakan pelarut etanol 70%. Propolis dan pelarut dimasukkan ke dalam wadah tertutup dan didiamkan selama 48 jam. Setelah proses perendaman selesai, campuran tersebut disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan filtrat. Selanjutnya, filtrat yang diperoleh diuapkan dengan menggunakan waterbath hingga menghasilkan ekstrak propolis yang pekat (12). Sedangkan untuk pembuatan kombinasi menggunakan madu secara langsung tanpa proses ekstraksi.

Pengujian fitokimia

Setelah ekstraksi propolis selesai, dilakukan uji fitokimia untuk mengidentifikasi senyawa seperti alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin menggunakan metode yang dikembangkan oleh Aziz et al. (2021). Analisis fitokimia terhadap madu dan propolis dari lebah tanpa sengat meliputi evaluasi metabolit sekunder, yang dilakukan melalui uji kualitatif menggunakan metode uji tabung (13).

Pengujian antiinflamasi pada hewan uji

Pengujian *in vivo* antiinflamasi menggunakan hewan uji mencit jantan sebanyak 24 ekor (masing-masing kelompok 4 ekor), dengan kode etik Fakultas Farmasi Universitas Mulawarman dengan No.052/KEPK-FFUNMUL/EC/EXE/04/2023. Metode ini menggunakan karagenan sebagai pemicu untuk menentukan konsentrasi yang paling efektif dalam mengurangi edema pada telapak kaki mencit. Karagenan dipilih karena kemampuannya untuk merangsang pelepasan prostaglandin setelah diberikan pada hewan uji. Uji antiinflamasi dilakukan dengan induksi karagenan pada telapak kaki mencit, diikuti dengan pemberian berbagai konsentrasi kombinasi madu dan propolis lebah kelulut, dan pengamatan dilakukan setiap 30 menit sampai dengan 120 menit (14). Penelitian ini mencakup efektivitas madu dan

propolis lebah kelulut (*Heterotrigona itama*) sebagai agen antiinflamasi, senyawa-senyawa yang diketahui memiliki efek antiinflamasi, serta konsentrasi kombinasi yang paling efektif dalam menurunkan edema pada telapak kaki mencit. Perbandingan kombinasi madu dan propolis yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Kombinasi Madu dan Propolis *H. itama* (%)

Kombinasi	Propolis	Madu
Formula I	-	100
Formula II	25	75
Formula III	50	50
Formula IV	100	-

Perbandingan AUC antara kelompok Kontrol Negatif dan kelompok Perlakuan dihitung dengan menggunakan rumus *Area Under Curve* (AUC) yang menggambarkan luas area di bawah kurva. Hal tersebut menunjukkan hubungan antara ketebalan edema rata-rata pada setiap waktu pengukuran. Nilai AUC diperoleh dengan menjumlahkan rata-rata ketebalan edema pada pengukuran sebelumnya (C_{tn-1}) dan ketebalan edema pada telapak kaki tikus pada menit ke-0 hingga menit ke-180 (C_{tn}), kemudian hasilnya dibagi dua. Nilai ini lalu dikalikan dengan selisih waktu antara menit ke-0 hingga menit ke-180 (t_n) dengan waktu pengukuran sebelumnya (t_{n-1}). Proses ini dapat dilihat lebih jelas pada rumus:

$$AUC = \frac{C_{tn-1} + C_{tn}}{2} (t_n - t_{n-1})$$

Untuk menghitung persentase Daya Antiinflamasi (DAI%), perbedaan antara ketebalan edema rata-rata pada kelompok kontrol negatif (AUC_k) dan kelompok perlakuan (AUC_p) dihitung, kemudian hasilnya dikalikan dengan 100%.

Daya Antiinflamasi (DAI%)

$$\% DAI = \frac{AUC_k - AUC_p}{AUC_k} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian fitokimia madu dan propolis dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Fitokimia

Identifikasi	Pengamatan	Propolis	Madu
Tanin	Terdapat endapan kuning	+	+
Alkaloid	Merah	+	+
Steroid	Kuning kehijauan	-	-
Flavonoid	Kuning / jingga	+	+
Saponin	Terdapat buih	+	+

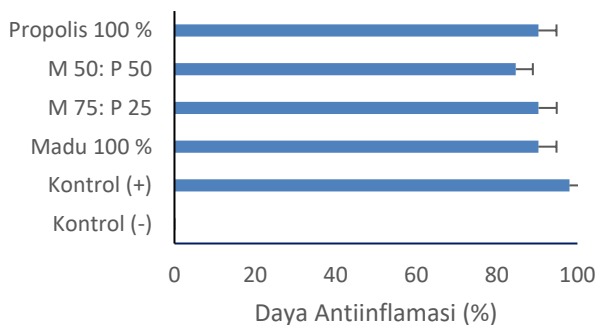
Hasil pengujian fitokimia terhadap madu dan propolis menunjukkan adanya kandungan senyawa aktif seperti flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin, namun tidak terdeteksi adanya kandungan steroid. Temuan ini menunjukkan bahwa madu dan propolis memiliki komposisi kimia yang mendukung potensi terapeutiknya, terutama sebagai agen antioksidan, antimikroba, dan antiinflamasi. Kandungan flavonoid, misalnya, berperan penting dalam menetralkan radikal bebas serta mendukung regenerasi sel, sehingga mendukung penggunaannya dalam pengobatan luka dan pencegahan penyakit degeneratif (15,16).

Selain flavonoid, keberadaan alkaloid juga memberikan kontribusi terhadap aktivitas farmakologis madu dan propolis, termasuk sebagai antimikroba dan analgesik. Tanin yang bersifat astringen turut mendukung efek antiseptik dan penyembuhan luka, sementara saponin dikenal sebagai senyawa imunostimulan yang juga berperan dalam menurunkan kadar kolesterol dan memperbaiki sistem metabolik (17). Kombinasi keempat senyawa aktif ini memberikan sinergi yang kuat terhadap potensi madu dan propolis sebagai bahan alami dalam terapi alternatif dan suplemen kesehatan.

Sebaliknya, hasil negatif terhadap kandungan steroid menunjukkan bahwa efek antiinflamasi dan imunomodulator dari madu dan propolis bukan berasal dari senyawa steroid, melainkan dari senyawa bioaktif lainnya yang lebih aman digunakan dalam jangka panjang. Hal ini menjadi keunggulan tersendiri, mengingat penggunaan steroid sintesis sering kali menimbulkan efek samping (18,19). Dengan demikian, hasil uji ini menguatkan peran madu dan

propolis sebagai bahan alam potensial dalam pengembangan produk farmasi dan fitoterapi yang efektif serta aman bagi konsumen.

Daya antiinflamasi beberapa kombinasi madu dan propolis lebah kelulut dapat dilihat pada Gambar 1. Kombinasi tersebut kemudian dibandingkan dengan kontrol negatif dan kontrol positif untuk melihat efektifitasnya.



Gambar 1. Nilai DAI Kombinasi madu dan propolis. Data yang disajikan merupakan rata-rata \pm SD (n=4).

Penurunan volume edema terlihat setelah pemberian madu, propolis, dan natrium diklofenak pada berbagai kelompok, yang menunjukkan bahwa kombinasi dengan natrium diklofenak memiliki kemampuan untuk mengurangi edema serta memberikan efek antiinflamasi (20). Sementara itu, pada kelompok kontrol negatif yang hanya diberikan larutan CMC Na 0,5%, volume edema justru terus meningkat (21).

Penentuan persentase Daya Antiinflamasi (DAI%), dilakukan perhitungan dengan cara mengurangkan rata-rata ketebalan edema kelompok kontrol negatif dengan rata-rata ketebalan edema pada setiap kelompok perlakuan, lalu hasilnya dikalikan 100%. Berdasarkan hasil tersebut, kelompok kontrol negatif tidak menunjukkan aktivitas antiinflamasi sama sekali (22). Sebaliknya, kelompok kontrol positif dan kelompok perlakuan dengan kombinasi madu-propolis menunjukkan peningkatan nilai DAI% dari menit ke-30 hingga menit ke-120. Kelompok kontrol positif menunjukkan efek antiinflamasi sebesar 98%, sedangkan kombinasi madu dan propolis juga menunjukkan aktivitas antiinflamasi meskipun tidak terdapat perbedaan yang

signifikan antarperlakuan. Nilai DAI% tertinggi diperoleh dari kombinasi 75% madu dan 25% propolis, yaitu sebesar 90,34%.

Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa madu dan propolis sama-sama mengandung flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin yang merupakan senyawa aktif dengan potensi farmakologis tinggi, terutama dalam aktivitas antiinflamasi. Keempat senyawa tersebut bekerja melalui berbagai mekanisme, seperti menghambat produksi mediator inflamasi, meningkatkan respon imun, serta menstabilkan membran sel yang rusak akibat peradangan (23). Meskipun tidak mengandung steroid, kandungan senyawa bioaktif tersebut mampu menghasilkan efek antiinflamasi yang signifikan secara alami dan aman (24). Ketika madu dan propolis dikombinasikan dalam rasio 75% madu dan 25% propolis, efektivitas antiinflamasi yang dihasilkan mencapai 90,34%, yang terbukti lebih tinggi dibandingkan penggunaan madu atau propolis secara tunggal. Hal ini menunjukkan adanya efek sinergis antara komponen bioaktif dari kedua bahan. Flavonoid dari propolis cenderung lebih kompleks dan beragam, sementara madu menyediakan media yang mempercepat penyerapan serta mengandung enzim dan senyawa pendukung lainnya. Kombinasi ini memungkinkan peningkatan penetrasi, kestabilan, serta efisiensi kerja senyawa aktif dalam menekan respon inflamasi (25,26).

Efektivitas kombinasi tersebut juga menunjukkan bahwa tidak selalu dibutuhkan kandungan steroid untuk mencapai efek antiinflamasi yang kuat. Kandungan alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin yang saling melengkapi dapat menghasilkan aktivitas biologis yang komprehensif, baik dalam menghambat sitokin pro-inflamasi maupun mempercepat proses penyembuhan. Flavonoid berperan penting dalam memberikan efek antiinflamasi. Senyawa ini termasuk dalam kelompok metabolit sekunder yang mampu melakukan penghambatan enzim lipooksigenase dan siklooksigenase, serta mencegah penumpukan leukosit di area yang mengalami peradangan (27). Secara umum,

produk yang dihasilkan oleh lebah kelulut menunjukkan potensi sebagai agen antiinflamasi. Kombinasi dua produk lebah kelulut menunjukkan efek sinergisme dalam bioaktivitasnya.

KESIMPULAN

Madu dan propolis lebah kelulut memiliki kandungan senyawa fitokimia alkaloid, flavonoid, saponin dan tanin. Kombinasi madu dan propolis lebah kelulut *H. itama* memiliki potensi sebagai agen antiinflamasi terhadap mencit jantan (*Mus musculus*). Kombinasi terbaik adalah komposisi 75 % madu dan 25 % propolis.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Rendri Arista Avimaro yang telah menyediakan sampel penelitian dan Chaerul Fadly Mochtar Luthfi M. dan Alfin Syahrian Nugraha yang telah membantu teknis pengujian antiinflamasi. Penghargaan juga kami sampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur atas skema Kolaborasi Riset Dosen dan Mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Permanasari IM. Peningkatan Pengetahuan Masyarakat Tentang Bahan Alam untuk Anti Inflamasi Pada Mulut. *J Abdimas Med Suherman*. 2022;1(2):6–10.
- Kurniasih KA, Supriani S, Yuliasuti D. Analisis Faktor Tingkat Pengetahuan Masyarakat Tentang Tindakan Swamedikasi Diare. *Media Inf*. 2020;15(2):101–5.
- Sari BP, Kustiawan PM. Antioxidant Activity of Extract Combination from *Averrhoa bilimbi* L. Leaves and Stingless Bee Honey. *Indones J Pharm Sci Technol*. 2023;1(1):28–34.
- Sinulingga EH, Budiastuti A, Widodo A. Efektivitas Madu Dalam Formulasi Pelembap Pada Kulit Kering. *Diponegoro Med J (Jurnal Kedokt Diponegoro)*. 2018;7(1):146–57.
- Zambrano TYM, Joza JMA, Cobefña GVS, Anchundia SEP, Zambrano YDM. Honey, pollen and propolis in therapeutic treatments for COVID-19. *Int J Heal Sci*. 2022;6.
- Kustiawan PM, Ressandy SS, Siregar KAAK, Aisyiyah NM. Sosialisasi Produk Lebah Kelulut Sebagai Pemelihara Kesehatan Dimasa Pandemi Covid-19 Pada Kelompok Ibu-Ibu PKK. *MATAPPA J Pengabdian Kpd Masy*. 2021;4(3):417–24.
- Salatino A, Salatino MLF, Negri G. How diverse is the chemistry and plant origin of Brazilian propolis? [Internet]. *Apidologie*. Springer; 2021. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13592-021-00889-z>
- Kustiawan PM, Zulfa AF, Batistuta MA, Hanifa DNC, Setiawan IM. Comparative Analysis of Phytochemical, Total Phenolic Content, Antioxidant and Antibacterial Activity of Two Species Stingless Bee Propolis from East Kalimantan. *Malaysian J Med Heal Sci*. 2022;18(7):50–5.
- Batistuta MA, Aulia A, Kustiawan PM. Potensi Aktivitas Anti Virus dari Produk Alami Lebah Kelulut. *J Farm Udayana*. 2021;10(2):144–8.
- Mohd KS, Zin NBM. Chemical and Biological Investigation of Apiculture Products from Stingless Bees *Heterotrigona itama*. *J Agrobiotechnology*. 2020;11(1):7–19.
- Silva TS da, ... Geopropolis from stingless bee *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* Lepelletier, 1836: chemical characterization and compounds of interest. *J Apic ...* [Internet]. 2023; Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00218839.2023.2188741>
- Yulianawan VN, Aziz A, Kustiawan PM. Uji Fitokimia Fraksi Etil Asetat Dari Propolis Lebah Kelulut *Heterotrigona Itama* Asal Kutai Kartanegara Pengumpulan sampel. 2021;2(2):131–7.

13. Aziz A, Yuliawan VN, Kustiawan PM. Identification of Secondary Metabolites and Antibacterial Activity of Non Polar Fraction from *Heterotrigona itama* Propolis. *J Fundam Appl Pharm Sci.* 2021;2(1):23–33.
14. Kustiawan PM, Luthfi M CFM, Dewi SR, Pratiwi J, Aisyiyah NM, Nugraha ASD, et al. Phytochemical Analysis and Anti-Inflammatory Activity of The Combination of *Trigona apicalis* propolis Extract and Honey. *Borneo J Pharm.* 2023;6(2):125–32.
15. Putri FE, Diharmi A, Karnila R. Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Pada Rumput Laut Coklat (*Sargassum plagyophyllum*) Dengan Metode Fraksinasi. *J Teknol dan Ind Pertan Indones.* 2023 Apr;15(1):40–6.
16. Mariana Kustiawan P, Siregar KAAK, Syaifie PH, Zein Muttaqin F, Ibadillah D, Miftah Jauhar M, et al. Uncovering the anti-breast cancer activity potential of east Kalimantan propolis by In vitro and bioinformatics analysis. *Heliyon.* 2024;10(13):e33636.
17. Pangestika D, Mirani E, Mashoedi D. Pengaruh Pemberian Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) terhadap Aktivitas Fagositosis Makrofag pada Mencit BALB/ C yang Diinokulasi Bakteri *Listeria monocytogenes* The Effect of *Curcuma domestica* Val Extract on Phagocytic Activity of Macrophage in *Listeria mo.* *Sains Med J Kedokt.* 2012;4(1):63–70.
18. Lotfy M. Biological activity of bee propolis in health and disease [Internet]. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention.* 2006. Available from: http://journal.waocp.org/article_24421_e27f12cfb64e899d4a0ee2f315f985bf.pdf
19. Paludo CR, Menezes C, Silva-Junior EA, ... Stingless bee larvae require fungal steroid to pupate [Internet]. *Scientific reports.* nature.com; 2018. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-19583-9>
20. Desamero MJM, Rabino MBA, ... Abrogation of Acute Inflammation in ICR Mice with Topical Administration of Philippine Stingless Bee (*Tetragonula biroi* Friese) Honey. *Pharmacogn ...* [Internet]. 2023; Available from: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=09764836&AN=162828592&h=jmf94HKGd%2Fz%2FnOIioZVR83sq8Tyd1FyvyH9CefTtYT3i5hBC%2Fae%2FJAdsrc1%2FWuzNM93Y1OLX7d3kn2iicuYYpA%3D%3D&crl=c>
21. Sijabat UA, Ritonga AH, Harahap HY. Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Gedi (*Abelmoschus manihot* L.) Terhadap Mencit Putih Jantan (*Mus musculus*). *Forte J.* 2024;4(2):345–53.
22. Pramitaningastuti AS, Anggraeny EN. Uji Efektivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Srikaya (*Annona squamosa* L.) Terhadap Udemata Kaki Tikus Putih Jantan Galur Wistar. *J Ilm Farm.* 2017;13(1).
23. Ali SS, Al-Tohamy R, Al-Zahrani M, Badr A, Sun J. Essential oils and plant-derived bioactive compounds: a comprehensive review of their therapeutic potential, mechanisms of action, and advances in extraction technologies. *Phytochem Rev.* 2025;1–49.
24. Chaudhary D, Patel S, Gururani R, Chak P, Jain S, Dwivedi J, et al. A comprehensive review on anti-inflammatory plants: a mechanistic insight through preclinical and clinical studies. *Inflammopharmacology.* 2025;1–30.
25. Oršolić N, Jembrek MJ. Potential Strategies for Overcoming Drug Resistance Pathways Using Propolis and Its Polyphenolic/Flavonoid Compounds in Combination with Chemotherapy and Radiotherapy. *Nutrients.* 2024;16(21):3741.

26. Zhou G, Xu R, Groth T, Wang Y, Yuan X, Ye H, et al. The combination of bioactive herbal compounds with biomaterials for regenerative medicine. *Tissue Eng Part B Rev.* 2024;30(6):607–30.
27. Manurung NRM, Sumiwi SA. Aktivitas antiinflamasi berbagai tanaman diduga berasal dari flavonoid. *Farmaka.* 2016;14(2):111–22.